

大間原子力発電所審査資料	
資料番号	OM1-CA217-R00
提出年月日	2024年2月15日

大間原子力発電所  
基準津波策定のうち、津波発生要因の組合せに関する検討  
及び  
防波堤等の影響検討について

2024年2月

電源開発株式会社

# 大間原子力発電所

基準津波策定のうち、津波発生要因の組合せに関する検討  
及び

防波堤等の影響検討について

2024年2月15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）

# 指摘事項

本資料でご説明

(1)



・本資料では、審査会合の指摘事項について、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	
				概要	本編・補足
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、防波堤がある場合に水位変動量が最大となるケースの波源と、な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、ない場合の波源も組合せの対象として採用すること。	(20)	本編資料 P.496～P.508
S5-61	波源の組合せ	第1204回会合 (2023.11.17)	地震による津波との組合せ先として敷地に与える影響が最も大きくなると考えられる陸上の斜面崩壊を選定した根拠について、例えば以下の内容を追加のうえ、丁寧に記載すること。	(2)	—
			・プレート間地震とその他の地震の組合せの検討において、地震ごとに組合せ対象として考慮しないとした理由。	(9)	本編資料 P.443
			・地震と海底地すべりの組合せの検討において、水位下降側の観点から組合せ対象として考慮しないとした理由。	(9)	本編資料 P.444
S5-62	波源の組合せ	第1204回会合 (2023.11.17)	地震と陸上の斜面崩壊との組合せ検討において、以下に示す要因分析を含めた考察を行い、佐井エリアの斜面崩壊を選定する妥当性について記載の充実を図り、説明すること。	(3)	—
			・陸上の斜面崩壊の単独ケースの検討において、佐井エリアを代表に選定しているにもかかわらず、組合せの検討においてはその他のエリアを候補とし、知内エリアの斜面崩壊も抽出した理由。	(10), (11)	本編資料 P.445, P.446 補足説明資料 P.521～P.527
			・地震と知内エリアの斜面崩壊を組み合わせた場合に、上昇側水位が日本海東縁部の地震単独より下がること、下降側水位が内閣府(2020)単独より上がることに対する分析・考察。	—	補足説明資料 P.545～P.557
			・内閣府(2020)モデルと波源が近い恵山エリアの斜面崩壊が、組み合わせた際に佐井エリアより最大水位下降量が下回る可能性についての分析・考察。	(11)	本編資料 P.446 補足説明資料 P.521～P.527
			・組み合わせた際の斜面崩壊エリアごとの最大水位上昇量の発生地点に関する分析・考察。	—	補足説明資料 P.517, P.518, P.567



# I. 主な変更内容 (1 / 2)

## 組合せ対象の選定プロセス (1 / 2) : 組合せ先とする津波発生要因のうち、 陸上の斜面崩壊以外の組合せを考慮しない理由

○第1204回審査会合 (2023年11月17日) (第1204回審査会合 資料1 P. 440~P. 451参照)

- 「プレート間地震とその他の地震」の組合せについて、組合せ元とする地震の震源と組合せ先の想定波源域の距離が遠く影響が小さい立地特性を主な選定理由とし、これらの組合せは考慮しないこととした。
- 「地震と海底地すべり」の組合せについて、水位上昇側の観点から、同じ津軽海峡内に位置する陸上の斜面崩壊よりも最大水位上昇量が明らかに小さいことを主な選定理由とし、これらの組合せは考慮しないこととした。

○今回ご説明 (本編資料P. 440~P. 448参照)

コメントNo.S5-61

- 「プレート間地震とその他の地震」の組合せについて、組合せ元とする地震の震源と組合せ先の想定波源域の距離が遠いことに加え、地震の発生メカニズムが違うこと、及び組合せを考慮する時間の範囲内において同時発生した事例がないことも選定理由とし、これらの組合せは考慮しないこととする。
- 「地震と海底地すべり」の組合せについて、水位上昇側の観点だけでなく、水位下降側の観点において、最大水位下降量が明らかに小さいことも選定理由として加え、これらの組合せは考慮しないこととする。

# I. 主な変更内容 (2 / 2)

## 組合せ対象の選定プロセス (2 / 2) : 地震と陸上の斜面崩壊の組合せの斜面崩壊エリア選定の妥当性

○第1204回審査会合 (2023年11月17日) (第1204回審査会合 資料1 P. 447, P. 448参照)

- ・ 検討対象とした5エリアの陸上の斜面崩壊の概略影響検討による津軽海峡内の伝播特性 (最大水位上昇量分布) を比較した。
- ・ その結果, 単独ケースの検討において敷地に与える影響が最も大きい佐井エリアに加え, 斜面崩壊の規模が相対的に大きく, 斜面崩壊の方向が津軽海峡内に向いている知内エリアの最大水位上昇量が, 佐井エリアと同様に津軽海峡内の敷地前面の広い範囲において大きいことを確認した。
- ・ 以上より, 組合せ元とする地震と組み合わせた際に影響が大きくなると考えられる斜面崩壊エリアの候補として, 佐井エリア及び知内エリアを抽出した。

○今回ご説明 (本編資料P. 445, P. 446参照) コメントNo.S5-62

- ・ 地震による津波と5エリアの陸上の斜面崩壊による津波について, 概略影響検討による水位時刻歴波形を比較する。
- ・ 津波の波源と敷地との位置関係 (立地特性) から, 陸上の斜面崩壊に起因する津波が先に敷地に到達した後, 地震による津波が到達する。
- ・ 水位は, 地震による津波の方が陸上の斜面崩壊に起因する津波に比べて影響が大きいことから, 地震による津波の上昇側及び下降側の最大水位を含む組合せ可能な時間範囲における, 陸上の斜面崩壊に起因する津波の水位変動に着目する。
- ・ その結果, 地震による津波の最大水位と組み合わさる時間範囲において, 佐井エリア, 知内エリアに起因する津波の水位変動量が大きいこと等を確認する。
- ・ 以上より, 組合せ元とする地震と組み合わせた際に影響が大きくなると考えられる斜面崩壊エリアの候補として, 佐井エリア及び知内エリアを抽出する。



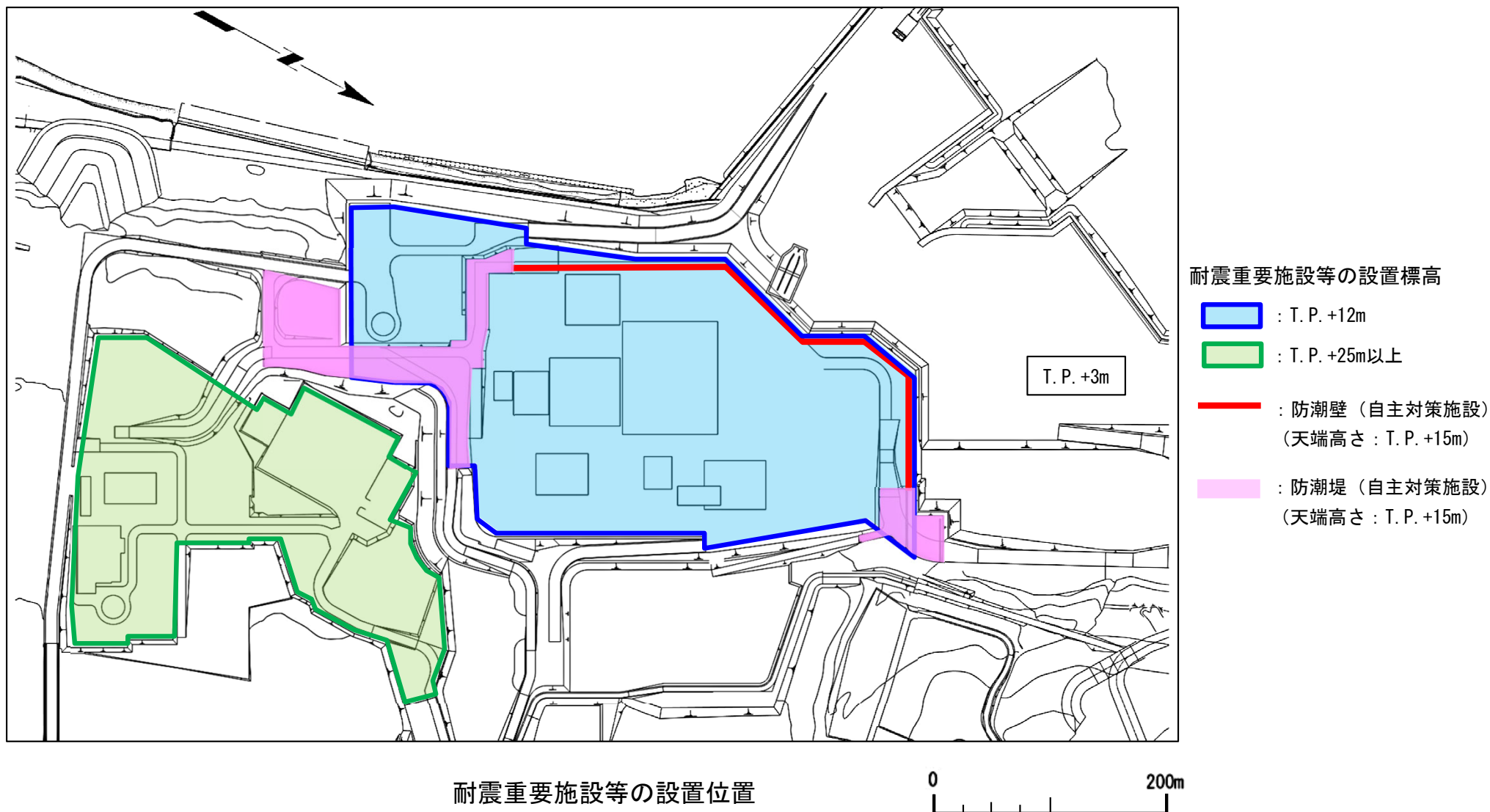
### 本資料の説明内容

- 本資料で説明する主な内容は以下のとおり。
  - ✓ 津波発生要因の組合せとして、津波発生要因に係る敷地の立地特性、津波発生要因の関連性を踏まえ、地震と因果関係があると考えられる津波発生要因との組合せについて検討する。

## Ⅱ. 検討の概要 (2 / 18)

### 耐震重要施設等の設置位置 <本編資料 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針>より (本編資料P. 70より)

- 耐震重要施設等は、T. P. +12m及びT. P. +25m以上の敷地に設置される。

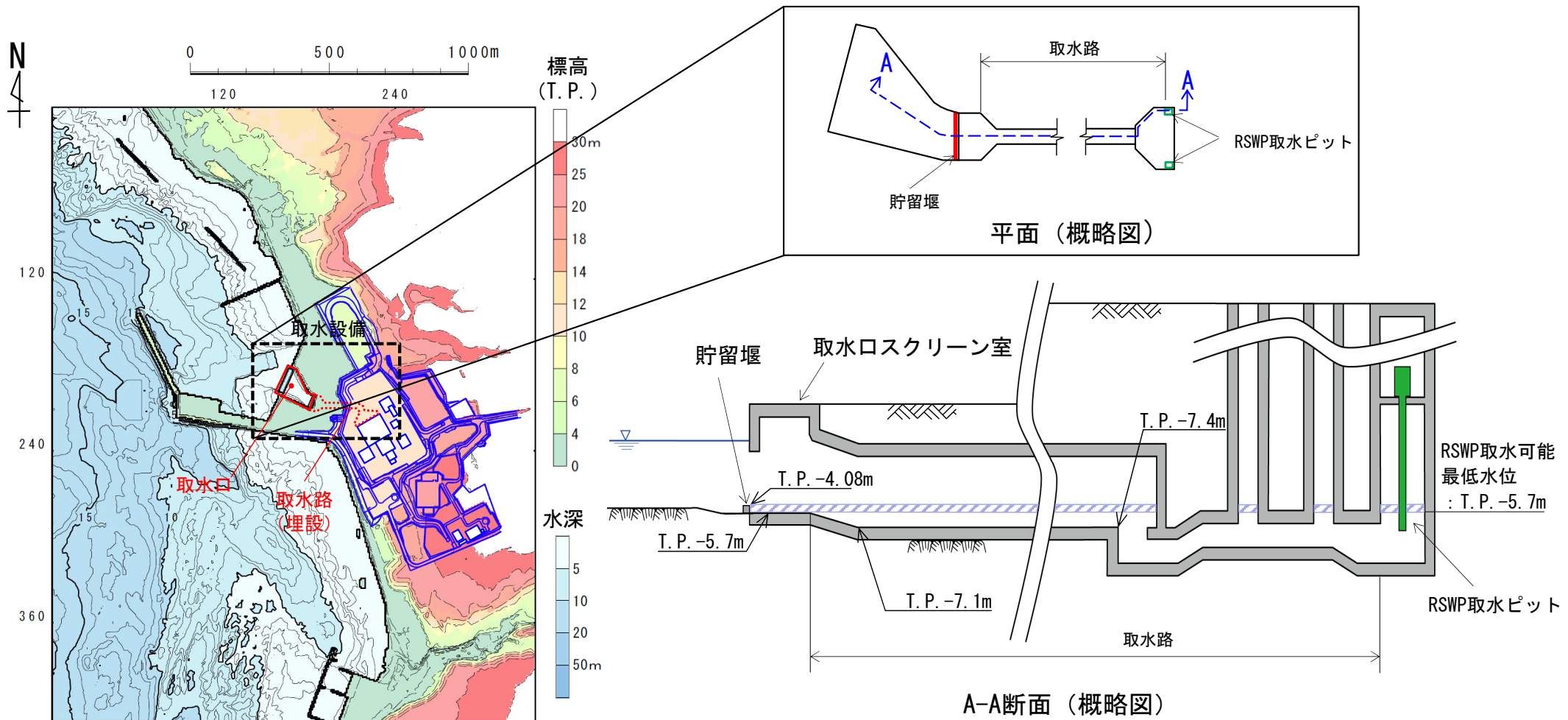


## II. 検討の概要 (3 / 18)

### 取水設備の概要

＜本編資料 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針＞より (本編資料P.73より)

- 原子炉機器冷却水系に必要な海水は、取水口から埋設された取水路を経て敷地内の原子炉補機冷却海水ポンプ (RSWP) 取水ピットへ導き取水する。
- また、原子炉補機冷却水系の取水確保に係る対策として、下降側の津波に対して常に取水できるように、取水口スクリーン室前面に貯留堰を設置する。



取水設備位置図

津波水位が貯留堰天端高さを下回る場合に、貯留堰により確保される水量は、約6,600m<sup>3</sup>。確保される水量に対するRSWP (取水量：3m<sup>3</sup>/秒) の運転可能継続時間は、約35分。





## 津波発生要因の組合せに関する検討の流れ

## 1. 検討対象とする組合せ

- 津波発生要因に係る敷地の立地特性と発生要因の関係性を踏まえ、「組合せ元とする地震に伴う津波」と「組合せ先とする津波発生要因による津波」の組合せについて検討する。(P.(8)参照)

## 2. 組合せ対象候補の抽出

- 「組合せ元とする地震」と「組合せ先とする津波発生要因」との組合せについて、組合せ元とする地震の震源からの距離、地震の発生メカニズム、各々の敷地への津波の影響を考慮し、敷地に与える影響が大きくなると考えられる組合せ対象候補を抽出する。(P.(9)~P.(11)参照)

## 3. 組合せ対象の選定

- 抽出された津波発生要因の組合せ候補を対象に、詳細地形を考慮の上、組合せ時間差( $T_{max}$ )を基本とした同一波動場の組合せ数値シミュレーションにより、敷地における水位を評価する。
- 敷地における水位を比較し、敷地へ与える影響が大きい組合せ対象となる陸上の斜面崩壊エリアを選定する。(P.(12)~P.(15)参照)

## 4. 組合せ時間差の選定

- 選定された敷地へ与える影響が大きい組合せを対象とする。
- 同一波動場における数値シミュレーションにより、取水口スクリーン室前面における線形足し合せによる水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差( $T_{max}$ ) $\pm$ 5秒程度の範囲において、1.6秒ピッチで水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する。
- その後、求めた時間差を中心として、探索範囲及びピッチを絞り込み、水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差を選定する。(P.(16), P.(17)参照)

## 5. 組合せ結果の確認

- 津波発生要因の組合せと組合せ前の単独ケースの水位を比較する。
- 下降側については、津波発生要因の組合せと組合せ前の単独ケースの津波水位が貯留堰天端高さを下回る継続時間を比較する。さらに、津波水位が貯留堰天端高さを下回る継続時間と、原子炉補機冷却海水ポンプの運転可能継続時間を比較する。(P.(18), P.(19)参照)

## 6. 防波堤等の影響検討

- 防波堤等の有無が基準津波選定に与える影響を確認するために、敷地に与える影響が最も大きい組合せの波源を対象に、防波堤等がない場合の検討を行う。(P.(20)参照)



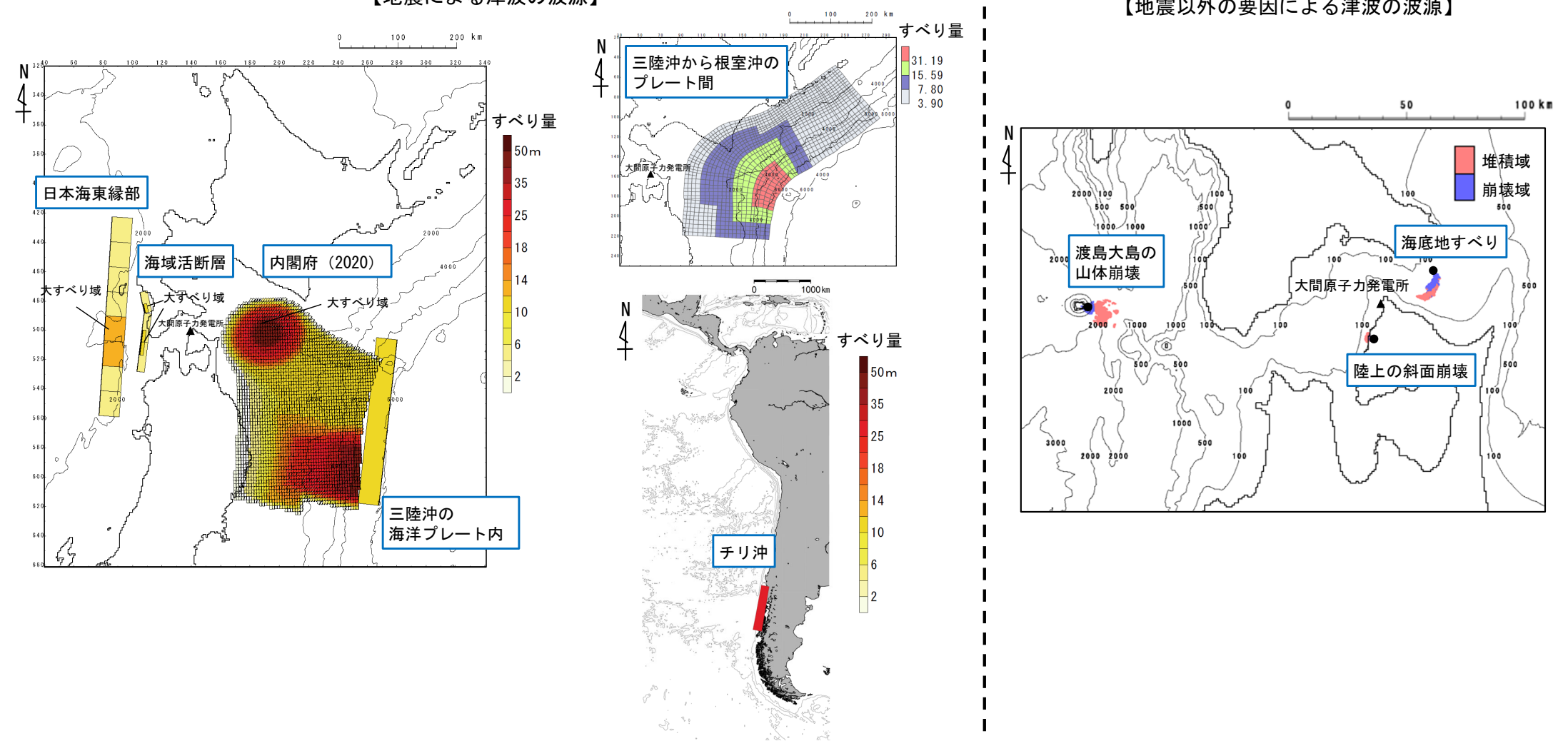
## 1. 検討対象とする組合せ

<本編資料 5-1. 組合せ対象候補の抽出>より (本編資料P.442より)

- 組合せの検討対象とする津波の波源の位置関係を以下に示す。

【地震による津波の波源】

【地震以外の要因による津波の波源】



## 2. 組合せ対象候補の抽出 (1 / 3)

<本編資料 5-1. 組合せ対象候補の抽出>より (本編資料P.440~P.448より)

コメントNo.S5-61

- 「組合せ元とする地震」は、地震による津波のうち、敷地へ及ぼす影響が大きい地震を抽出する。
- 「組合せ先とする津波発生要因」は、①その他の地震、②海底地すべり、③陸上の斜面崩壊、④山体崩壊を組合せ対象の候補とする。

### 【組合せ元とする地震】

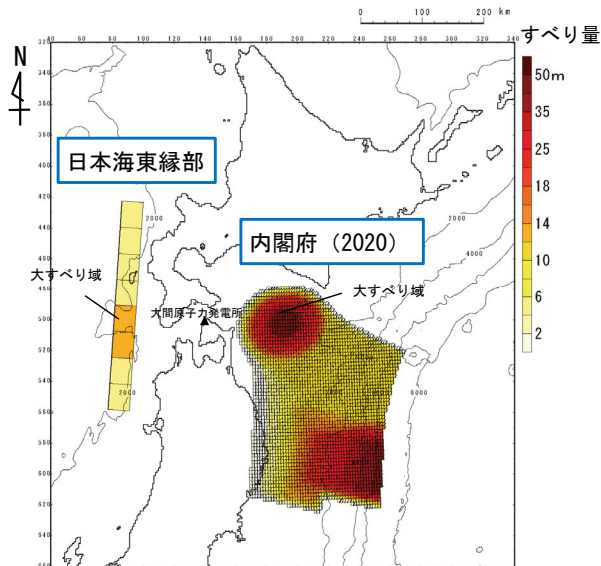
- 組合せ元とする地震は、津波による敷地への影響を考慮して、上昇側は日本海東縁部に想定される地震、下降側は内閣府(2020)モデルによる地震とする。
- 日本海東縁部に想定される地震の波源は日本海側、内閣府(2020)モデルによる地震の波源は太平洋側に位置し、それぞれの津波は西側、東側の沖合から津軽海峡内に伝播し、敷地に到達する。

### 【組合せ先とする津波発生要因】

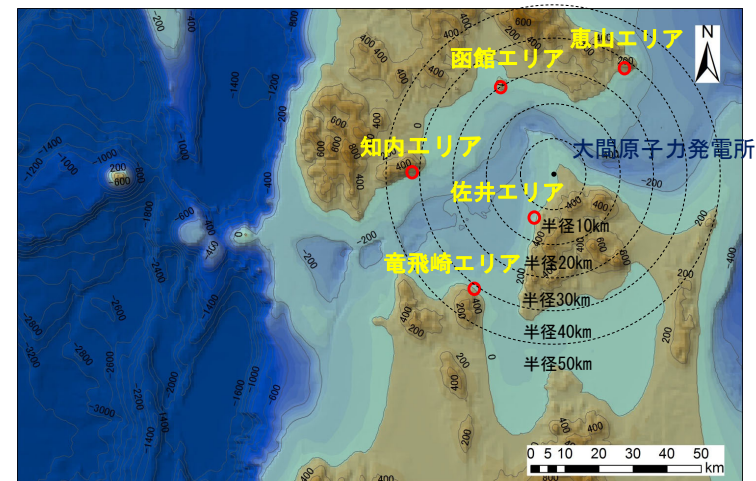
- 組合せ先とする津波発生要因は、組合せ元とする地震の震源からの距離、地震の発生メカニズム、各々の敷地への津波の影響を考慮する。
- ①その他の地震は、震源からの距離が遠いこと、またはそれぞれの地震の発生メカニズムが異なること、②海底地すべり※<sup>1</sup>は、敷地に与える影響が小さいこと、④山体崩壊は、断層運動による地震に起因せず発生メカニズムが異なることから組合せは考慮せず、敷地に与える影響が大きくなると考えられる③陸上の斜面崩壊※<sup>2</sup>を組合せ先とする。

※1：海底地すべりに起因する津波の敷地における最大水位上昇量は0.53m、最大水位下降量は-0.53m。

※2：陸上の斜面崩壊に起因する津波の最大水位上昇量は4.97m、最大水位下降量は-3.49m。



組合せ元とする地震  
(日本海東縁部、内閣府(2020))



組合せ先とする津波発生要因  
(陸上の斜面崩壊)



## 2. 組合せ対象候補の抽出 (2/3)

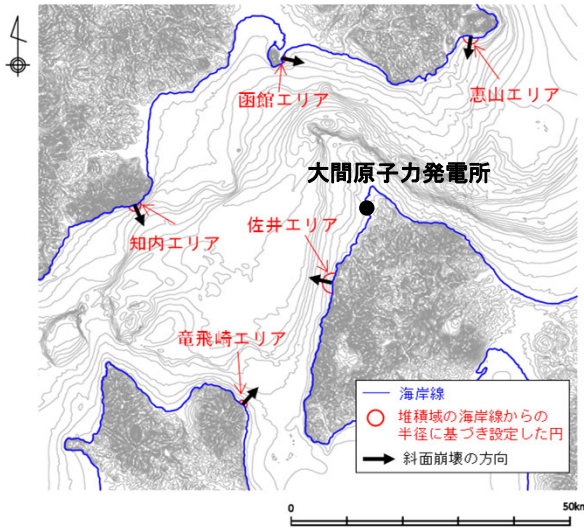
<本編資料 5-1. 組合せ対象候補の抽出>より (本編資料P.445より)

コメントNo.S5-62

### 【組合せ先とする陸上の斜面崩壊エリアの候補の抽出】

- 陸上の斜面崩壊の単独ケースの検討において、5エリアの陸上の斜面崩壊のうち敷地に与える影響が最も大きいのは、佐井エリアである(本編資料4-1章参照)。
- 組合せ対象の選定にあたり、佐井エリアは単独ケースで敷地に与える影響が最も大きいことに加えて、斜面崩壊の規模が最も大きく、敷地までの距離が最も近いことから、組み合わせた際の影響が最も大きくなると考えられる。
- ただし、他エリアについても、佐井エリアに比べて斜面崩壊の規模は小さく、敷地からの距離が遠いものの、斜面崩壊の方向によっては、東西から伝播する地震による津波と組み合わせた際に敷地に与える影響が大きくなる可能性がある。
- このため、敷地が津軽海峡内に位置する立地特性を踏まえ、組合せ元とする地震による津波と、5エリアの陸上の斜面崩壊に起因する津波の概略影響検討\*による水位時刻歴波形から、敷地に与える影響が大きくなると考えられる組合せ対象候補の斜面崩壊エリアを抽出する。

\*: 崩壊規模は、防災科研地すべり地形分布図に記載の地すべり地形から、面積、長さ、平均幅を用いて概算体積を算出。  
津波のシミュレーションは、概算体積から崩壊後の堆積域・堆積厚さを仮定し、海面にその堆積厚さ分布を与えることにより実施。



斜面崩壊エリアと敷地との位置関係

概略影響検討における各エリアの規模及び距離

エリア	斜面崩壊の規模 【概算】 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	敷地までの距離 (km)
恵山	84.1	約40
函館	17.4	約30
知内	42.6	約40
佐井	166.9	約15
竜飛崎	13.7	約40

### <組合せ対象候補となる陸上の斜面崩壊エリアの抽出手順>

#### ①組合せ対象候補となる陸上の斜面崩壊

- ・5エリア(恵山, 函館, 知内, 佐井, 竜飛崎)

#### ②組合せ対象候補となる陸上の斜面崩壊エリアの抽出

- ・組合せ元とする地震による津波と5エリアの陸上の斜面崩壊に起因する津波の水位時刻歴波形から、敷地に与える影響が大きくなると考えられる組合せ対象候補の斜面崩壊エリアを抽出する。

#### ③組合せ対象候補の抽出結果

- ・組合せ元とする地震と組み合わせた際に影響が大きくなると考えられる候補として、佐井エリア及び知内エリアの2エリアを抽出する(P.(11)参照)。



## 2. 組合せ対象候補の抽出 (3/3)

<本編資料 5-1. 組合せ対象候補の抽出>より  
(本編資料P.446より)

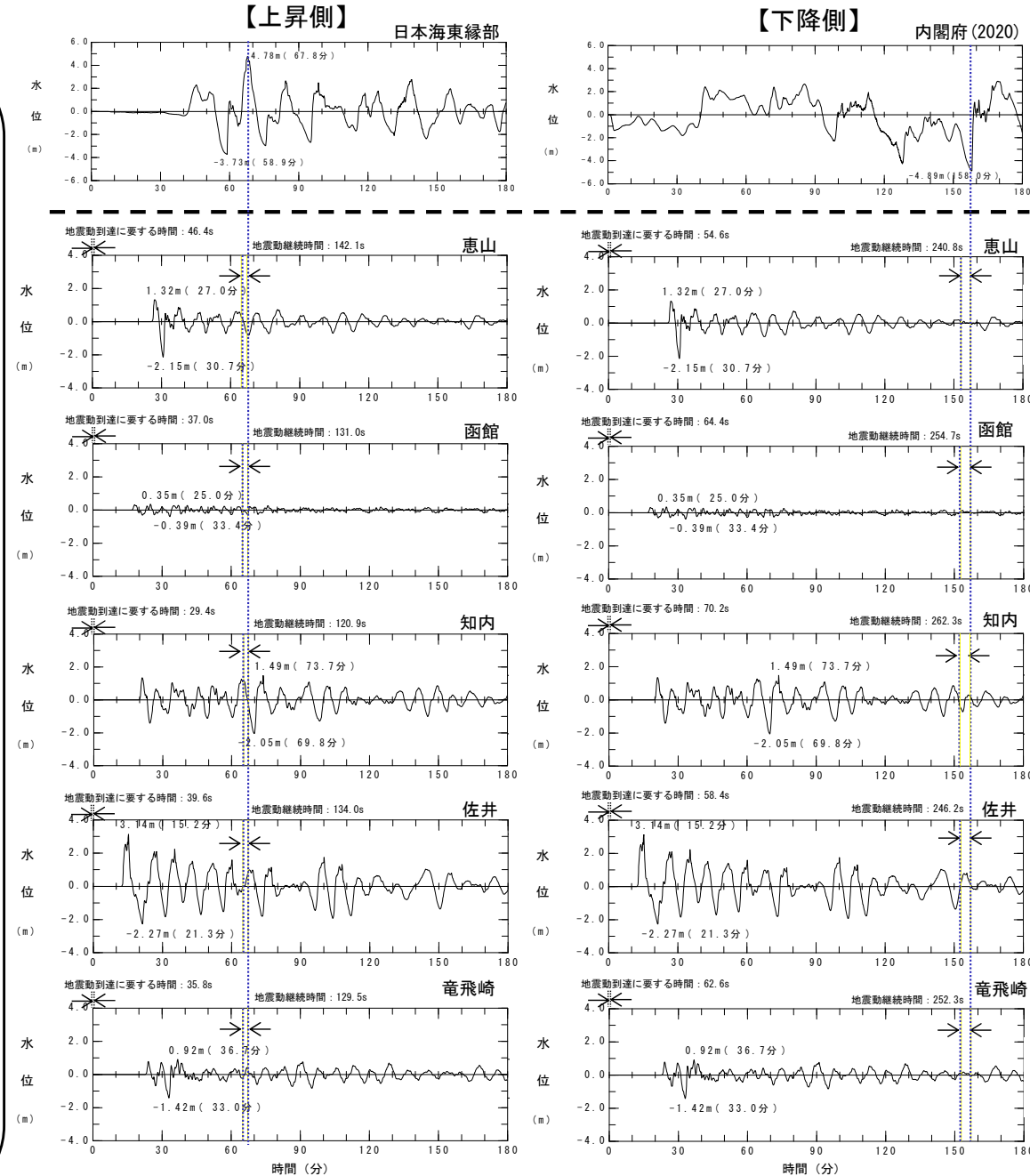
- 地震による津波と5エリアの陸上の斜面崩壊に起因する津波について、取水口スクリーン室前面の水位時刻歴波形を比較する。
- 津波の波源と敷地との位置関係(立地特性)から、陸上の斜面崩壊に起因する津波が先に敷地に到達した後、地震による津波が到達する。
- 水位は、地震による津波の方が陸上の斜面崩壊に起因する津波に比べて影響が大きい。よって、地震による津波の上昇側及び下降側の最大水位を含む組合せ可能な時間範囲(地震動継続時間)における、陸上の斜面崩壊に起因する津波の水位変動に着目し、組合せ元とする地震と組み合わせた際に影響が大きくなると考えられる斜面崩壊エリアの候補を検討する。
- 検討の結果は以下のとおりであり、組合せ元とする地震と組み合わせた際に影響が大きくなると考えられる候補として、佐井エリア及び知内エリアの2エリアを抽出する。

### 【上昇側】

- ✓ 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の水位上昇量が最大となる時間は、地震発生後68分付近である。
- ✓ この時間の地震動継続時間の範囲における各エリアの津波の水位変動は以下のとおり。
  - 函館エリア及び竜飛崎エリアの水位変動量は小さい。
  - 佐井エリアは水位変動量が大きく、水位が上昇傾向である。
  - 恵山エリア及び知内エリアは水位が下降傾向であるが、恵山エリアの水位は下降側である一方、知内エリアの水位は上昇側で推移している。

### 【下降側】

- ✓ 内閣府(2020)モデルによる津波の水位下降量が最大となる時間は、地震発生後158分付近である。
- ✓ この時間の地震動継続時間の範囲における各エリアの津波の水位変動は以下のとおり。
  - 恵山エリア、函館エリア及び竜飛崎エリアの水位変動量は小さい。
  - 佐井エリア及び知内エリアは水位変動量が大きく、水位が下降傾向となる時間帯が見られる。



取水口スクリーン室前面の水位時刻歴波形



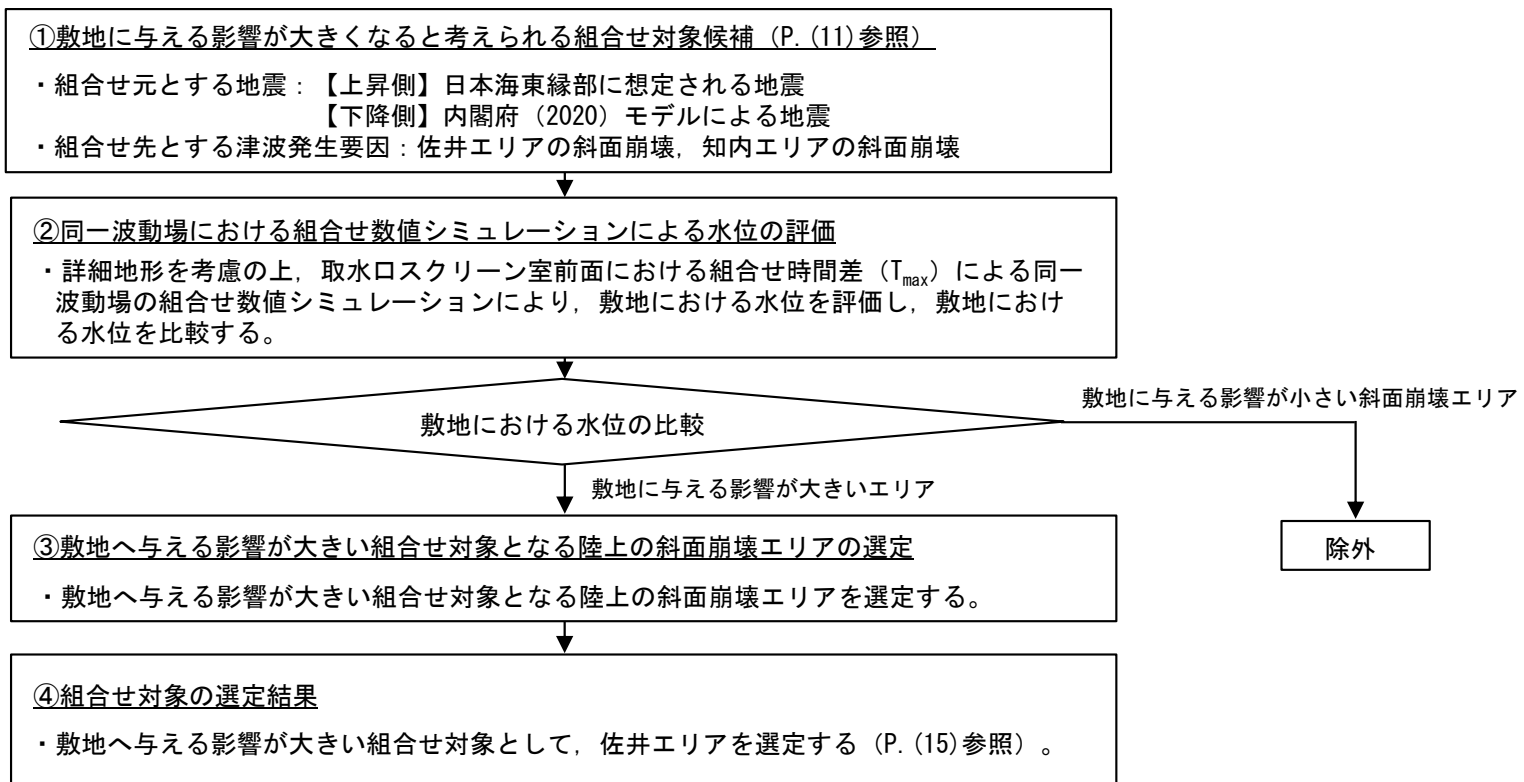
## 3. 組合せ対象の選定 (1 / 3)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P.450より)

- 「2. 組合せ対象候補の抽出」において抽出された津波発生要因の組合せの詳細検討※を行う。

※：崩壊規模は、地形判読等に基づき地すべり地形を設定し、現地形を崩壊前地形として詳細体積を算出。  
津波のシミュレーションは、二層流モデル及びkinematic landslideモデルにより実施。

### <組合せ対象の選定手順>



(余白)



3. 組合せ対象の選定 (2/3)

<本編資料 5-1. 組合せ対象候補の抽出>より(本編資料P.448より)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より(本編資料P.454, P.457, P.461, P.464より)

- 敷地に与える影響が大きくなると考えられる組合せ対象候補として、以下を抽出する。
  - 組合せ元とする地震：【上昇側】日本海東縁部に想定される地震  
【下降側】内閣府(2020)モデルによる地震
  - 組合せ先とする津波発生要因：佐井エリアの斜面崩壊、知内エリアの斜面崩壊

上昇側

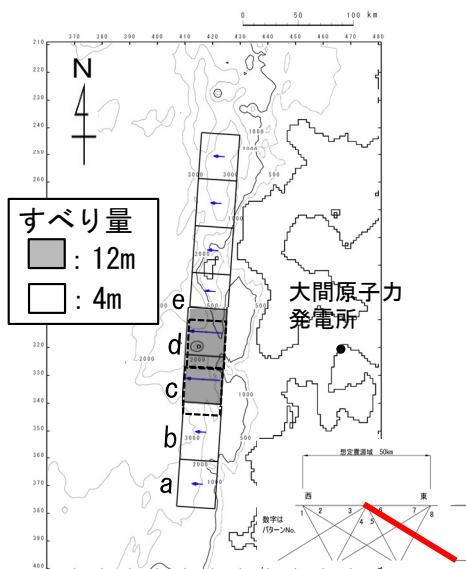
津波発生要因の組合せ

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波  
東西方向中央、東傾斜( $\delta=30^\circ$ )の $W=40.0\text{km}$   
アスペリティ位置c+dを北方へ10km移動、  
上縁深さ5km

下降側

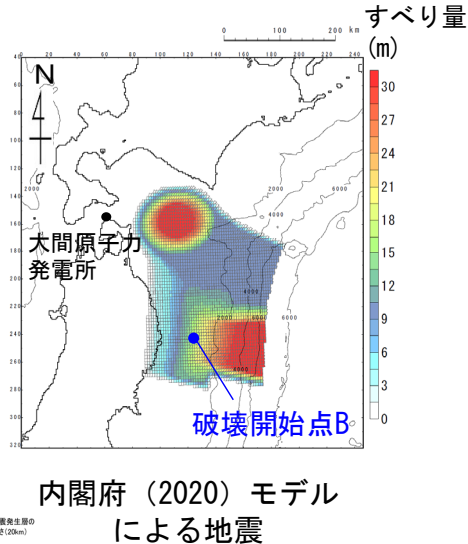
津波発生要因の組合せ

- 内閣府(2020)モデルによる津波  
内閣府(2020)モデル  
破壊開始点：B(岩手県沖)

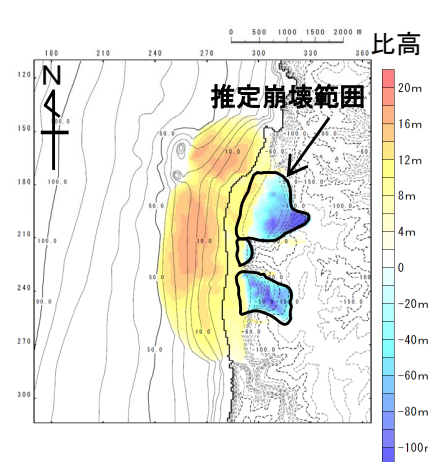


日本海東縁部に  
想定される地震

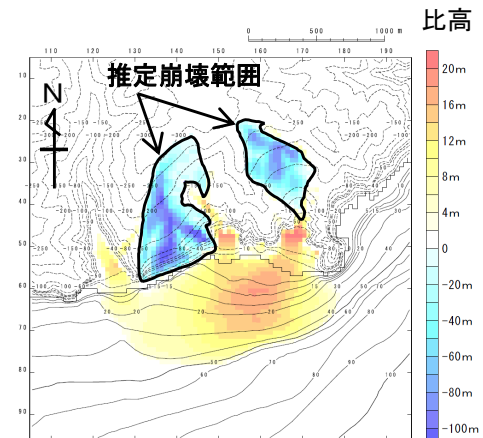
組合せ元とする地震  
(日本海東縁部, 内閣府(2020))



内閣府(2020)モデル  
による地震



佐井エリアの斜面崩壊



知内エリアの斜面崩壊

組合せ先とする津波発生要因  
(陸上の斜面崩壊)





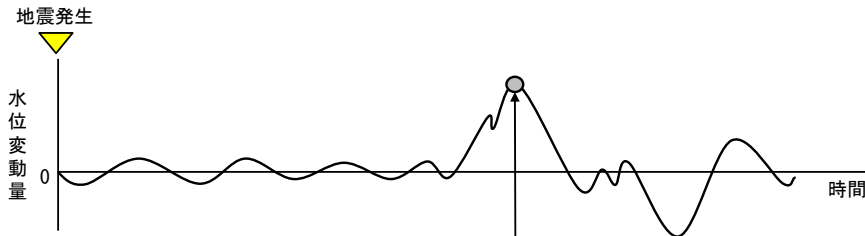
### 3. 組合せ対象の選定 (3 / 3)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P. 451, P. 465より)

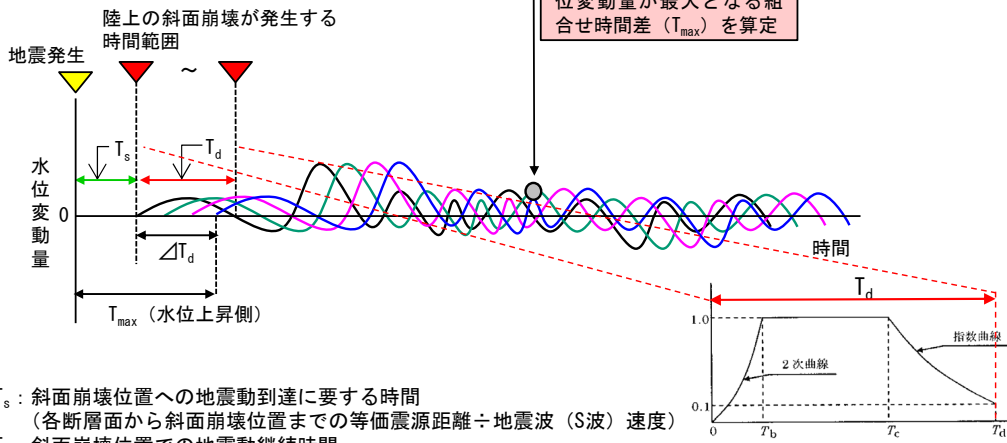
- 抽出された組合せ対象候補について、詳細地形を考慮の上、組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) を基本とした同一波動場の組合せ数値シミュレーションにより、敷地における水位を評価した。
- 敷地における水位を比較した結果、敷地へ与える影響が大きい組合せ対象として、佐井エリアを選定した。
- 以上より、敷地に与える影響が大きい組合せは以下のとおり。
  - 【上昇側】日本海東縁部に想定される地震と佐井エリアの斜面崩壊
  - 【下降側】内閣府 (2020) モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊

線形足し合せによる組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) の設定

#### ■地震による津波の敷地での水位時刻歴波形



#### ■陸上の斜面崩壊に起因する津波の敷地での水位時刻歴波形



#### 地震による津波と斜面崩壊に起因する津波の組合せの検討結果

波源	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 + 佐井エリアの斜面崩壊 ( $T_{max}=39.6s$ )	6.59m	—
内閣府 (2020) モデルによる地震 + 佐井エリアの斜面崩壊 ( $T_{max}=304.4s$ )	—	-5.22m
日本海東縁部に想定される地震 + 知内エリアの斜面崩壊 ( $T_{max}=137.2s$ )	5.65m	—
内閣府 (2020) モデルによる地震 + 知内エリアの斜面崩壊 ( $T_{max}=193.8s$ )	—	-4.70m

$T_s$ : 斜面崩壊位置への地震動到達に要する時間  
(各断面から斜面崩壊位置までの等価震源距離 ÷ 地震波 (S波) 速度)  
 $T_d$ : 斜面崩壊位置での地震動継続時間  
 $\Delta T_d$ : 斜面崩壊位置に地震動が到達してから斜面崩壊が発生するまでの時間差  
 $T_{max}$ : 組合せ時間差 ( $T_{max}=T_s+\Delta T_d$ )

Noda et al. (2002) に一部加筆



## 4. 組合せ時間差の選定 (1/2)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P.466より)

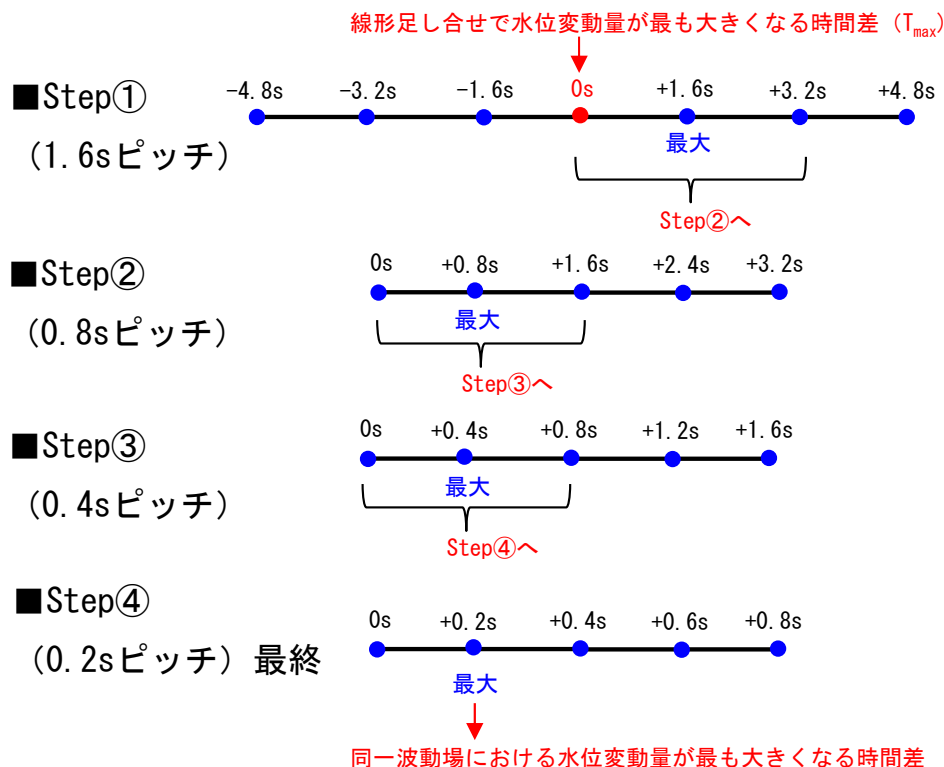
- 選定した組合せ対象において、水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差を選定する。
- 同一波動場における数値シミュレーションにより、取水口スクリーン室前面における線形足し合せによる水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) の前後の範囲 (以下「探索範囲」という。) ※<sup>1</sup>において、組合せ時間差を一定の時間間隔 (以下「ピッチ」という。) でずらした計算を行い、水位変動量が最大となる組合せ時間差を選定する。
- 敷地は津軽海峡に面しており、対岸からの反射、回折の影響によりそれぞれの津波が複雑に重なり合う可能性がある大間の立地特性を考慮し、確実にピークを捉えるために、数値シミュレーションの計算時間間隔0.2秒※<sup>2</sup>ピッチまで、組合せ時間差を段階的に確認する。
- まず、 $T_{max}$ を中心として、探索範囲を±5秒程度の範囲とし、1.6秒ピッチで同一波動場における水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する (Step①※<sup>3</sup>)。その後、前のStepで求めた時間差を中心として、探索範囲及びピッチを絞り込み、水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差を選定する (Step②~Step④)。

### 同一波動場における 水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差の検討 (イメージ)

※<sup>1</sup>: 探索範囲は、地震動継続時間内とする。

※<sup>2</sup>: P.40, P.47参照。

※<sup>3</sup>: 水位がピークとなる時間差が確認されない場合、ピークとなる水位が確認されるまで、範囲を拡大する。



$T_{max}$ を中心として、±5秒程度の範囲で、1.6秒ピッチ (0.2秒× $2^3$ ) で同一波動場における水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する※<sup>3</sup>。

Step①で求めた時間差を中心として、±1.6秒の範囲で、0.8秒ピッチ (0.2秒× $2^2$ , Step①の半分) で同一波動場における水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する。

Step②で求めた時間差を中心として、±0.8秒の範囲で、0.4秒ピッチ (0.2秒× $2$ , Step②の半分) で同一波動場における水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する。

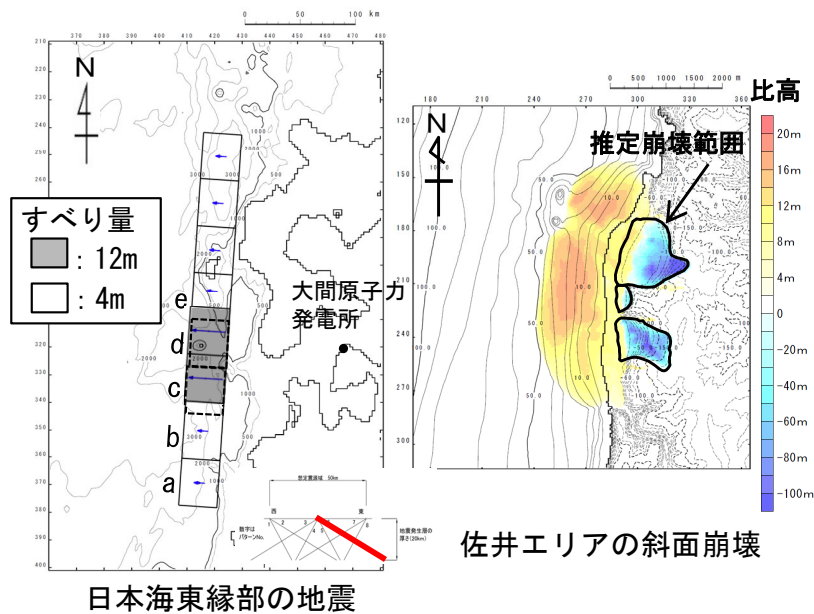
Step③で求めた時間差を中心として、±0.4秒の範囲で、0.2秒ピッチ (計算時間間隔※<sup>2</sup>, Step③の半分) で同一波動場における水位変動量が最も大きくなる時間差を確認する。



4. 組合せ時間差の選定 (2/2)

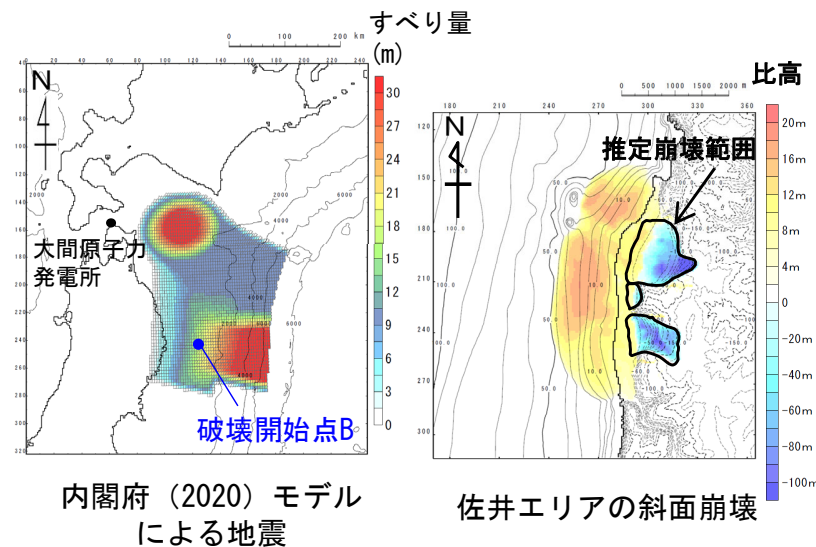
<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P. 467~P. 471より)

- 同一波動場における数値シミュレーションにより、組合せ時間差のStep①~Step④を検討した結果、水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差は、上昇側は39.6s、下降側は301.6sとなった。
- 水位変動量が最も大きくなる組合せ時間差を考慮した数値シミュレーションの結果、敷地における最大水位上昇量は6.59m、取水口スクリーン室前面における最大水位下降量は-5.32mとなった。



日本海東縁部の地震

上昇側の波源モデル組合せ

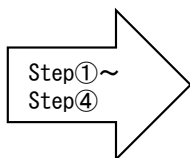


内閣府(2020)モデルによる地震

下降側の波源モデル組合せ

組合せ時間差の検討結果

線形足し合せによる 組合せ時間差 (T <sub>max</sub> )	最大水位 上昇量
39.6s	6.59m

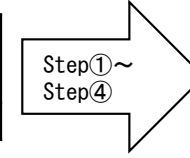


水位変動量が最も大き くなる組合せ時間差	最大水位 上昇量
39.6s	6.59m

■ : Step④の最大水位上昇ケース

組合せ時間差の検討結果

線形足し合せによる 組合せ時間差 (T <sub>max</sub> )	最大水位 下降量
304.4s	-5.22m



水位変動量が最も大き くなる組合せ時間差	最大水位 下降量
301.6s	-5.32m

■ : Step④の最大水位下降ケース





5. 組合せ結果の確認 (1/2)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P.472より)

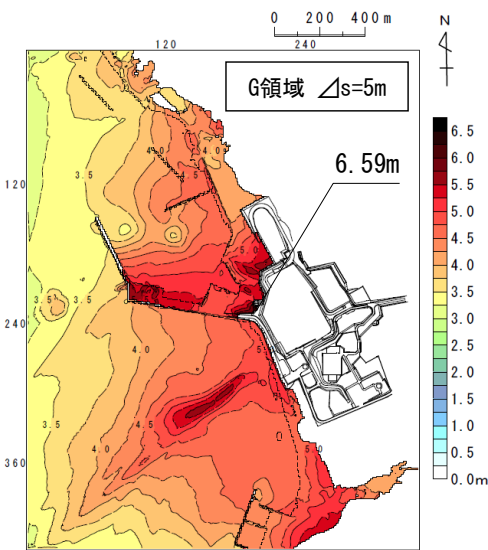
- ・ 選定した津波発生要因の組合せ対象と組合せ前の単独ケースについて、水位変動量を比較した。
- ・ 最大水位上昇量，最大水位下降量ともに，津波発生要因の組合せの方が水位変動量が大きくなることを確認した。

津波発生要因の組合せの検討結果

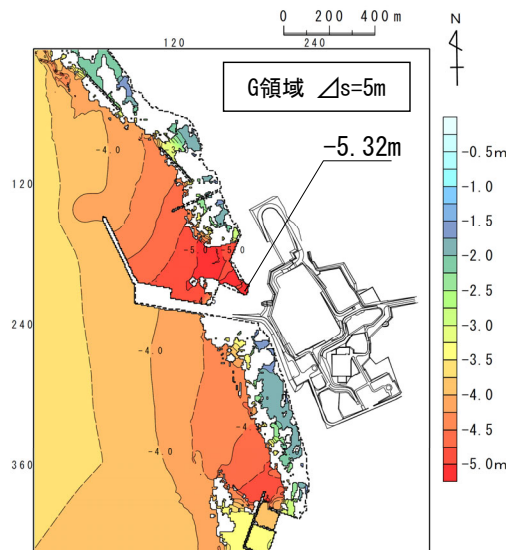
区分	津波	敷地における最大水位上昇量	取水ロスクリーン室前面における最大水位下降量
組合せ	日本海東縁部に想定される地震 + 佐井エリアの斜面崩壊 (組合せ時間差=39.6s)	6.59m (P.468参照)	—
	内閣府(2020)モデルによる地震 + 佐井エリアの斜面崩壊 (組合せ時間差=301.6s)	—	-5.32m (P.470参照)

津波発生要因の組合せ前の単独ケースの検討結果

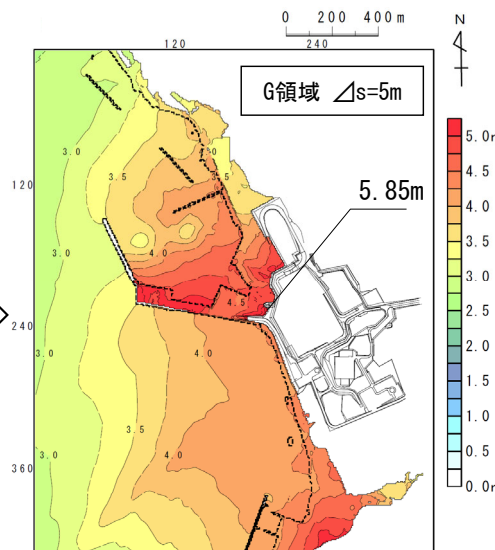
区分	津波	敷地における最大水位上昇量	取水ロスクリーン室前面における最大水位下降量
地震による津波	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	5.85m (P.139参照)	—
	内閣府(2020)モデルによる津波	—	-4.89m (P.286参照)



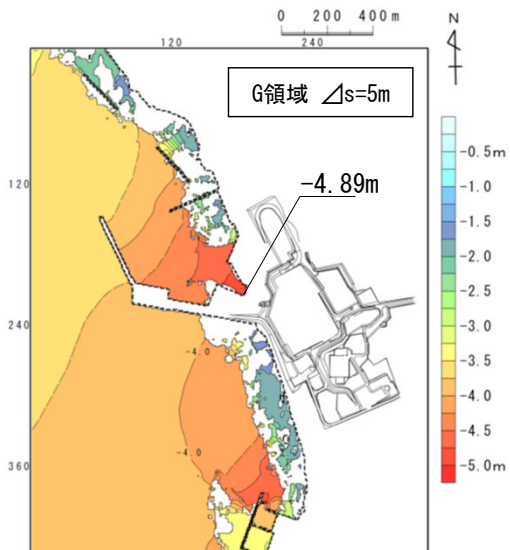
日本海東縁部に想定される地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波の最大水位上昇量分布



内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波の最大水位下降量分布



日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大水位上昇量分布



内閣府(2020)モデルによる津波の最大水位下降量分布



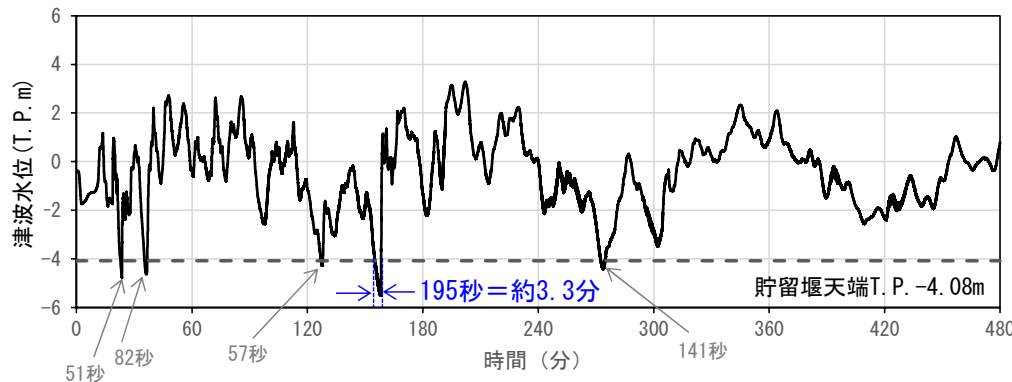
## 5. 組合せ結果の確認 (2/2)

<本編資料 5-2. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P.473, P.474より)

- 選定した津波発生要因の組合せ対象と組合せ前の単独ケースについて、貯留堰天端高さを下回る継続時間を比較した。
- 下降側の組合せ対象として選定した「内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波」は、津波水位が貯留堰天端高さを下回るケースの中で最も継続時間が長くなることを確認した。
- また、津波水位が貯留堰天端高さを下回る継続時間(最長約3.3分)は、海水貯留量(約6,600m<sup>3</sup>)に対するRSWP(取水量: 3m<sup>3</sup>/秒)の運転可能継続時間(約35分)に比べて短く、原子炉補機冷却系に必要な取水が確保されることを確認した。

貯留堰天端高さを下回る津波の一覧

区分	津波	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量	朔望平均干潮位(T.P.-0.37m)を考慮した最低水位	貯留堰天端高さ(T.P.-4.08m)を下回る継続時間	隆起/沈降
地震による津波	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	-3.78m	T.P.-4.15m	40秒	0.03m隆起(考慮する)
	内閣府(2020)モデルによる津波	-4.89m	T.P.-5.26m	175秒	1.37m沈降(保守側に考慮しない)
組合せ	内閣府(2020)モデルによる地震 + 佐井エリアの斜面崩壊(組合せ時間差=301.6s)	-5.32m	T.P.-5.69m	195秒	1.37m沈降(保守側に考慮しない)



貯留堰天端高さ(T.P.-4.08m)を下回る継続時間	RSWP運転可能継続時間
約3.3分(195秒)	約35分

貯留堰前面における水位時刻歴波形  
(内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波)

## 6. 防波堤等の影響検討

<本編資料 6-3. 津波発生要因の組合せ>より (本編資料P.505, P.508より)

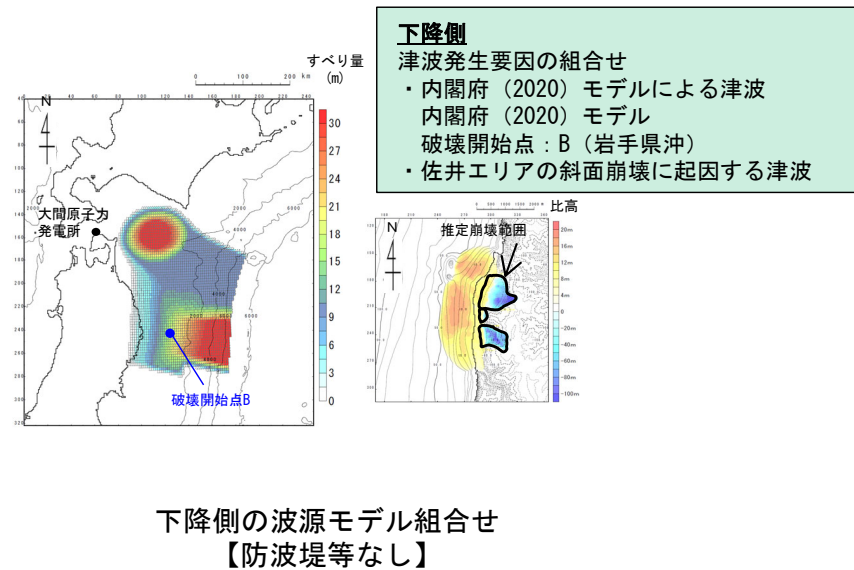
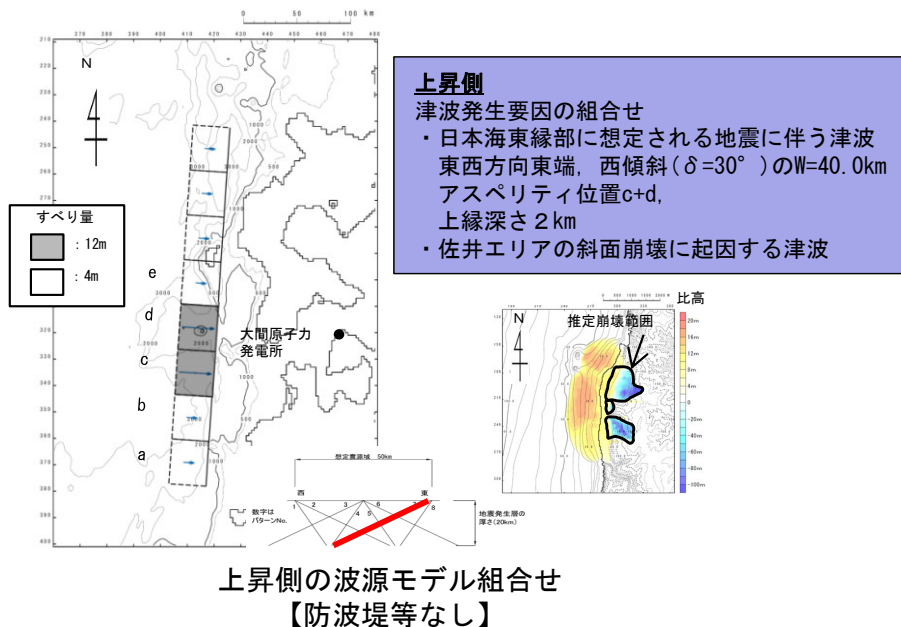
コメントNo.S5-42

- ・ 防波堤等がない場合の津波発生要因の組合せに関する検討結果は、以下のとおりである。
- ・ 防波堤等がない場合の組合せ波源のうち、水位上昇側については、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の条件が、防波堤等がある場合の条件とは、断層の東西位置、傾斜パターン、アスペリティ位置及び上縁深さが異なる (P. (14)参照)。

### 津波発生要因の組合せに関する検討結果【防波堤等なし】

津波	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と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	5.89m (P.500参照)	—
内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	—	-5.12m* (P.504参照)

※津波水位が貯留堰天端高さを下回る継続時間は最大177秒であり、防波堤等がある場合の津波水位が貯留堰天端高さを下回る継続時間195秒 (P. (19)参照) より短いことを確認した。



(余白)

## まとめ(1/2)

- 各津波発生要因によって発生する津波の敷地での水位変動量は、以下に示すとおりである。
- 敷地において上昇側は「日本海東縁部に想定される地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波」の影響が最も大きく、下降側は「内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波」の影響が最も大きいことを確認した。

## 津波の評価一覧

区分	津波	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
地震による津波※ <sup>1</sup>	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	5.85m	-3.78m
	三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波	3.69m	-3.53m
	内閣府(2020)モデルによる津波	4.01m	-4.89m
	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
地震以外の要因による津波※ <sup>2</sup>	陸上の斜面崩壊に起因する津波 (佐井エリアの斜面崩壊)	4.97m	-3.49m
	海底地すべりに起因する津波 (海底地すべり地形Ms-2)	0.53m	-0.53m
	火山現象に起因する津波 (渡島大島の山体崩壊)	3.09m	-3.12m
組合せ※ <sup>3</sup>	日本海東縁部に想定される地震と 佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	6.59m	—
	内閣府(2020)モデルによる地震と 佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	—	-5.32m

※1：地震による津波の水位は、P.366参照

※2：地震以外の要因による津波の水位は、P.438参照

※3：組合せによる津波の水位は、P.471参照

## まとめ(2 / 2)

- 防波堤等がない場合の各津波発生要因によって発生する津波の敷地での水位変動量は、以下に示すとおりである。
- 敷地において上昇側は「日本海東縁部に想定される地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波」の影響が最も大きく、下降側は「内閣府(2020)モデルによる地震と佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波」の影響が最も大きいことを確認した。
- なお、水位上昇側の波源は、防波堤等がある条件で選定した波源とは異なる※。

※敷地に与える影響が最も大きい波源が、防波堤等の有無により異なることから、水位上昇側については、防波堤等があるケースに加えて、防波堤等がないケースの波源モデルを基準津波策定に係る波源として選定する方針である(基準津波の策定に係る審議においてご説明)。

## 津波の評価一覧【防波堤等なし】

区分	津波	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
地震による津波※ <sup>1</sup>	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	5.12m	—
	内閣府(2020)モデルによる津波	—	-4.38m
地震以外の要因による津波※ <sup>2</sup>	陸上の斜面崩壊に起因する津波 (佐井エリアの斜面崩壊)	4.85m	-2.79m
組合せ※ <sup>3</sup>	日本海東縁部に想定される地震と 佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	5.89m	—
	内閣府(2020)モデルによる地震と 佐井エリアの斜面崩壊の組合せによる津波	—	-5.12m

※1：地震による津波の水位は、P.486参照

※2：地震以外の要因による津波の水位は、P.493参照

※3：組合せによる津波の水位は、P.505参照



# 評価の概要

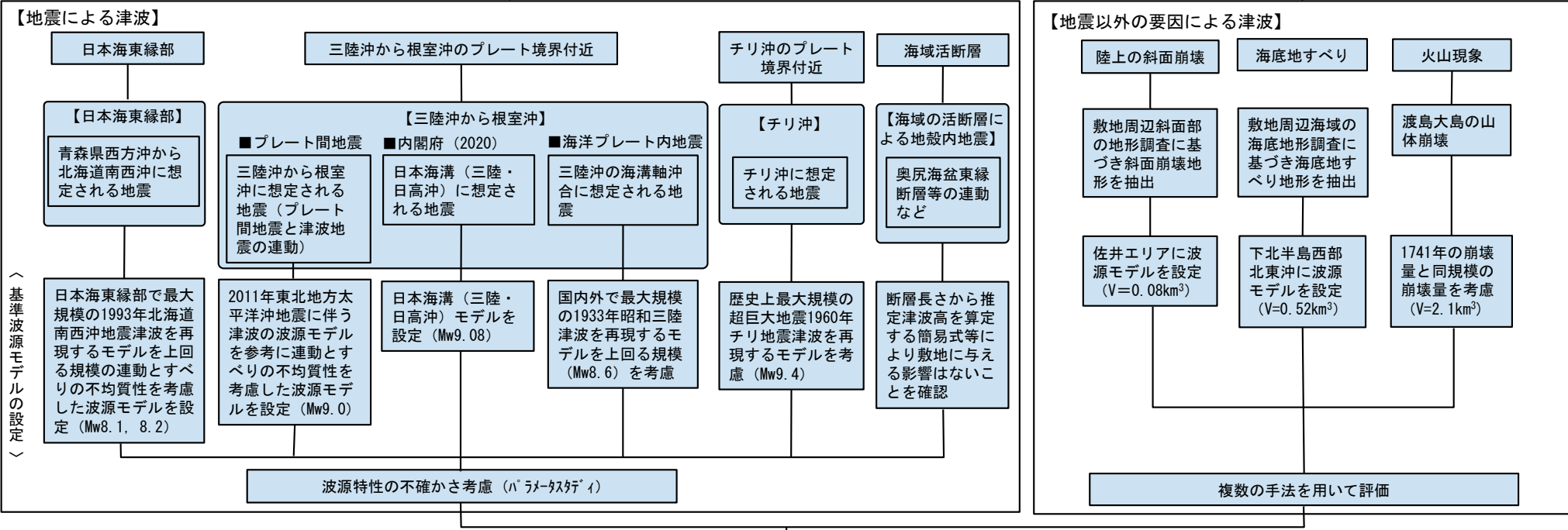
本資料でのご説明範囲（コメント回答他）  
 次回以降のご説明範囲  ご説明済みの範囲



津波発生  
要因の選定

【既往津波等の検討】 既往津波等に関する文献調査により、詳細検討を行う津波発生要因を選定。津波堆積物調査により、津波堆積物の分布を確認。

検討波源の選定



基準波源モデルの設定

津波の評価

【地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せ】

因果関係があると考えられる津波発生要因の組合せ

- 地震：【上昇側】日本海東縁部に想定される地震，【下降側】内閣府(2020)モデルによる地震
- 地震以外の要因：佐井エリアの斜面崩壊

基準津波の策定

防波堤等の影響検討

基準津波の策定

敷地付近の想定津波群の包絡線が既往津波高等を上回っていること及び、敷地の基準津波が行政機関の津波評価を上回っていることを確認

(参照)

- 敷地における最高水位※1
- 取水口スクリーン室前面における最低水位※1


年超過確率


取水性の確保

基準津波に対する安全性

※1：敷地における最大水位変動量に、期望平均満潮位 (T.P.+0.55m)，期望平均干潮位 (T.P.-0.37m) を考慮。

1.	既往津波等の検討	1
1-1.	既往津波の文献調査	1
1-2.	津波堆積物調査	19
1-3.	行政機関による既往評価の整理	29
1-4.	既往津波等の検討のまとめ	37
2.	数値シミュレーション	39
2-1.	津波の計算条件	39
2-2.	数値シミュレーションモデルの妥当性検討	57
2-3.	敷地及び敷地付近における評価方針	69
3.	地震による津波	75
3-1.	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	75
3-2.	三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波	143
3-2-1.	三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波	143
3-2-2.	内閣府(2020)モデルによる津波	279
3-2-3.	三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波	293
3-3.	チリ沖に想定される地震に伴う津波	329
3-4.	海域活断層に想定される地震に伴う津波	359
3-5.	地震による津波のまとめ	365
4.	地震以外の要因による津波	367
4-1.	陸上の斜面崩壊に起因する津波	367
4-2.	海底地すべりに起因する津波	393
4-3.	火山現象に起因する津波	421
4-4.	地震以外の要因による津波のまとめ	437
5.	津波発生要因の組合せに関する検討	439
5-1.	組合せ対象候補の抽出	439
5-2.	津波発生要因の組合せ	449
6.	防波堤等の影響検討	475
6-1.	地震による津波	475
6-2.	地震以外の要因による津波	487
6-3.	津波発生要因の組合せ	495
7.	基準津波の策定	
7-1.	基準津波の選定	
7-2.	基準津波選定結果の検証	
7-2-1.	既往津波との比較	
7-2-2.	行政機関による既往評価との比較	
8.	基準津波	


 : 本資料の掲載範囲


 : 本資料での主なご説明範囲

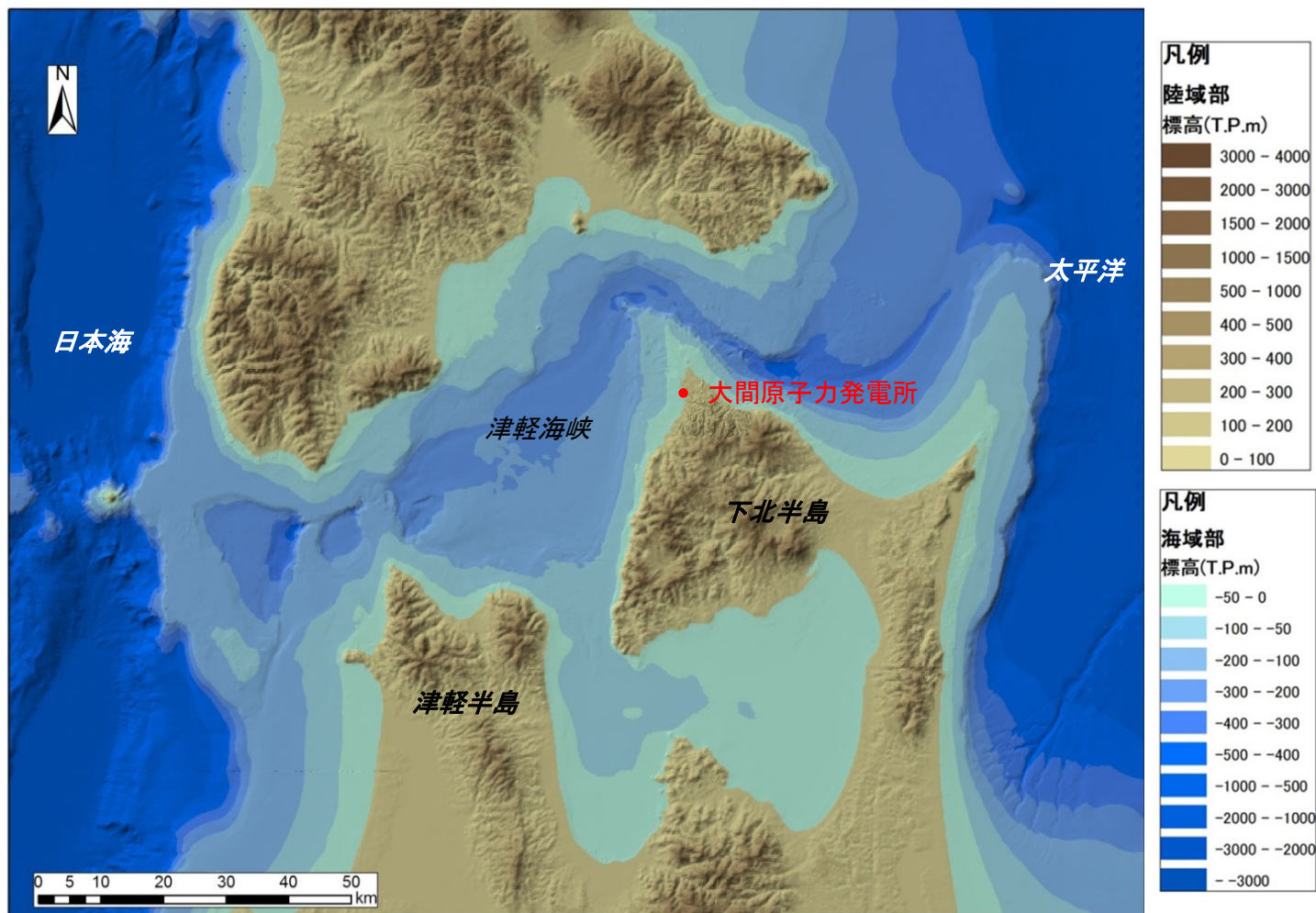


# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲



- 【対象とする津波】**
- ・ 日本海側近地津波
  - ・ 太平洋側近地津波
  - ・ 遠地津波

大間原子力発電所 位置図

敷地が津軽海峡内に位置していることから、近地津波を日本海側と太平洋側とで発生海域別に区分するとともに、遠地津波も対象とし、津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波を各海域別に抽出した。



# 1-1. 既往津波の文献調査 (2 / 15)

## 日本海側の近地津波 (1 / 4)

東北地方の日本海側沿岸に影響を及ぼしたと考えられる津波規模mが2以上の近地津波を下表に示す。

発生日月	発生場所 (緯度・経度)	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要	函館・松前等の 津波高さ (m)
701年(大宝元年) 5月12日	若狭湾	—	< 2 >	丹波：地震うこと3日。若狭湾内の凡海郷(おうしあま)が海に没したという「冠島伝説」があるが、疑わしい。	記録なし
850年(嘉祥3年) 一月一日	山形県沖 39.0° N, 139.7° E	≒7.0	2	出羽：地裂け、山崩れ、国府の城柵は傾倒し、圧死多数。最上川の岸崩れ、海水は国府から6里(3km)のところまで迫った。	記録なし
863年(貞観5年) 7月10日	新潟県沖	—	< 2 ? >	越中・越後：山崩れ、谷埋まり、水湧き、民家破壊し、圧死多数。直江津付近にあった数個の小島が壊滅したという。確実な史料に津波記事なし。	記録なし
887年(仁和3年) 8月2日	新潟県南部沖	—	< 2 >	越後で津波を伴い、溺死者数千という。京都有感。越後に関する史料の信憑性不十分。	記録なし
1092年(寛治6年) 9月13日	新潟県沖	—	< 2 ? >	越後：柏崎～岩船間の沿岸、海府浦・親不知大津波におそわる。「地震」とある古記あるも、地震の状況を記した古記録未発見。疑わしい。	記録なし
1341年(興国2年) 10月31日	青森県西方沖	—	< 3 ? >	津軽十三湖：『東日流(つがる)外三郡誌』によれば、地震とともに三丈(9m)余の津波が津軽半島十三湖を襲い、26,000人が溺死したとある。史料は偽書とされ、極めて疑わしい。	記録なし
1614年(慶長19年) 11月26日	越後高田	—	2	従来、越後高田の地震とされていたもの。大地震の割に史料が少なく、震源については検討すべきことが多い。京都で家屋・社寺などが倒壊し、死2, 傷370という。京都付近の地震とする説がある。	記録なし
1741年(寛保元年) 8月28日	渡島大島火山 41.6° N, 139.4° E	6.9	3 < 3.5 >	渡島西岸・津軽・佐渡：渡島大島この月の上旬より活動、13日に噴火した。19日早朝に津波、北海道で死1467, 流出家屋729, 船1521破壊。津軽で田畑の損も多く、流失潰家約100, 死37。佐渡・能登・若狭にも津波。	松前：5.8 函館：— 三厩：2.5～3.0

- 「発生場所(緯度・経度)及び地震規模 M」は、次の値を示している。  
1922年以前の地震：宇佐美ほか(2013)  
1923年以降の地震：気象庁の発表による。
- 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。ただし、[ ]は羽島による値(宇佐美ほか(2013)より引用)、< >は羽島(1984)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。
- 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台編(2013)等を参照している。
- 「函館・松前等の津波高さ」は、渡辺(1998)等の資料をもとに示している。

: 津波の規模、津波被害の大きさ等から、津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波



# 1-1. 既往津波の文献調査 (3 / 15)

## 日本海側の近地津波 (2 / 4)

東北地方の日本海側沿岸に影響を及ぼしたと考えられる津波規模mが2以上の近地津波を下表に示す。

発生年月日	発生場所 (緯度・経度)	地震規模 M	津波規模 m	地震・津波の概要	函館・松前等の 津波高さ (m)
1792年(寛政4年) 6月13日	積丹半島沖 43 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ° N, 140.0° E	≒7.1	2 < 1 >	後志：津波があった。忍路で港頭の岸壁が崩れ、海岸に引き上げていた夷船漂流、出漁中の夷人5人溺死。美国でも溺死若干。	記録なし
1833年(天保4年) 12月7日	山形県沖 38.9° N, 139.25° E	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ±1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2 < 2.5 >	羽前・羽後・越後・佐渡：庄内地方で特に被害が大きく、潰家475、死42。津波が本荘から新潟に至る海岸と佐渡を襲い、能登で大破流出家約345、死約100。	松前：1.2 函館：1~2
1940年(昭和15年) 8月2日	積丹半島沖 44° 21.5' N, 139° 49.0' E	7.5	2	「積丹半島沖地震」：被害はほとんどなく、津波による被害が大きかった。波高は、羽幌・天塩2m, 利尻3m, 金沢・宮津1m。天塩河口で溺死10。	松前：1.0 函館：-
1964年(昭和39年) 6月16日	新潟県沖 38° 22.2' N, 139° 12.7' E	7.5	2	「新潟地震」：新潟・秋田・山形の各県を中心に被害があり、死26、家屋全壊1960、半壊6640、浸水15297、その他船舶・道路の被害も多かった。津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。粟島が約1m隆起した。	松前：- 函館：0.68
1983年(昭和58年) 5月26日	秋田・青森県沖 40° 21.6' N, 139° 04.4' E	7.7	2.5 [3]	「昭和58年日本海中部地震」：被害は秋田県で最も多く、青森・北海道がこれに次ぐ。日本全体で死104(うち津波によるもの100)、傷163(同104)、建物全壊934、半壊2115、流失52、一部破損3258、船沈没255、流失451、破損1187。津波は早い所では津波警報発令以前に沿岸に到達した。石川・京都・島根など遠方の府県にも津波による被害が発生した。	松前：1.88, 3.50 函館：0.69 大間：0.30 小泊：3.34~5.59
1993年(平成5年) 7月12日	北海道南西沖 42° 46.9' N, 139° 10.8' E	7.8	[3]	「平成5年北海道南西沖地震」：地震に加えて津波による被害が大きく、死202、不明28、傷323。特に地震後間もなく津波に襲われた奥尻島の被害は甚大で、島南端の青苗地区は火災もあって壊滅状態。夜10時すぎの間のなかで多くの人命、家屋等が失われた。津波の高さは青苗の市街地で10mを越えたところがある。	松前：1.18 函館：0.40 大間：0.75 小泊：1.62

- 「発生場所(緯度・経度)及び地震規模 M」は、次の値を示している。  
1922年以前の地震：宇佐美ほか(2013)  
1923年以降の地震：気象庁の発表による。
- 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。ただし、[ ]は羽島による値(宇佐美ほか(2013)より引用)、< >は羽島(1984)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。
- 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台編(2013)等を参照している。
- 「函館・松前等の津波高さ」は、渡辺(1998)等の資料をもとに示している。

■ : 津波の規模, 津波被害の大きさ等から, 津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波



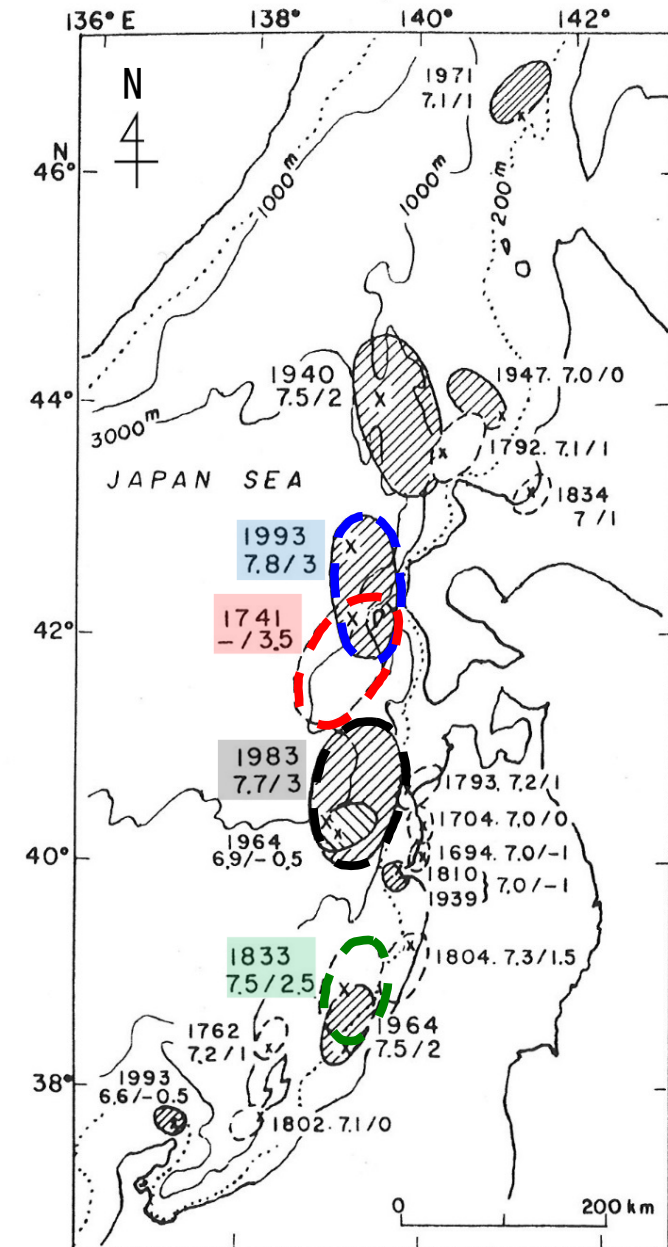
# 1-1. 既往津波の文献調査 (4 / 15)

## 日本海側の近地津波 (3 / 4)

津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波として、津波の規模、発生位置、既往津波高の分布及び津波による被害の大きさを考慮し、以下の津波を抽出した。

- ・ 1741年渡島大島火山津波
- ・ 1833年山形県沖津波
- ・ 1983年日本海中部地震津波
- ・ 1993年北海道南西沖地震津波

敷地近傍の大間においては、これらの津波のうち1983年日本海中部地震津波では0.30m、1993年北海道南西沖地震津波では0.75mの既往津波高が記録されている。

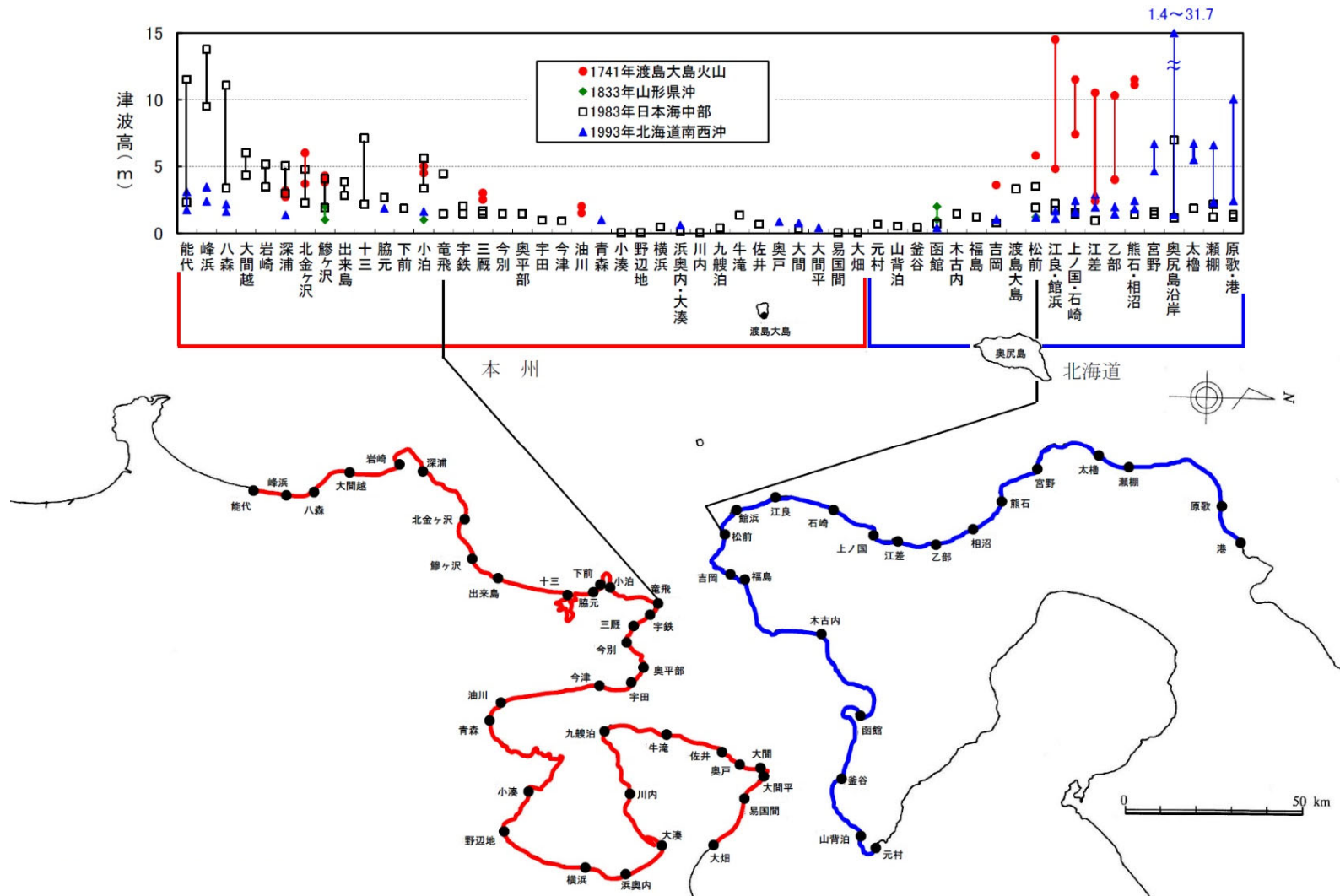


日本海東縁部で発生した津波の波源域

羽鳥 (1994) に一部加筆



## 日本海側の近地津波 (4 / 4)



近地津波 (日本海側) 既往津波高の比較

- ・ 日本海側の近地津波の検討対象海域として日本海東縁部を選定した。
- ・ また、同海域で発生した津波のうち津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波として、波源の位置、既往津波高の分布等を考慮し、1741年渡島大島火山津波を選定した。



# 1-1. 既往津波の文献調査 (6 / 15)

## 太平洋側の近地津波 (1 / 5)

東北地方の太平洋側沿岸に影響を及ぼしたと考えられる津波規模mが2以上の近地津波を下表に示す。

発生日月	発生場所 (緯度・経度)	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要	函館・八戸等の 津波高さ (m)
869年(貞観11年) 7月13日	三陸沖 37.5~39.5° N 143~145° E	8.3 ±1/4	4	三陸沿岸：城郭・倉庫・門櫓・垣壁など崩れ落ち倒潰するもの無数。津波が多賀城下を襲い、溺死約1千。三陸沖の巨大地震とみられる。	記録なし
1611年(慶長16年) 12月2日	三陸沖 39.0° N, 144.4° E	≒8.1	4	三陸沿岸および北海道東岸：三陸地方で強震。震害は未発見、津波の被害が大きかった。伊達領内で死1783、南部・津軽で人馬の死3千余という。三陸沿岸で家屋の流出が多く、北海道東部でも溺死が多かった。津波の波源が1933年三陸沖津波とほぼ一致する。	記録なし
1640年(寛永17年) 7月31日	北海道噴火湾 42.1° N, 140.7° E	—	2 (1~2)	北海道噴火湾：駒ヶ岳噴火に伴い津波があり、死700余、昆布舟流出100余。	記録なし
1677年(延宝5年) 4月13日	青森県東方沖 41.0° N, 142 1/4° E	7 1/4~7 1/2	2	陸中：八戸に震害。1時間後に津波が来て、家屋流潰約70。余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ている。	風間浦村下風呂：1~2 八戸：津波
1763年(宝暦12年) 1月29日	青森県東方沖 41.0° N, 142 1/4° E	7.4	1 (2)	陸奥八戸：11月初めより地震があり、この日大地震。寺院・民家が破損した。平館で家潰1、死3。函館でも強く感じた。津波があり、余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ているので、もっと沖の大きな地震かもしれない。	函館：1~2? 八戸：4~5
1793年(寛政5年) 2月17日	三陸沖 38.5° N, 144.5° E	8.0~8.4	2 [2.5]	陸前・陸中・磐城：仙台封内で家屋損壊1千余、死12。沿岸に津波が来て、大槌・両石で流潰家71、死9。気仙沼で流出家300余。余震が多かった。宮城県沖の巨大地震と考えられる。	函館：— 八戸：1~2
1835年(天保6年) 7月20日	宮城県沖 38.5° N, 142.5° E	≒7.0	(1~2)	仙台：仙台城で石垣崩れ、藩内で被害。岩手県藤沢町で石垣崩れ、蔵の壁を損じた。	記録なし
1843年(天保14年) 4月25日	根室半島沖 42.0° N, 146.0° E	≒7.5	2	釧路・根室：厚岸国泰寺で被害があった。津波があり、全体で死46。家屋破壊76。八戸にも津波。松前・津軽で強く感じ、江戸でも有感。	函館：1 八戸：—
1856年(安政3年) 8月23日	青森県東方沖 41.0° N, 142 1/2° E	≒7.5	2 [2.5]	日高・胆振・渡島・津軽・南部：震害は少なかったが、津波が三陸及び北海道の南岸を襲った。南部藩で流失93、潰106、溺死26、八戸藩でも死3など。余震が多かった。1968年十勝沖地震に津波の様子がよく似ており、もう少し海溝寄りの地震かもしれない。	函館：3~3.9 八戸：3?
1894年(明治27年) 3月22日	根室半島沖 42 1/2° N, 146° E	7.9	2 [2.5]	根室南西沖：根室・厚岸で家屋・土蔵に被害。死1、家屋潰12、津波は宮古4m、大船渡1.5mなど。	函館：0.5 八戸：—
1896年(明治29年) 6月15日	三陸沖 39 1/2° N, 144° E	8 1/4	4 [3.5]	「明治三陸地震津波」：震害はない。津波が北海道より牡鹿半島にいたる海岸に襲来し、死者は青森343、宮城3452、北海道6、岩手18158、家屋流失全半壊1万以上、船の被害約7千、波高は吉浜24.4m、綾里38.2m、田老14.6mなど。津波はハワイやカリフォルニアに達した。Mは津波を考慮したもの。	函館：1.8 大畑：2.4 八戸：3.0
1897年(明治30年) 8月5日	宮城県沖 38.3° N, 143.3° E	7.7	1 [2] (1~2)	宮城県沖：津波により三陸沿岸に小被害。津波の高さは盛町で3m、釜石で1.2m。	記録なし

- 「発生場所(緯度・経度)及び地震規模 M」は、次の値を示している。  
1922年以前の地震：宇佐美ほか(2013)  
1923年以降の地震：気象庁の発表による。
- 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。ただし、[ ]は羽島による値(宇佐美ほか(2013)より引用)、( )は渡辺(1998)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。  
なお、〈 〉は、国立天文台編(2013)による値で宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。
- 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台編(2013)等を参照している。
- 「函館・八戸等の津波高さ」は、次の値を示している。  
2003年以前の津波：渡辺(1998)等  
2011年の津波：東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)等

■：津波の規模、津波被害の大きさ等から、津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波



# 1-1. 既往津波の文献調査 (7/15)

## 太平洋側の近地津波 (2/5)

東北地方の太平洋側沿岸に影響を及ぼしたと考えられる津波規模mが2以上の近地津波を下表に示す。

発生日月	発生場所 (緯度・経度)	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要	函館・八戸等の 津波高さ (m)
1933年(昭和8年) 3月3日	三陸沖 39° 07.7' N, 145° 07.0' E	8.1	3	「三陸地震津波」：震害は少なかった。津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死・不明3064, 家屋流失4034, 倒壊1817, 浸水4018。波高は綾里湾で28.7mにも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。	函館：0.9 大間：1.3程度 八戸：1.5~4.7
1952年(昭和27年) 3月4日	十勝沖 41° 42.3' N, 144° 09.0' E	8.2	2 [2.5]	「十勝沖地震」：北海道南部・東北部に被害があり、津波が関東地方に及ぶ。波高は北海道で3m前後、三陸沿岸で1~2m。死28, 不明5, 家屋全壊815, 半壊1324, 流失91。	函館：0.32 八戸：2.0
1958年(昭和33年) 11月7日	エトロフ島沖 44° 18.0' N, 148° 30.0' E	8.1	1 [2] (2)	択捉島沖：釧路地方で電信線・鉄道・道路に小被害があった。太平洋岸各地に津波があり、小被害。	函館：0.26 八戸：0.51
1963年(昭和38年) 10月13日	エトロフ島沖 44° 02.9' N, 149° 49.5' E	8.1	2 [3]	択捉島沖：津波があり、三陸海岸で軽微な被害。花咲で1.2m, 八戸で1.3mなど。	函館：0.60 * 八戸：1.30 *
1963年(昭和38年) 10月20日	エトロフ島沖 44° 05.6' N, 150° 00.3' E	6.7	2	エトロフ島沖：ウルップ島で10~15m, エトロフ島で8m と震源付近で局地的に大きな津波で被害があった。	函館：— 八戸：0.50 *
1968年(昭和43年) 5月16日	青森県東方沖 40° 41.9' N, 143° 35.7' E	7.9	2 [2.5]	「1968年十勝沖地震」：青森県を中心に北海道南部・東北地方に被害。死52, 傷330, 建物全壊673, 半壊3004。青森県下で道路損壊が多かった。津波があり、三陸沿岸3~5m, えりも町 3m, 浸水529, 船舶流失沈没127。コンクリート造建築の被害が目だった。	函館：0.97 大間：0.2~1.1 八戸：1.54~4.82
1969年(昭和44年) 8月12日	北海道東方沖 43° 22.6' N, 147° 54.3' E	7.8	0 [2.5] (1)	北海道東方沖：津波により北海道東部に軽微な被害あり。検潮記録による津波の高さは花咲129cm, 釧路93cm, 八戸109cmなど。	函館：0.41* 八戸：1.08*
1973年(昭和48年) 6月17日	根室半島沖 43° 03.5' N, 145° 58.2' E	7.4	0 [2] (1)	「1973年6月17日根室半島沖地震」：根室・釧路地方に被害。全体で傷26, 家屋全壊2, 一部破損1。小津波があり、波高は花咲で2.8m, 浸水275, 船舶流失沈没10。また、6月24日の余震 (M 7.1, m = 0) で傷1, 家屋一部破損2。小津波があった。	函館：0.27 八戸：0.50
1994年(平成6年) 10月4日	北海道東方沖 43° 22.5' N, 147° 40.4' E	8.2	[3] (2)	「平成6年北海道東方沖地震」：北海道東部を中心に被害があり、傷437, 住宅全壊61, 半壊348。津波は花咲で173cm, 八戸で72cmなど。震源に近い択捉島では死・不明10など、地震と津波で大きな被害。	函館：0.50 八戸：0.72
2003年(平成15年) 9月26日	十勝沖 41° 46.7' N, 144° 04.7' E	8.0	[2.5] (2)	「平成15年十勝沖地震」：太平洋プレート上面の逆断層型プレート間地震で1952年とほぼ同じ場所。不明2, 傷849, 住宅全壊116, 半壊368。北海道及び本州の太平洋岸に最大4m程度の津波。	函館：0.8 大間：0.31* 八戸：1.0
2011年(平成23年) 3月11日	三陸沖 38° 06.2' N, 142° 51.6' E	9.0	4	「東北地方太平洋沖地震」：日本海溝付近から沿岸部近くまでの太平洋プレートと陸側プレートの境界面(東西幅200km)が震源。死者行方不明者18000余。貞観地震の再来かといわれる浸水域の広い、高い津波が東日本の太平洋岸の広域に襲来した。津波は姉吉で38.8mであり、明治三陸津波より高くなった。	函館：1.42~3.02 大間港：0.91 八戸：1.91~8.41

- 「発生場所(緯度・経度)及び地震規模 M」は、次の値を示している。  
1922年以前の地震：宇佐美ほか(2013)  
1923年以降の地震：気象庁の発表による。
- 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。ただし、[ ]は羽鳥による値(宇佐美ほか(2013)より引用)、( )は渡辺(1998)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。  
なお、< >は、国立天文台編(2013)による値で宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。

- 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台編(2013)等を参照している。
- 「函館・八戸等の津波高さ」は、次の値を示している。  
2003年以前の津波：渡辺(1998)等  
2011年の津波：東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)等  
なお、\*は検潮記録の全振幅を表わし、津波の高さとしてはこの値の1/2程度である。

■：津波の規模、津波被害の大きさ等から、津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波



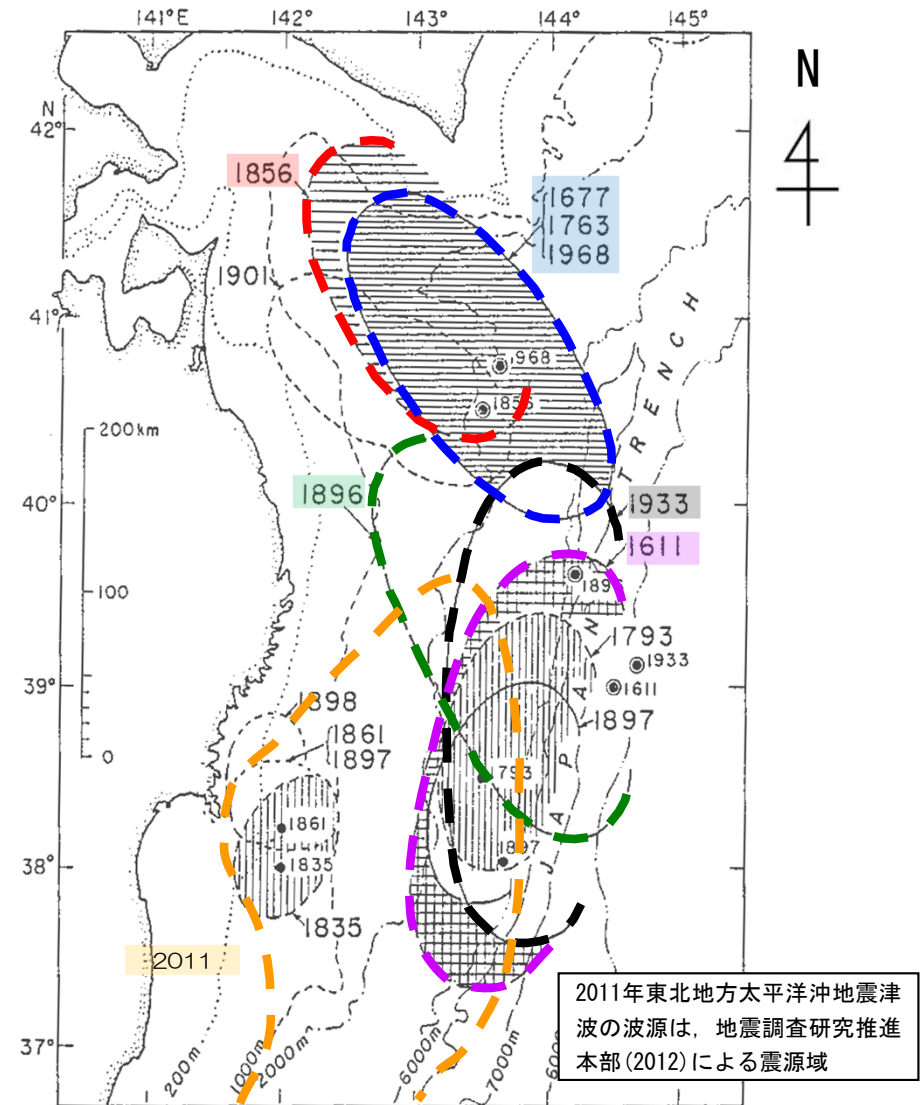
# 1-1. 既往津波の文献調査 (8 / 15)

## 太平洋側の近地津波 (3 / 5)

津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波として、津波の規模、発生位置、既往津波高の分布及び津波による被害の大きさを考慮し、以下の津波を抽出した。

- ・ 869年三陸沖津波※
- ・ 1611年慶長三陸津波
- ・ 1677年青森県東方沖津波
- ・ 1763年青森県東方沖津波
- ・ 1856年青森県東方沖津波
- ・ 1896年明治三陸津波
- ・ 1933年昭和三陸津波
- ・ 1968年十勝沖地震津波
- ・ 2011年東北地方太平洋沖地震津波

敷地近傍の大間においては、これらの津波のうち、1933年昭和三陸津波では約1.3m、1968年十勝沖地震津波では0.2m~1.1m、2011年東北地方太平洋沖地震津波では大間港の潮位観測から0.91mの既往津波高が記録されている。



※：869年三陸沖津波の波源域は、羽鳥（1975）に記載されていない。

青森県東方沖から三陸沖で発生した津波の波源域

羽鳥（1975）に一部加筆



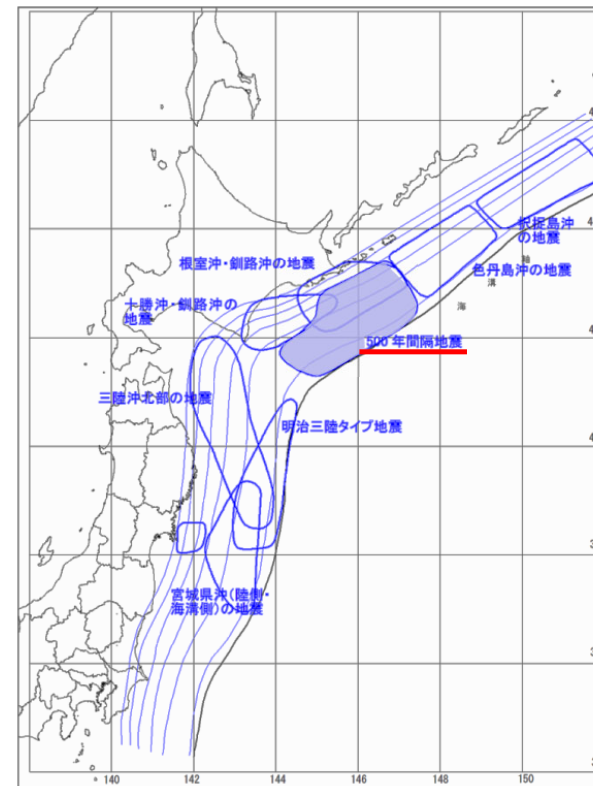
# 1-1. 既往津波の文献調査 (9 / 15)

## 太平洋側の近地津波 (4 / 5)

- 北海道東部地域に分布する津波堆積物を対象とした研究から、十勝沖・根室沖連動型地震に伴う津波が発生していることが知られている。
- 地震調査研究推進本部 (2017a) では、それらの研究成果に基づき、十勝沖の地震と根室沖の地震が過去に約340~380年の間隔で連動しているものとして評価されている。
- 中央防災会議 (2006) では、十勝沖・根室沖連動型地震を“500年間隔地震”とみなし、最後の活動が17世紀初頭であるとされている。

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.)	発生時期 (cal.B.P.)
津波1	17世紀初頭	津波1	
	400~500	津波2	
津波2	12~13世紀	津波3	
	300~400		
津波3	9世紀	津波4	
	500	津波5	
津波4	1630-(4世紀?)	津波6	
	(300+)	津波7, 8	
津波5	AD/BC?	津波9	
	(500+)		
津波6	2590-	津波10	
	300+	津波11	
津波7	2870~2920	津波12	
	400+	津波13	
津波8	3220~3460	津波14	
	400	津波15	
津波9	3690~3720	津波16	
	500+	津波17	
津波10	4200+	津波18	
	300~350		
津波11	4580		
	300		
津波12	4860+		
	100		
津波13	5000-		
	>600		
津波14	5640+		
	600		
津波15	6370-		

津波堆積物に基づく十勝～根室地方の古津波の対比  
平川ほか (2005)

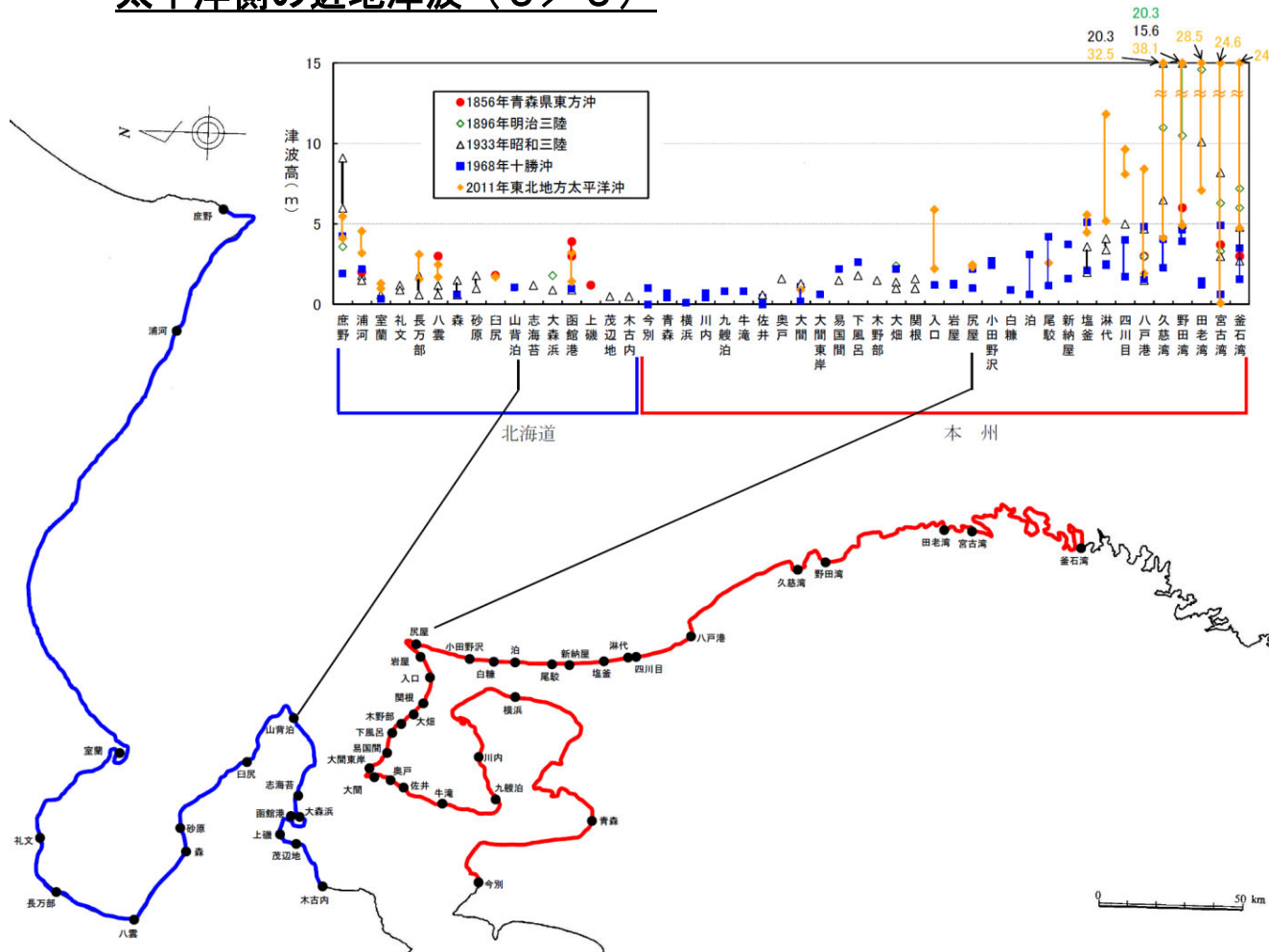


津波を発生させる断層領域の模式図  
中央防災会議 (2006) に一部加筆



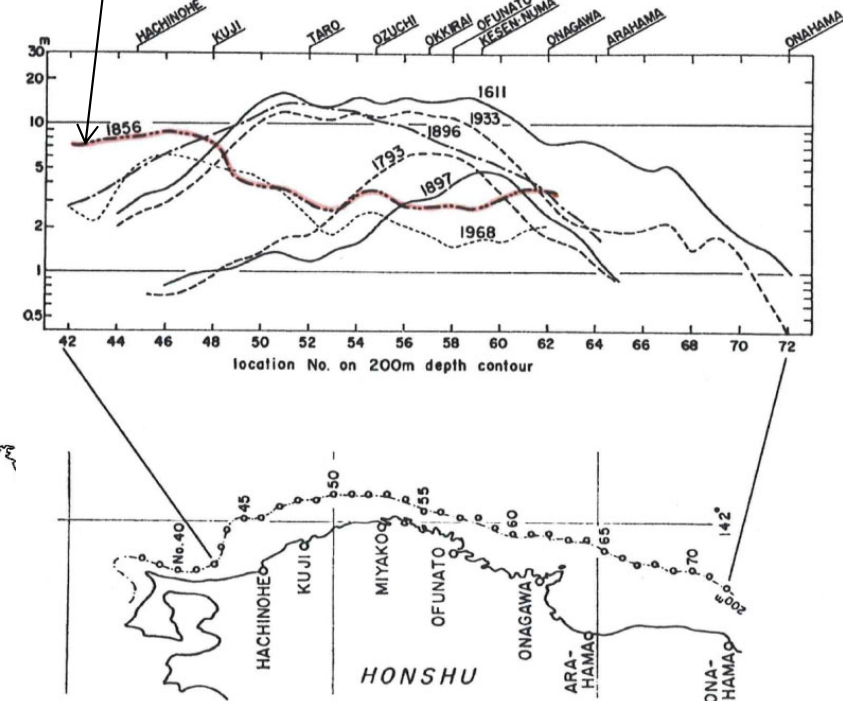
# 1-1. 既往津波の文献調査 (10/15)

## 太平洋側の近地津波 (5/5)



近地津波（太平洋側）の既往津波高の比較

相田（1977）による既往津波再現計算によれば，八戸付近より北方においては，図中に示される全ての津波の中で1856年青森県東方沖津波が最大となっている。



近地津波（太平洋側）の計算津波高の分布

相田（1977）に一部加筆

- 太平洋側の近地津波の検討対象海域として，津波堆積物を対象とした研究も踏まえ，三陸沖から根室沖を選定した。
- また，同海域で発生した津波のうち津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波として，波源の位置，既往津波高の分布，既往研究成果（相田（1977））等を考慮し，1856年青森県東方沖津波を選定した。

(余白)



# 1-1. 既往津波の文献調査 (11 / 15)

## 遠地津波 (1 / 4)

東北地方の沿岸に影響を及ぼしたと考えられる遠地津波を下表に示す。

発生日月	発生場所 (緯度・経度)	地震規模 M	津波規模 m	地震・津波の概要	函館・八戸等の 津波高さ (m)
1586年(天正14年) 7月10日	ペルーのリマ沖 12.3° S, 77.7° W	7.7	4	津波の高さはリマで26m, 10km内陸まで浸入。三陸の陸前海岸で津波あり。	記録なし
1687年(貞享4年) 10月20日	ペルーのカヤオ沖 15.2° S, 75.9° W	7.6	3	カヤオ, チャシカイ, ピスコで津波があった。三陸沿岸の塩釜で高さ約50cm, 12~13回押し寄せた。沖縄でも3回津波が押し寄せた。	記録なし
1700年(元禄12年) 1月26日	北米北西部沖 (カスケード地帯)	9.7 [ 9? ]	3~4	米国やカナダ沿岸における津波の高さは5~7mと推定。日本沿岸各地の津波の高さは岩手県宮古3m, 同大槌と和歌山県田辺で2m, 茨城県那珂湊や静岡県清水(三保)で約2mと推定される。宮古と田辺では津波による被害があったという。	記録なし
1730年(享保15年) 7月8日	チリのバル パライソ沖 33.1° S, 71.6° W	8.7	4	バルパライソは浸水が激しく, 港は破壊された。コンセプションは全滅。津波は三陸の陸前沿岸に襲来, 牡鹿半島で田畑が浸水した。	記録なし
1751年(宝暦元年) 5月25日	チリの コンセプション沖 36.8° S, 71.6° W	8.5	3	古いコンセプションは全滅。津波は日本沿岸へ襲来, 三陸沿岸の大槌, 牡鹿および気仙沼で床まで浸水した。	記録なし
1780年(安永9年) 6月29日	千島列島 ウルフ島南東沖 46.0° N, 151.0° E	7.5	3	ウルフ島で津波の高さ10~12m。同島東岸に停泊中のロシア船が山上に打ち上げられた。津波は北海道東岸へ襲来した。	記録なし
1837年(天保8年) 11月7日	チリ南部沖 39.8° S, 73.2° W	8.0 [ 9 1/4 ]	3	コンセプション, バルデビアで大津波。津波によりハワイ諸島で大被害。三陸沿岸陸前の気仙沼湾, 本吉, 牡鹿及び宮城の3郡で潮あふれる。	記録なし
1868年(慶応4年) 8月13日	チリ北部アリカ沖 18.5° S, 70.4° W	8.5 [ 9.0 ]	4	「アリカ地震」 チリ北部で大津波となり太平洋に波及した。アリカで津波の高さ14m, 死者25,000人ともいわれる。ハワイ島で大被害。日本沿岸では函館で2m, 宮城県本吉郡, 伊豆下田, 沖縄那覇港でも観測。	函館: 2
1877年(明治10年) 5月10日	チリのイキケ沖 19.6° S, 70.2° W	8.3 [ 9.0 ]	4	「イキケ地震」 1868年以上の大地震。太平洋沿岸全域に波及。チリ沿岸では1.2~24m。ハワイ諸島で1.2~6.6m。日本沿岸では, 函館2.4m, 釜石3m, 東京湾0.7m。函館と三陸沿岸で被害。房総半島で死者を含む被害があった。	函館: 2.4
1918年(大正7年) 9月7日	千島列島 ウルフ島東方沖 45.5° N, 151.5° E	8.2 [ 8.5 ]	3	津波の高さはウルフ島東岸で12m。日本沿岸では, 根室1m, 函館0.5m, 三陸沿岸1m以下。父島では1.4mで家屋浸水12, 橋梁流失2の被害。	函館: 0.5
1922年(大正11年) 11月11日	チリのアタカマ沖 28.5° S, 70° W	8.3 [ 8.7 ]	3	「アタカマ地震」 チリ沿岸で大津波となり, 太平洋沿岸各地に波及した。ペルーのカヤオで24m。日本沿岸の津波の最大全振幅は, 花咲60cm, 鮎川165cmなど。大船渡で家屋30棟が波に洗われた(高さ1~2mか)。	函館: -

- 「発生場所(緯度・経度), 地震規模 M」は次の値を示している。  
1996年以前の地震: 渡辺 (1998)  
2010年の地震: 気象庁の発表による。  
ただし, 地震規模の [ ] は, Abe (1979) による遠地津波のMt (渡辺 (1998) より引用) を示している。
- 「津波規模 m」は, 次の値を示している。  
1996年以前の津波: 渡辺 (1998)  
2010年の津波: 羽鳥 (2011)
- 「地震・津波の概要」は, 次の値を示している。  
1996年以前の津波: 渡辺 (1998)  
2010年の津波: 今村ほか (2010) 及び都司ほか (2010)

- 「函館・八戸等の津波高さ」は, 次の値を示している。  
1996年以前の津波: 渡辺 (1998) 等  
2010年の津波: 気象庁の発表による。

□ : 津波の規模, 津波被害の大きさ等から, 津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波





# 1-1. 既往津波の文献調査 (12/15)

## 遠地津波 (2/4)

東北地方の沿岸に影響を及ぼしたと考えられる遠地津波を下表に示す。

発生日月	発生場所 (緯度・経度)	地震規模 M	津波規模 M	地震・津波の概要	函館・八戸等の 津波高さ (m)
1946年(昭和21年) 4月1日	アリューシャン 列島東部 52.8° N, 162.5° E	7.4 [ 9.3 ]	4	「アリューシャン津波」 アリューシャンのウニマク島で30.5m、ハワイ諸島で2~17mの高さとなるなど太平洋沿岸各地で被害をもたらした。日本沿岸の津波の最大全振幅は鮎川56cm、八戸20cmなど。	函館：－ 八戸：0.2 *
1952年(昭和27年) 11月4日	カムチャツカ 半島南東沖 52.3° N, 161.0° E	8.5 [ 9.0 ]	3	「カムチャツカ津波」 カムチャツカ半島で4~13mの津波。ハワイ諸島で10mに達するなど太平洋沿岸全域に影響した。日本沿岸における津波の高さは1~3m程度。北海道、三陸沿岸、下田、尾鷲など広範囲で家屋の浸水があり、三陸沿岸では漁業関係の被害があった。	函館：1.5 八戸：1.8
1960年(昭和35年) 5月22日	チリ南部沖 39.5° S, 74.5° W	8.5 [ 9.4 ]	4	「チリ地震津波」 チリ沿岸で9~25mの津波。太平洋沿岸各地に波及し、ハワイで10mに達する。24日2時頃から津波が日本各地に襲来、波高は三陸沿岸で0.8~6.1m、その他で0.9~4.1m。北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島付近で被害が大きく、沖縄でも被害があった。日本全体で死・不明142(うち沖縄で3)、家屋全壊1500余、半壊2千余。	函館：2.2~2.9 八戸：1.8~5.3
1964年(昭和39年) 3月28日	アラスカ湾 61.1° N, 147.5° W	9.2 [ 9.1 ]	4	アラスカ湾沿岸で4.2~30mの津波。日本では三陸沿岸で漁業施設に若干の被害があった。	函館：0.38 八戸：0.60
1965年(昭和40年) 2月4日	アリューシャン列島 51.3° N, 178.6° E	8.7 [ 8.6 ]	3	アリューシャンで10mの津波。三陸沿岸で漁業施設にわずかの被害があった。	函館：0.17 八戸：0.48
1996年(平成8年) 2月17日	インドネシアのイラワジャ沖 0.950° S, 137.016° E	8.1	3	インドネシアのピアック島で最大7.7m(津波到達時の潮位上)に達した。日本沿岸での津波の最大全振幅は、父島で1.95m、串本で1.70m。土佐清水では漁船20艘が転覆し、八丈島で漁船に被害があった。	函館：0.22 * 八戸：－
2010年(平成22年) 2月27日	チリ中部沿岸 36.1° S, 72.6° W	8.6	3.5	チリ沿岸部で平均5~9mの津波(遡上高さ)、最大は28mを超えた。日本沿岸での最大は気仙沼湾奥で3.0m(全振幅)。青森沿岸および津軽海峡内では津波高は1.0m以下である。	函館：0.53 八戸：0.84

- 「発生場所(緯度・経度)、地震規模 M」は次の値を示している。  
1996年以前の地震：渡辺(1998)  
2010年の地震：気象庁の発表による。  
ただし、地震規模の [ ] は、Abe(1979)による遠地津波のMt(渡辺(1998)より引用)を示している。
- 「津波規模 m」は、次の値を示している。  
1996年以前の津波：渡辺(1998)  
2010年の津波：羽鳥(2011)
- 「地震・津波の概要」は、次の値を示している。  
1996年以前の津波：渡辺(1998)  
2010年の津波：今村ほか(2010)及び都司ほか(2010)

- 「函館・八戸等の津波高さ」は、次の値を示している。  
1996年以前の津波：渡辺(1998)等  
2010年の津波：気象庁の発表による。  
なお、\*は検潮記録の全振幅で、津波の高さとしてはこの値の1/2程度である。

: 津波の規模、津波被害の大きさ等から、津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波



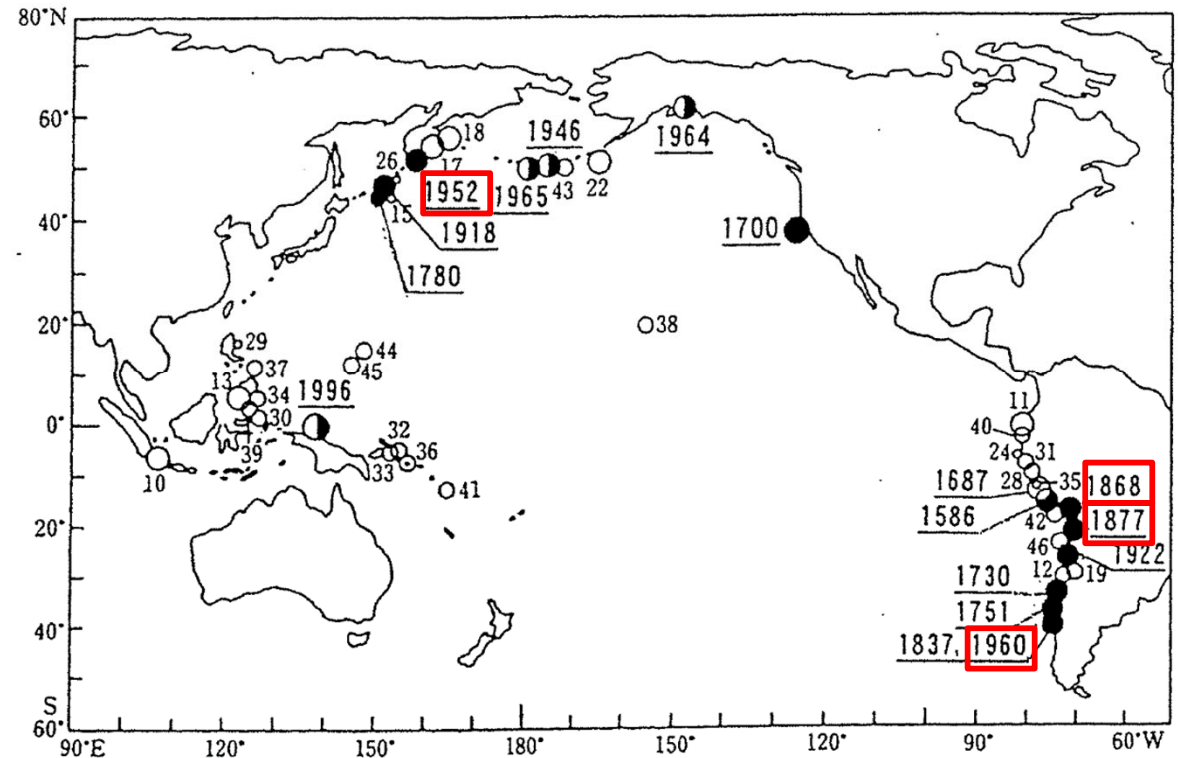
## 1-1. 既往津波の文献調査 (13 / 15)

## 遠地津波 (3 / 4)

津軽海峡沿岸及び敷地に影響を及ぼしたと考えられる津波として、函館における既往津波高が1m程度以上である以下の津波を抽出した。

- ・ 1868年チリ・アリカ地震津波
- ・ 1877年チリ・イキケ地震津波
- ・ 1952年カムチャツカ津波
- ・ 1960年チリ地震津波

敷地近傍の大間港においては、1960年チリ地震津波ではT.P. +2.0mの既往津波高が記録されている。



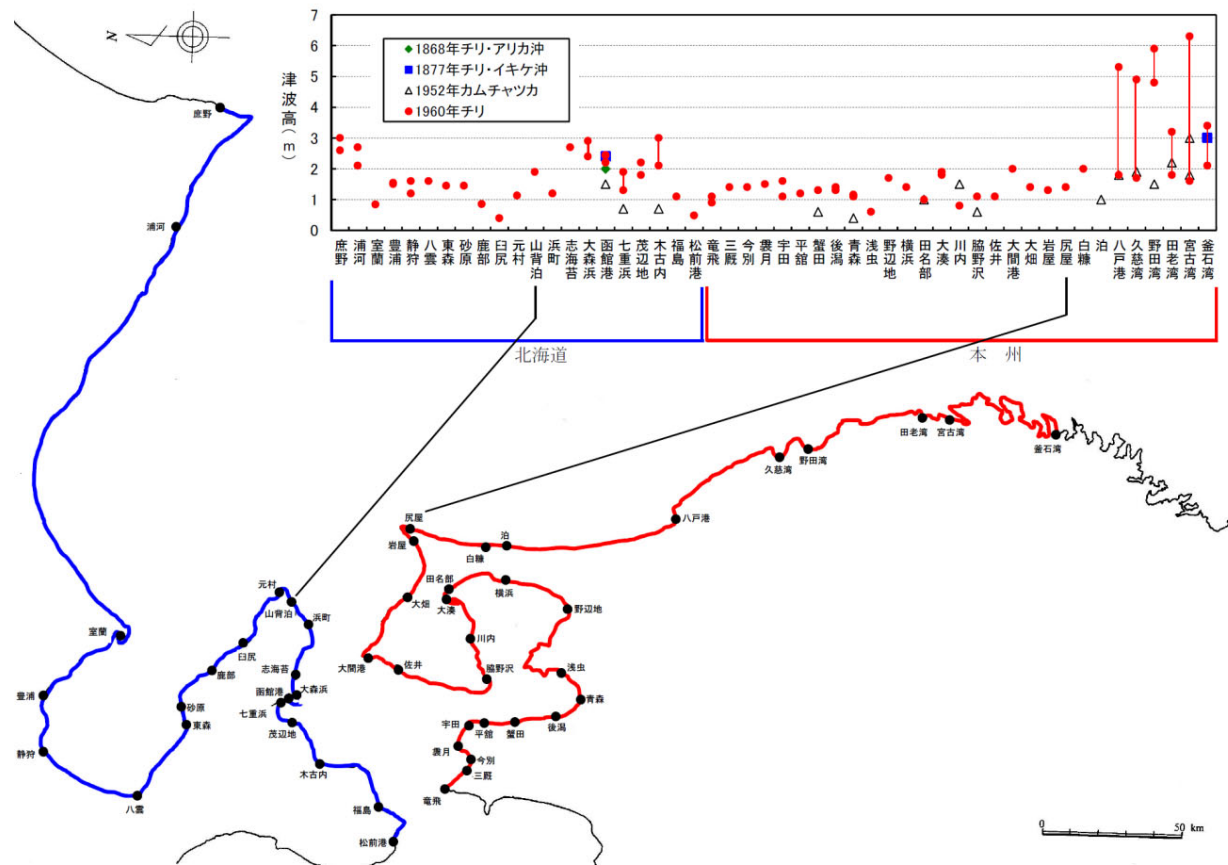
- : 日本に被害をもたらした津波
- : 日本ではわずかの被害
- : 日本で被害がなかったもの

東北地方沿岸に影響を及ぼした遠地津波

渡辺 (1998) に一部加筆



## 遠地津波 (4 / 4)



遠地津波の既往津波高の比較

- ・ 遠地津波の検討対象海域としてチリ沖を選定した。
- ・ また、同海域で発生した津波のうち津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波として、波源の位置、既往津波高の分布を考慮し、1960年チリ地震津波を選定した。

まとめ

既往津波の文献調査により選定された検討対象海域，並びに津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波は以下のとおり。


既往津波の文献調査結果


検討対象海域	津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波
日本海東縁部	1741年渡島大島火山津波
三陸沖から根室沖	1856年青森県東方沖津波
チリ沖	1960年チリ地震津波

(余白)

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

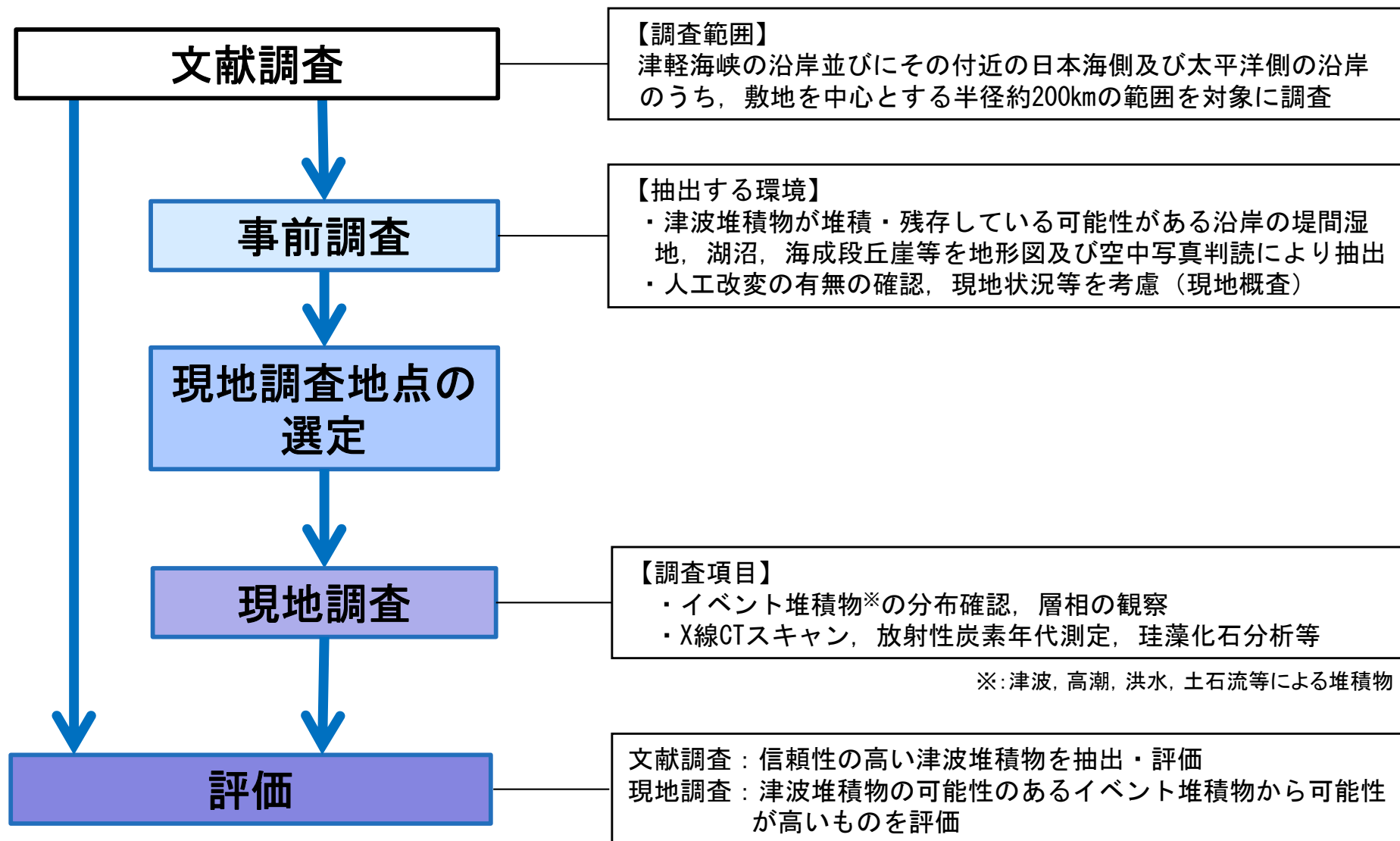
 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲



## 津波堆積物調査のフロー

・津波堆積物については、以下のフローのとおり、文献調査と現地調査により評価した。







# 1-2. 津波堆積物調査 (2/6)

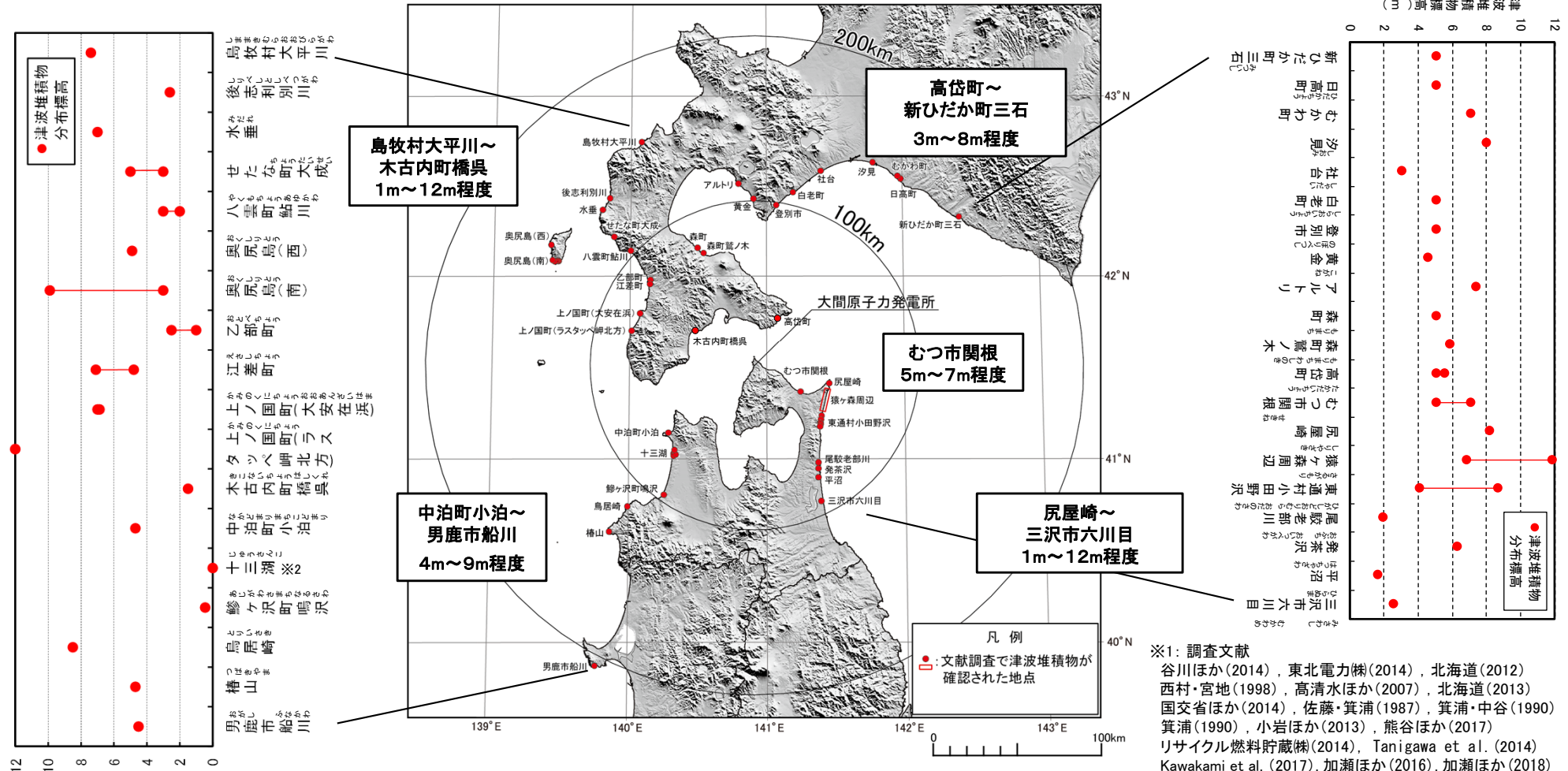
## 文献調査：まとめ

・文献調査結果※1によると、津波堆積物は太平洋側及び日本海側の各地点で確認されているが、大間周辺では確認されていない。

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図250mメッシュ(標高)を使用した。  
(承認番号 平26情使, 第316号)」

### 日本海側

### 太平洋側



### 津波堆積物調査結果 (文献調査)

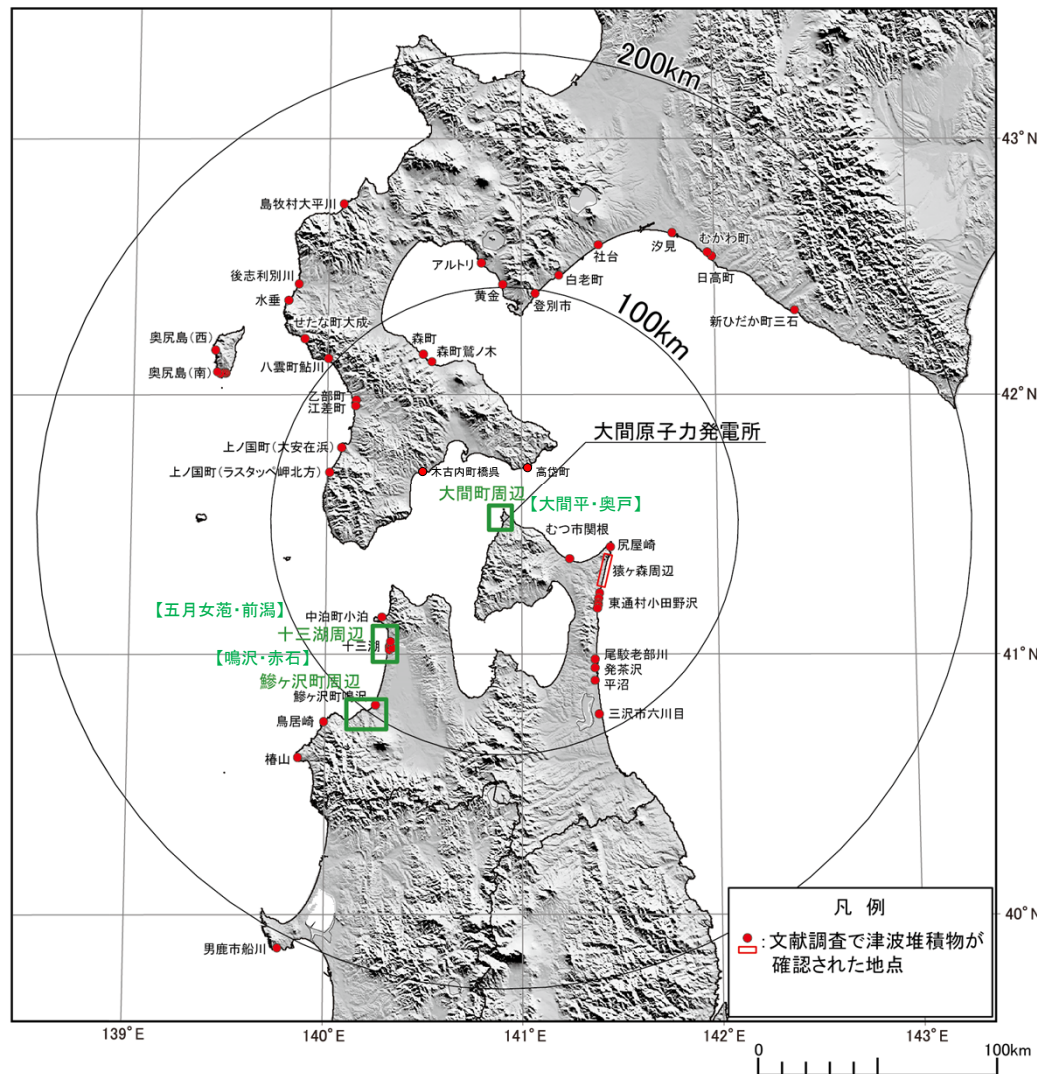
※2: 十三湖の津波堆積物は、湖底下に存在し  
標高0mより深い。

※1: 調査文献  
 谷川ほか(2014), 東北電力㈱(2014), 北海道(2012)  
 西村・宮地(1998), 高清水ほか(2007), 北海道(2013)  
 国交省ほか(2014), 佐藤・箕浦(1987), 箕浦・中谷(1990)  
 箕浦(1990), 小岩ほか(2013), 熊谷ほか(2017)  
 リサイクル燃料貯蔵㈱(2014), Tanigawa et al. (2014)  
 Kawakami et al. (2017), 加瀬ほか(2016), 加瀬ほか(2018)  
 文科省ほか(2019), 北海道地質研究所(2015), 高橋ほか(2018)  
 加瀬ほか(2021), Ishimura et al. (2022)



## 事前調査及び現地調査地点の選定

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図250mメッシュ(標高)を使用した。  
(承認番号 平26情使, 第316号)」

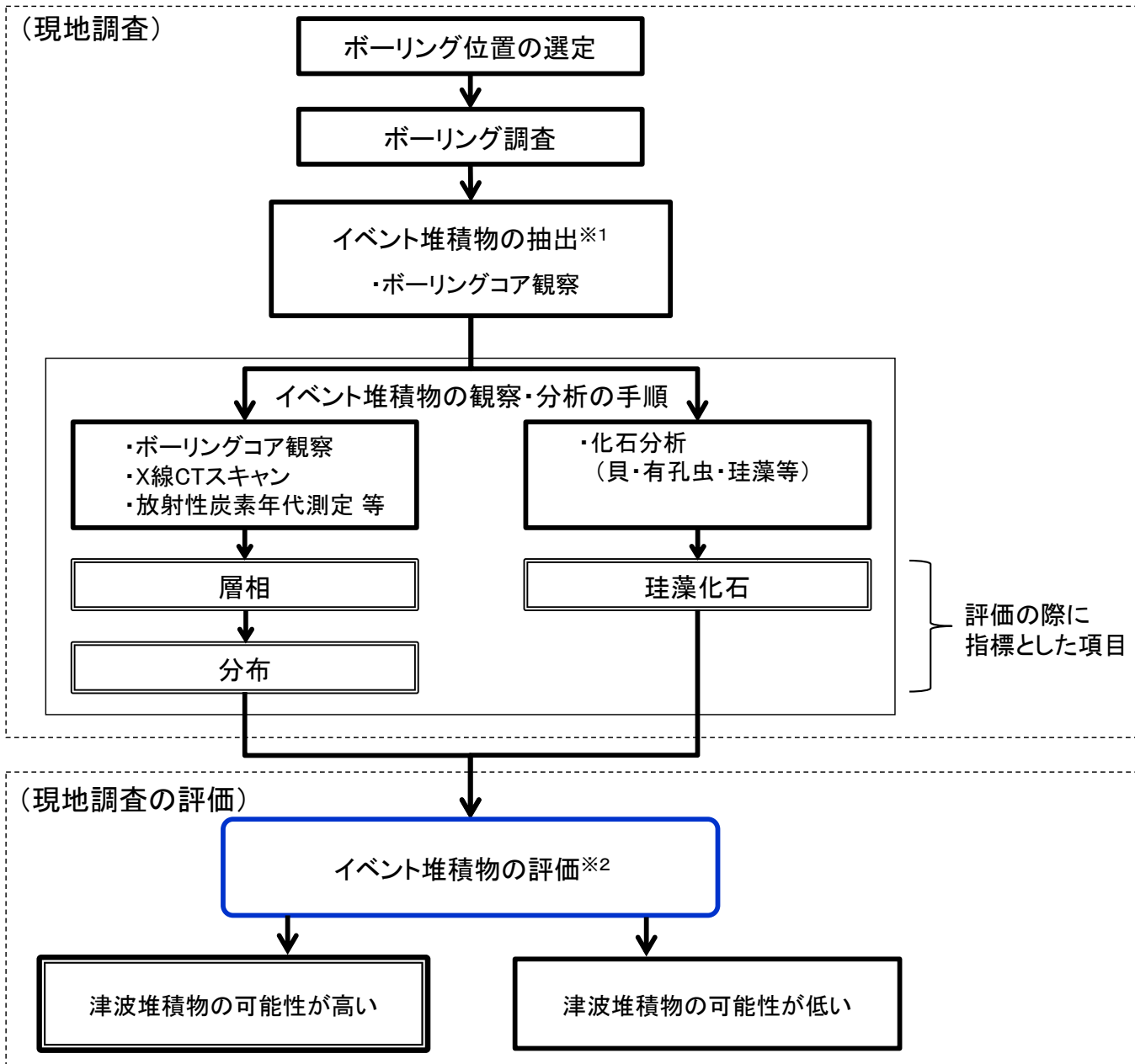


- ・文献調査の結果、これまで津波堆積物が確認されていない敷地に近い大間周辺について、大間平（おおまだいら）及び奥戸（おこっぺ）周辺を現地調査地点に選定した。選定の際には、津波堆積物が堆積・残存している可能性がある沿岸の堤間湿地、湖沼、海成段丘崖等を地形図及び空中写真判読により抽出し、現地踏査により人工改変の有無を確認した。
- ・さらに、敷地から遠方であるものの、日本海東縁部で発生する津波の敷地への影響を考慮して、既に歴史津波と対比される複数の津波堆積物が確認されている十三湖（五月女菴(そとめやち)・前潟(まえかた))及び、その周辺で地形図や空中写真判読により津波堆積物が堆積・残存している可能性がある判断された鱒ヶ沢町周辺（鳴沢(なるさわ)・赤石(あかいし)）も、現地調査地点に選定した。

津波堆積物調査位置



## 現地調査及び評価フロー



※1: イベント堆積物は、津波、高潮、高波、河川の洪水、土石流等、特殊な自然現象により運搬された砂や礫等が堆積した地層である。これらの堆積物は、静穏な環境で堆積したシルト等の細粒層中に堆積し、堆積環境の急変を示唆する。このため、細粒層中に挟在する、主として砂層もしくは礫を抽出した。

※2: イベント堆積物に対する津波堆積物の評価基準

指標とした項目	特徴
層相	明瞭な下面境界、級化構造・偽礫・葉理等が認められる。
分布	汀線方向及び内陸方向の良好な連続性、内陸に向かう薄層化・細粒化等が認められる。
珪藻化石	海成生物遺骸を含む、現在の海成堆積物と類似する等。

層相・分布・珪藻化石の各項目について評価し、津波堆積物の可能性について総合的に評価する。なお、化石分析の結果から、貝や有孔虫は評価に適するものが認められなかったため、化石については珪藻化石を指標とした。

(余白)





## 現地調査結果※1：まとめ

※1：現地調査の詳細は、第1023回審査会合 資料1-2「1. 津波堆積物調査(現地調査)」参照。

- 津軽半島西部の十三湖周辺の五月女菴地点、前潟地点及び鱒ヶ沢町周辺の鳴沢地点、赤石地点で認められるイベント堆積物は、イベント堆積物に対する津波堆積物の評価基準に記載した津波堆積物の特徴を有するため、津波堆積物の可能性が高いと判断される。
- 敷地近傍の大間町周辺の大間平地点、奥戸地点で認められるイベント堆積物は、内陸に向かって連続しないこと、珪藻化石分析の結果から現世の海水～汽水生種がほとんど認められないこと等から、津波堆積物の可能性が低いと判断される。

津波堆積物調査結果

調査地点		イベント堆積物の調査結果		イベント堆積物の評価※2			
		有無	基底面標高 (T.P.)	層相	分布	珪藻化石	津波堆積物の可能性
大間町 周辺	大間平	有	約1m～約2m	○	×	△ 微量産出	×
	奥戸	有	約1m～約4m※3	○	×	△ 微量産出	×
十三湖 周辺	陸上 五月女菴	有	約0m～約2m※3	○	○	△ 微量産出	○
	湖底 前潟	有	約-7m～約-1m※3	○	○	△ 微量産出	○
鱒ヶ沢町 周辺	鳴沢	有	約-1m～約3m※3	○	○	△ 微量産出	○
	赤石	有	約1m～約2m※3	○	△	△ 微量産出	○

### 凡例

- イベント堆積物の評価結果
  - ：評価基準を満足する
  - △：肯定も否定も可能
  - ×：評価基準を満足しない
- 津波堆積物の可能性の評価結果
  - ：津波堆積物の可能性が高い
  - ×：津波堆積物の可能性が低い

※2：イベント堆積物に対する津波堆積物の評価基準

指標とした項目	特徴
層相	明瞭な下面境界、級化構造・偽礫・葉理等が認められる。
分布	汀線方向及び内陸方向の良好な連続性、内陸に向かう薄層化・細粒化等が認められる。
珪藻化石	海成生物遺骸を含む、現在の海成堆積物と類似する等。

層相・分布・珪藻化石の各項目について評価し、津波堆積物の可能性を総合的に評価する。

※3：連続性のあるイベント堆積物の基底面標高





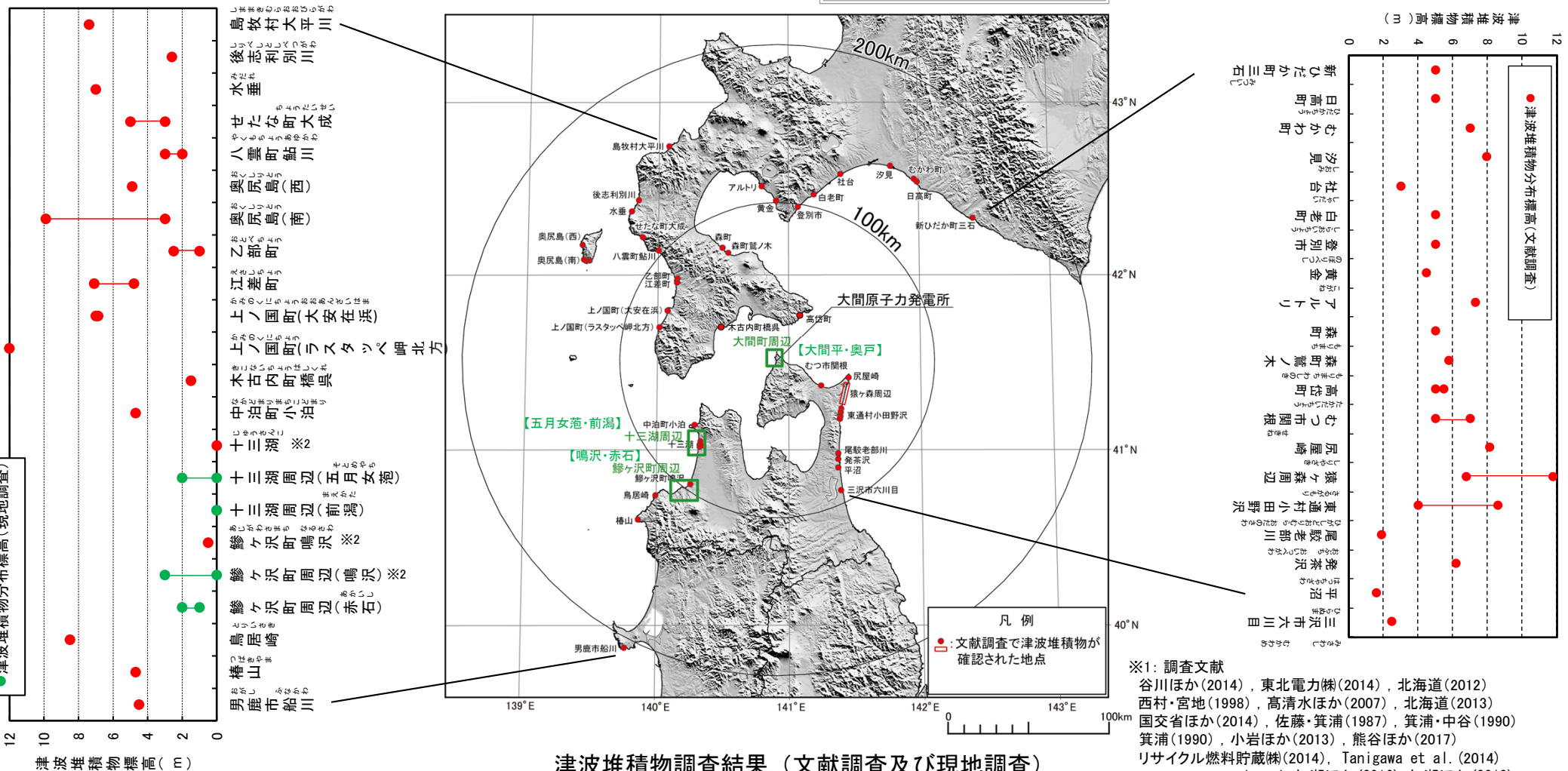
## 文献調査及び現地調査結果：まとめ

- ・文献調査※1および現地調査の結果、大間周辺では津波堆積物は確認されなかった。
- ・現地調査において十三湖周辺（五月女菴，前潟）及び鯨ヶ沢町周辺（鳴沢）で認められた津波堆積物の分布標高は、文献調査結果とも矛盾するものではないことを確認した。

### 日本海側

### 太平洋側

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図250mメッシュ（標高）を使用した。（承認番号 平26情使，第316号）」



※2: 湖底下に存在し、標高0mより深い箇所に位置する津波堆積物も含む。

津波堆積物調査結果 (文献調査及び現地調査)

※1: 調査文献  
 谷川ほか(2014), 東北電力(2014), 北海道(2012)  
 西村・宮地(1998), 清水水ほか(2007), 北海道(2013)  
 国交省ほか(2014), 佐藤・箕浦(1987), 箕浦・中谷(1990)  
 箕浦(1990), 小岩ほか(2014), 熊谷ほか(2017)  
 リサイクル燃料貯蔵(2014), Tanigawa et al. (2014)  
 Kawakami et al. (2017), 加瀬ほか(2016), 加瀬ほか(2018)  
 文科省ほか(2019), 北海道地質研究所(2015), 高橋ほか(2018)  
 加瀬ほか(2021), Ishimura et al. (2022)



## 津波堆積物に係る文献調査のプロセス

・大間原子力発電所の津波評価に係る新たな科学的・技術的知見のうち津波堆積物に関する文献の収集及び整理のプロセスは以下のとおり。

### 【ステップ1】

主に津軽海峡内、青森県及び北海道南部沿岸の津波堆積物に関する文献等について、津波に係るデータベース、学術論文及び国・自治体等の検討資料を収集

### 【ステップ2】

ステップ1で収集した知見のうち、原則として既往の津波堆積物分布標高の知見を上回るものを対象として、大間原子力発電所の津波評価へ考慮する必要がある知見を年度毎を基本に抽出・反映

### 津波堆積物に係る主な情報ソース

- ①東北大学災害科学国際研究所 津波痕跡データベース
- ②産業技術総合研究所 (AIST) 津波堆積物データベース
- ③学術論文
  - ・日本地球惑星科学連合
  - ・日本第四紀学会
  - ・日本地震学会
  - ・日本地質学会
  - ・日本堆積学会
  - ・歴史地震研究会
  - ・津波工学研究報告
  - ・北海道立総合研究開発機構
  - ・産業技術総合研究所 (AIST)
  - ・その他
- ④国・自治体 (青森県・北海道) の検討会情報
- ⑤周辺原子力事業者調査結果



### 大間原子力発電所の津波評価に係る主な知見

#### 【津軽海峡内】

- ・リサイクル燃料貯蔵(株) (2014)
- ・加瀬ほか (2021)

#### 【日本海側】

(青森県沿岸)

- ・佐藤・箕浦 (1987), 箕浦・中谷 (1990), 箕浦 (1990), 小岩ほか (2013), 熊谷ほか (2017), 国交省ほか (2014)

(北海道沿岸)

- ・北海道 (2013), 国交省ほか (2014), Kawakami et al. (2017), 加瀬ほか (2016), 加瀬ほか (2018), 文科省ほか (2019), 北海道地質研究所 (2015)

#### 【太平洋側】

(青森県沿岸)

- ・谷川ほか (2014), 東北電力(株) (2014), Tanigawa et al. (2014), 高橋ほか (2018), Ishimura et al. (2022)


(北海道沿岸)


- ・西村・宮地 (1998), 高清水ほか (2007), 北海道 (2012)

(余白)

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲

## 1-3. 行政機関による既往評価の整理 (1/7)

### 検討方針

- 津波防災の観点から行政機関による敷地周辺の既往評価について整理する。
  - 行政機関における津波評価については、大間付近への影響の有無を確認すると共に、「7-2-2. 行政機関による既往評価との比較」における検討対象を確認するため、発電所周辺で評価を実施している行政機関の津波評価について整理する。
  - 対象とする行政機関は、青森県及び敷地周辺で検討された国交省ほか、北海道及び内閣府とした。
- 青森県（2015）による検討
    - ・ H24青森県太平洋側想定地震津波，H24青森県平館断層想定地震津波，F18（隣接LRR）想定地震津波（P. 31， P. 32）
  - 国交省ほか（2014）及び北海道（2017）※による検討
    - ・ 日本海東縁部のうち，津軽海峡西方のF17及びF18断層（P. 33， P. 34）
  - 内閣府（2020）による検討
    - ・ 最大クラスの津波断層モデルのうち，日本海溝（三陸・日高沖）モデル（P. 35）

※:北海道(2017)では、国交省ほか(2014)の内容を検討したうえ、北海道南西沖地震の経験等を踏まえ、津波断層モデルを設定している。



# 1-3. 行政機関による既往評価の整理 (2/7)

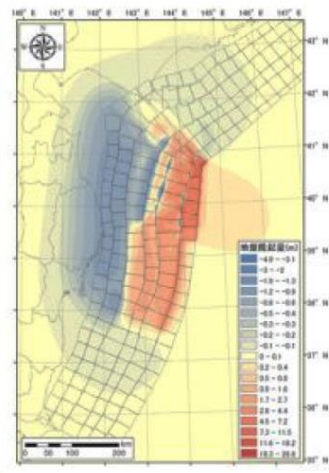
## 青森県 (2015) による検討 (1/2)

- 青森県 (2015) では、H24青森県太平洋側想定地震津波、H24青森県平館断層想定地震津波及び国交省ほか (2014) のF18 (隣接LRR) 想定地震津波を想定津波として大間周辺の津波浸水評価を実施している。

注: 青森県(2021)では、上記想定地震津波に加え、内閣府(2020)による日本海溝(三陸・日高沖)モデル、千島海溝(十勝・根室沖)モデルを用いて津波浸水想定の見直しを実施しているが、内閣府(2020)による津波評価との比較は、P.280~P.292で実施していることから、ここでは、上記の3つの想定地震津波の評価と比較する。



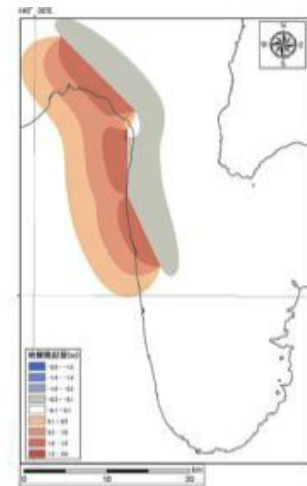
震源域



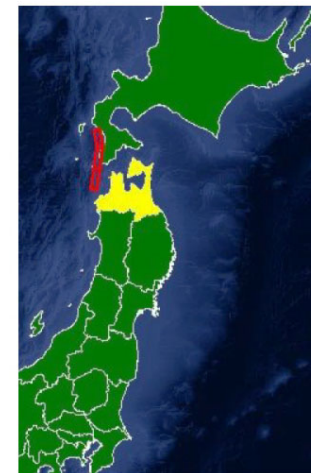
地盤変動量



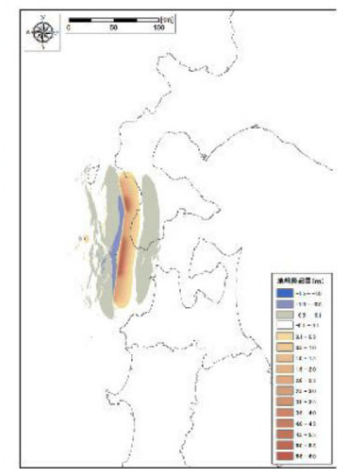
震源域



地盤変動量



震源域



地盤変動量

H24青森県太平洋側想定地震津波  
(Mw=9.0)

H24青森県平館断層想定地震津波  
(Mw=6.8)

F18 (隣接LRR) 想定地震津波  
(Mw=7.7)



## 青森県 (2015) による検討 (2/2)

- 青森県 (2015) における想定津波の大間町の海岸線の津波水位は、1.9m~5.9mとされている。

市町村	海岸線の津波水位 (T.P.m)	代表地点※1				備考
		最大波の津波水位 (T.P.m) ※2	影響開始時間※3	第一波到達時間 ※3	最大波到達時間 ※3	
階上町	16.2~20.0	16.7~17.7	13分	44分	第一波が最大	
八戸市	7.5~23.1	9.6~20.9	13分	44分	第一波が最大	
おいらせ町	14.8~23.5	15.6~21.1	13分	51分	第一波が最大	
三沢市	7.3~16.7	8.3~14.7	11分	43分	第一波が最大	
六ヶ所村	6.5~12.4	7.1~7.9	6分	37分	第一波が最大	
東通村	3.6~15.4	3.2~8.5	6分	37分	第一波が最大	
風間浦村	3.5~11.3	4.4~5.7	22分	52分	第一波が最大	
大間町	1.9~5.9	1.9~3.6	17分	17分	56分	
佐井村	1.5~5.5	1.5~2.2	9分	10分	11分	
むつ市	1.3~8.3	1.3~6.4	8分	9分	第一波が最大	
横浜町	1.5~1.7	1.5~1.7	60分	171分	第一波が最大	
野辺地町	1.5~1.8	1.6~1.7	—	41分	177分	※4
平内町	1.1~3.3	1.3~2.0	7分	10分	第一波が最大	
青森市	1.6~3.7	1.7~3.2	0分	2分	5分	
蓬田村	1.8~2.2	1.8~2.0	0分	1分	26分	
外ヶ浜町	1.4~9.7	1.5~3.7	0分	0分	1分	
今別町	1.6~3.9	1.8~3.3	27分	29分	53分	
中泊町	4.4~22.6	4.3~10.4	12分	18分	第一波が最大	
五所川原市	4.6~10.7	4.4~7.4	17分	18分	第一波が最大	
つがる市	7.2~11.3	5.6~8.9	16分	18分	第一波が最大	
鱒ヶ沢町	3.3~12.0	6.2~10.5	12分	15分	17分	
深浦町	4.1~21.4	5.6~12.5	3分	6分	第一波が最大	

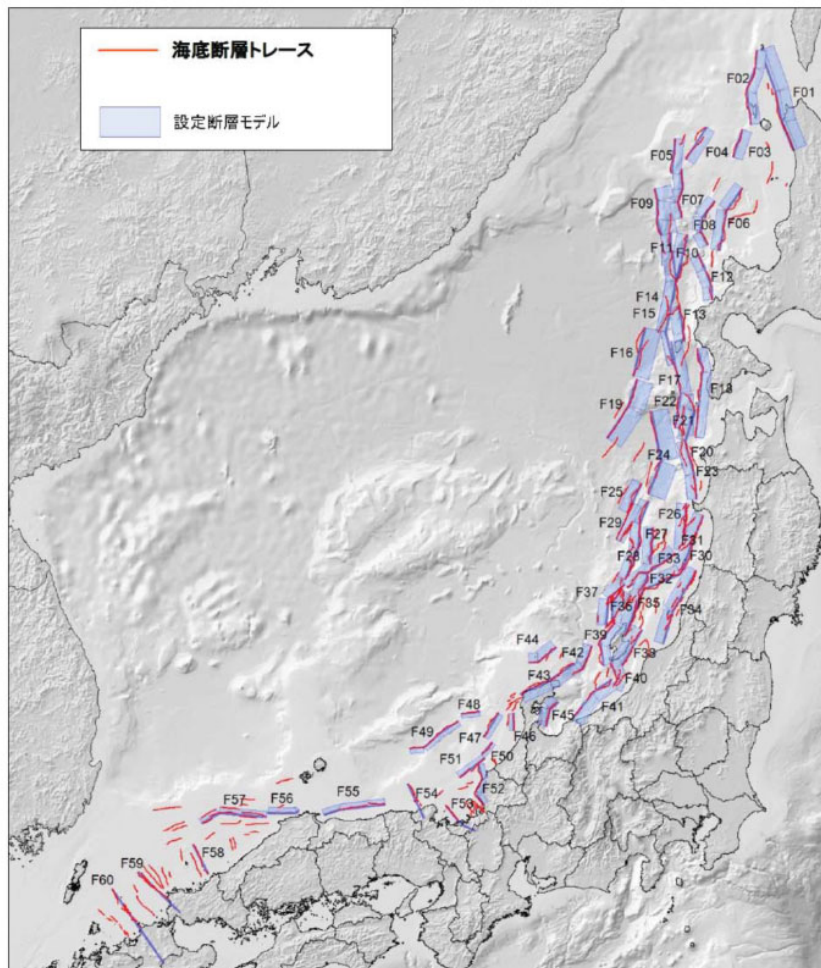
津波の水位・影響開始時間等

- ※1：各市町村の代表地区の海岸線から、100m~500m程度沖合に設定した地点。  
海岸地形の影響を大きく受ける前の、また引き波も含めた潮位の変動を確認するため、水深がある地点で、各市町村に複数設定しています。
- ※2：各市町村の各代表地点における、最大の津波水位を記載しています。
- ※3：影響開始時間、第一波到達時間及び最大波到達時間は、各代表地点の値のうち、最短のものを記載しています。
- ※4：野辺地町で想定した津波のうち、最短で到達する第一波は、影響開始時間の基準である初期水位±20cmに満たない津波水位であることから、同町の影響開始時間については記載していません。



## 国交省ほか (2014) による検討

- 国交省ほか (2014) (日本海における大規模地震に関する調査検討会) において、日本海における最大クラスの津波断層モデルの設定に関する検討が実施され、60個の津波断層モデル (F01~F60) が示されている。
- これら60断層毎の大間町の平均津波高は1.5m、最大津波高は2.8mとされている。



津波断層モデル位置図

国交省ほか (2014) に一部加筆

60断層毎の市町村毎の平均津波高・最大津波高

都道府県名	市区町村名	平地		全体	
		平均津波高 (m)	最大津波高 (m)	平均津波高 (m)	最大津波高 (m)
北海道	羅臼町	0.1	0.1	0.1	0.3
北海道	斜里町	1.0	1.2	0.5	1.3
北海道	小清水町	0.9	1.1	0.8	1.1
北海道	網走市	0.8	1.2	0.9	1.5
北海道	北見市	0.8	1.0	0.9	1.2
北海道	湧別町	1.0	1.3	1.0	1.3
北海道	紋別市	0.9	1.3	0.9	1.3
北海道	興部町	0.8	1.0	0.8	1.0
北海道	雄武町	1.1	1.3	1.1	1.5
北海道	枝幸町	1.6	2.3	1.7	2.9
北海道	浜頓別町	2.1	2.5	2.1	2.5
北海道	猿払村	2.6	3.5	2.9	3.7
北海道	稚内市	4.2	7.1	4.2	8.2
北海道	礼文町	5.5	9.6	6.1	17.6
北海道	利尻富士町	4.1	4.5	4.3	9.4
北海道	利尻町	3.2	4.4	2.6	5.7
北海道	豊富町	4.3	5.5	4.3	5.5
北海道	標延町	4.5	5.7	5.0	6.4
北海道	天塩町	4.7	5.0	3.8	5.0
北海道	遠別町	3.0	4.2	3.0	4.2
北海道	初山別村	2.3	2.9	2.4	4.2
北海道	羽幌町	2.9	3.4	2.8	5.4
北海道	苫前町	4.1	4.5	4.0	5.4
北海道	小平町	5.2	6.6	5.5	7.8
北海道	留萌市	4.3	6.5	5.8	8.7
北海道	増毛町	4.5	5.7	6.9	12.2
北海道	石狩市	2.7	4.8	4.3	9.9
北海道	小樽市	2.5	3.9	2.8	6.1
北海道	余市町	2.2	3.2	2.3	4.2
北海道	古平町	2.9	3.8	3.0	5.3
北海道	積丹町	4.0	4.3	6.7	14.9
北海道	神恵内村	10.4	11.4	11.7	20.3
北海道	泊村	4.0	7.5	6.3	14.1
北海道	共和町	4.6	5.8	4.7	6.0
北海道	岩内町	3.6	5.2	6.0	12.7
北海道	蘭越町	7.6	7.8	9.2	15.9
北海道	寿都町	3.4	4.6	6.7	16.5
北海道	島牧村	7.4	8.4	9.6	19.1
北海道	せたな町	5.9	8.3	8.5	23.4
北海道	奥尻町	6.5	12.4	8.7	18.8
北海道	八雲町	5.8	6.6	5.9	9.5
北海道	乙部町	7.2	8.6	7.8	11.2
北海道	江差町	5.7	7.0	7.6	12.8
北海道	上ノ国町	5.2	5.7	7.0	10.5
北海道	松前町	8.6	9.5	7.8	13.5
北海道	福島町	4.0	4.2	3.7	8.2
北海道	知内町	1.7	2.1	1.7	2.2
北海道	木古内町	1.8	2.5	2.2	3.5
北海道	北斗市	1.4	1.7	1.4	2.3
北海道	函館市	1.0	1.6	0.8	1.7
青森県	東通村	0.5	0.6	0.5	0.7
青森県	むつ市	0.5	0.8	0.6	2.3
青森県	風間浦村	0.5	0.5	0.6	1.5
青森県	大間町	1.3	1.9	1.5	2.8
青森県	佐井村	1.2	1.5	1.2	2.7
青森県	横浜町	0.4	0.5	0.4	0.5
青森県	野辺地町	0.6	0.7	0.5	1.0
青森県	平内町	0.7	1.1	0.7	1.3

平地：海岸線から200m程度の範囲に於いて標高が8m以下となっている箇所。

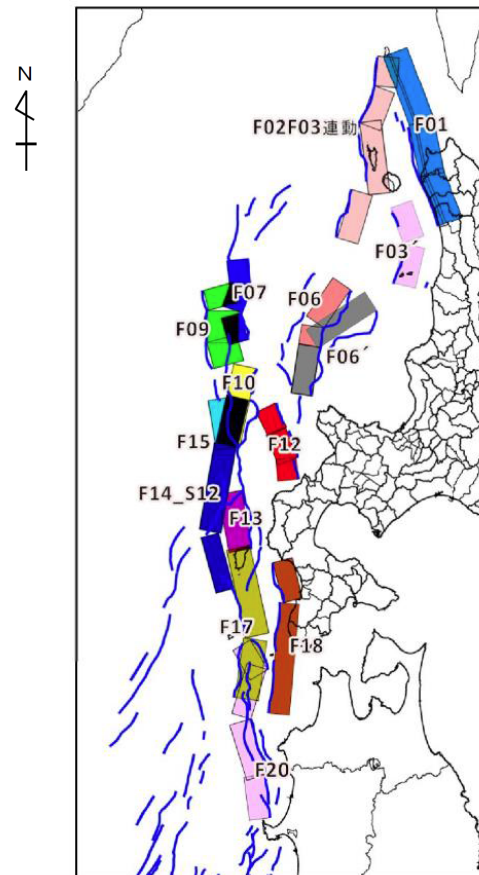


# 1-3. 行政機関による既往評価の整理 (5/7)

## 北海道 (2017) による検討

- 北海道 (2017) では、国交省ほか (2014) の内容を検討したうえ、北海道南西沖地震津波の経験等を踏まえ、津波断層モデルを設定している。
- これらの津波断層モデルによる大間町への影響については示されていない※。

※: 北海道沿岸地域への影響評価は実施されているが、大間町への影響については示されていない。  
敷地への影響については、「7-2-2. 行政機関による既往評価との比較」で確認する。



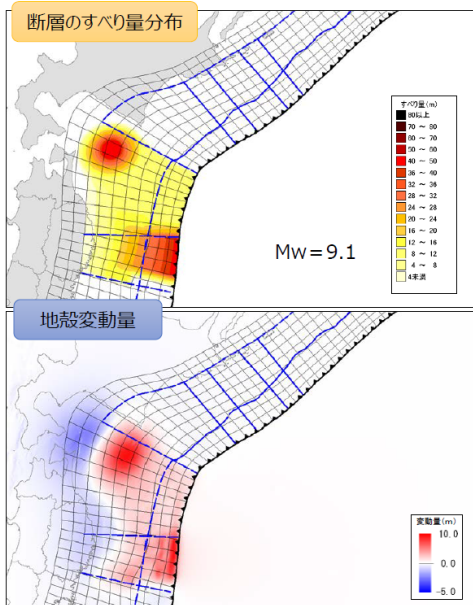
津波断層モデル 北海道 (2017)



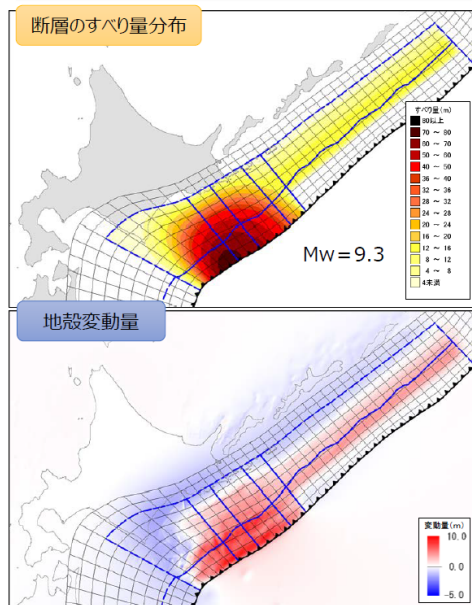
## 内閣府 (2020) による検討

- 内閣府 (2020) (日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会)では, 最大クラスの津波断層モデルを設定している。
- これらの津波断層モデルによる大間町の海岸の津波の高さは, 約5m~10mとされている。

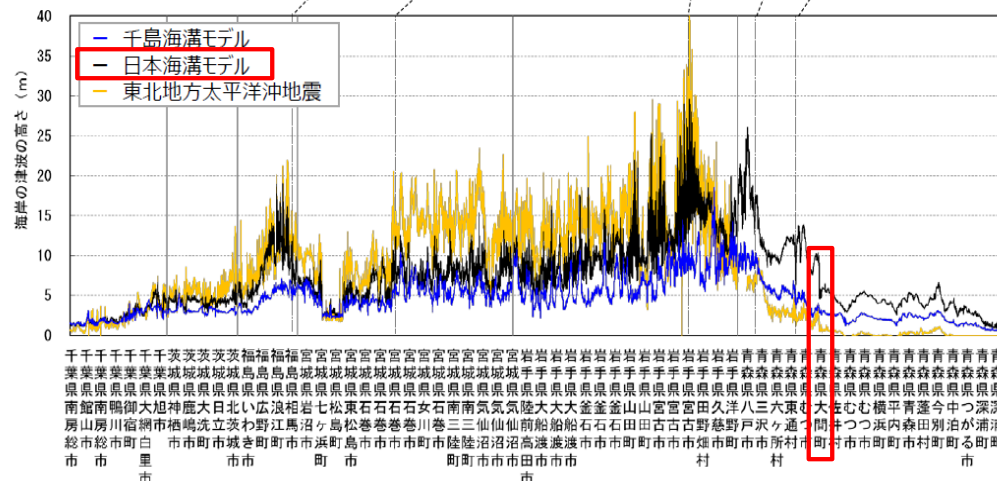
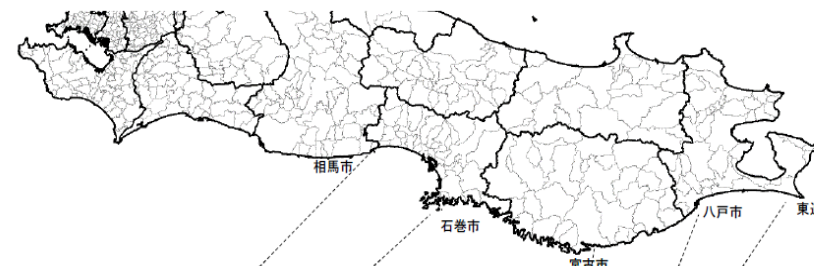
【①日本海溝 (三陸・日高沖) モデル】



【②千島海溝 (十勝・根室沖) モデル】



津波断層モデル



想定される沿岸での津波の高さ (青森県以南)





# 1-3. 行政機関による既往評価の整理 (7/7)

## まとめ


- 行政機関による既往評価を整理した結果、それぞれの大間町における津波の水位は以下のとおりである。
- これらのうち、内閣府（2020）の津波モデルによる大間町への津波の影響は、沿岸で10m程度に達し、他の行政機関の津波モデルに比べて顕著に大きいことが確認できた。よって、内閣府（2020）の津波モデルについては、「3-2-2. 内閣府（2020）モデルによる津波」で敷地への影響について詳細検討を実施する。


行政機関の津波評価による大間町の津波水位

行政機関	大間町の津波水位	備考
青森県（2015）	1.9m～5.9m （海岸線の津波水位）	「7-2-2. 行政機関による既往評価との比較」において、敷地への影響を確認する。
国交省ほか（2014）	2.8m （最大津波高）	
北海道（2017）	— （公表値なし）	
内閣府（2020）	約5m～10m （沿岸での津波高さ）	「3-2-2. 内閣府（2020）モデルによる津波」において、敷地への影響について詳細検討を実施する。

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲


 : 本資料での主なご説明範囲


## 1-4. 既往津波等の検討のまとめ

- 既往津波に関する文献調査の結果、津軽海峡沿岸及び敷地へ及ぼす影響の大きい海域として「日本海東縁部」、「三陸沖から根室沖」及び「チリ沖」が選定された。
- 津波堆積物に関する文献調査及び現地調査の結果、大間地点の敷地近傍では津波堆積物は確認されず、既往津波に関する文献調査の結果と矛盾するものではないことが確認された。
- これらの調査結果を受けた敷地における津波の影響評価を行う際には、上記3海域に海域活断層を加えることとし、基準津波の策定に係り将来発生する津波として不確かさを考慮した検討を「3. 地震による津波」において行うこととする。
- 内閣府(2020)の津波モデルによる大間町への津波の影響は、沿岸で10mにおよび他の行政機関の津波モデルに比べて顕著に大きいため、内閣府(2020)の津波モデルについては、「3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波」で敷地への影響について詳細検討を実施する。

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲



## 2-1. 津波の計算条件 (1 / 15)

### 近地津波の計算条件 (1 / 4) : 日本の近海域の津波シミュレーション方法

- 日本の近海域における数値シミュレーションの計算条件及び基礎方程式は以下のとおり。

日本近海域計算条件一覧

項目 \ 領域	A領域	B領域	C領域	D領域	E領域	F領域	G領域
計算格子間隔 $\Delta s^*$	2.5 km	833m (2500/3)	278m (2500/9)	93m (2500/27)	31m (2500/81)	10m (2500/243)	5m (2500/486)
計算時間間隔 $\Delta t$	0.2秒						
基礎方程式	線形長波	非線形長波式					
沖合境界条件	自由透過 遠地津波の場合は沖合の波形を境界条件として入射する。	外側の大格子領域と水位・流量を接続					
陸側境界条件	完全反射条件			小谷ほか(1998)の遡上境界条件			
外力条件	断層モデルを用いてMansinha and Smylie(1971)の方法により計算される海底面変位を海面上に与える。						
海底摩擦	考慮しない	マンニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2016)より)					
水平渦動粘性係数	考慮しない						
潮位条件	T. P. $\pm 0.0\text{m}$						
計算時間	太平洋側近地津波：津波発生後8時間 日本海側近地津波：津波発生後6時間 遠地津波：沖合波形入射後16時間						

※：津波の空間波形の1波長の1/20以下となるように設定した。

#### 【基礎方程式：非線形長波[浅水理論]の連続式及び運動方程式】

連続式：
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

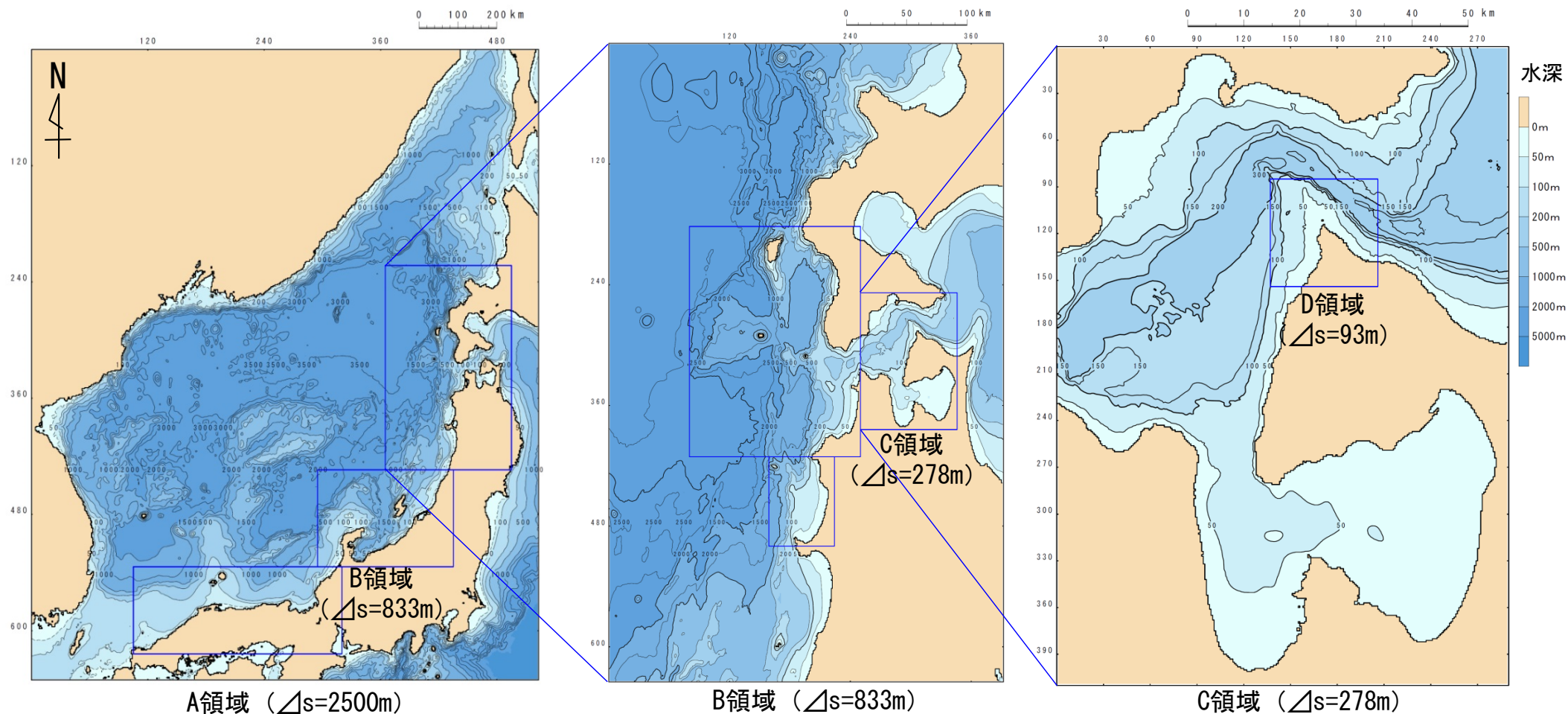
運動方程式：
$$\begin{cases} \frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0 \\ \frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_y \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0 \end{cases}$$

$x, y$  : 位置(水平直交座標)  
 $g$  : 重力加速度  
 $D$  : 全水深(=静水深+水位)  
 $\eta$  : 静水面からの水位  
 $n$  : Manningの粗度係数  
 $Q_x, Q_y$  :  $x, y$ 方向の単位幅当たりの流量(=流速×全水深)





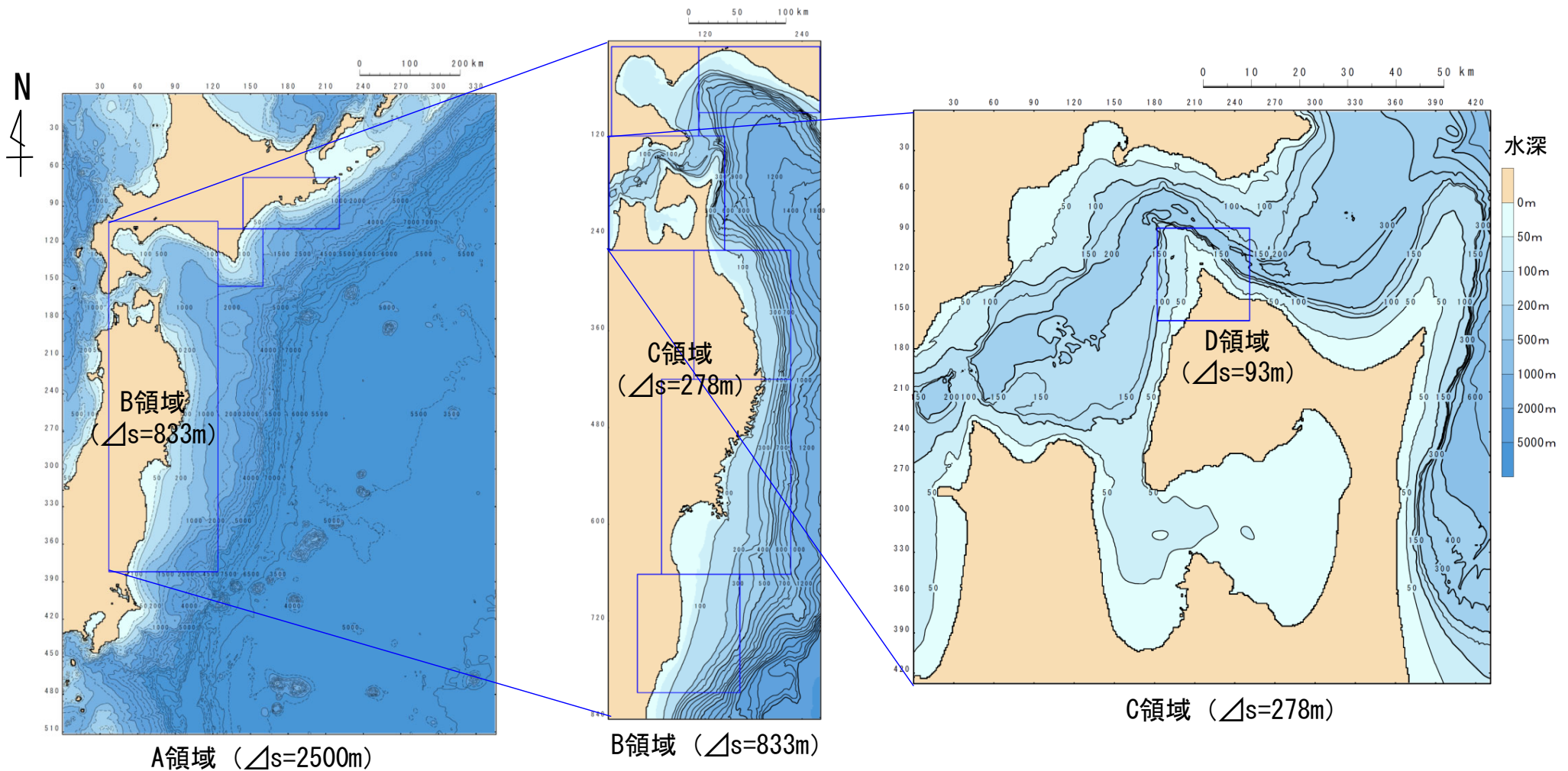
## 近地津波の計算条件 (2 / 4) : 日本海側近地津波計算領域



各領域の地形モデルは、海域についてはM7000（日本水路協会）等を、陸域については国土地理院50mメッシュ（標高）等を用いて作成した。

## 2-1. 津波の計算条件 (3 / 15)

### 近地津波の計算条件 (3 / 4) : 太平洋側近地津波計算領域

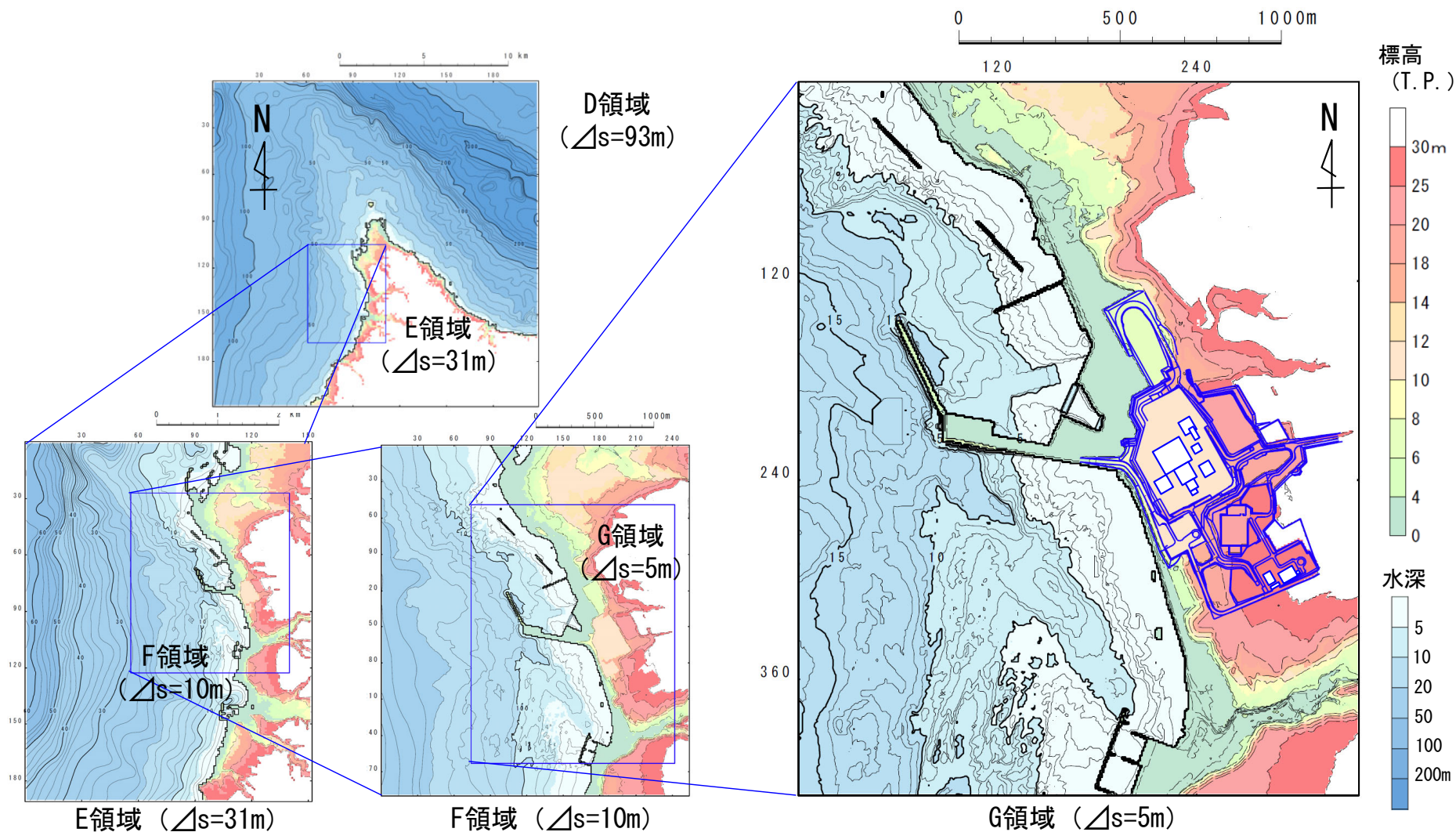


各領域の地形モデルは、海域についてはM7000（日本水路協会）等を、陸域については国土地理院50mメッシュ（標高）等を用いて作成した。





## 近地津波の計算条件 (4 / 4) : 敷地周辺の計算領域



敷地周辺の地形モデルは、敷地前面の港湾施設の影響を考慮した予測計算を行うために、深淺測量による詳細な海底地形図等※を用いて作成した。

※：G領域の地形データ：海底地形データ：深淺測量データ（平成29年測量），陸域地形データ：航空レーザー測量による0.5mメッシュデータ（平成25年測量）

(余白)



## 2-1. 津波の計算条件 (5 / 15)

### 遠地津波の計算条件 (1 / 2) : 遠地津波シミュレーション方法

遠地津波の太平洋伝播計算の計算条件及び基礎方程式を下表のとおり設定した。

太平洋伝播計算条件一覧

項目	計算条件
計算領域	太平洋全域
計算格子間隔 $\Delta s$	緯度・経度方向共に10分 (赤道で約18.5km)
計算時間間隔 $\Delta t$	20秒
基礎方程式	線形Boussinesqの式 (地球座標系)
沖側境界条件	自由透過条件
陸上境界条件	陸上遡上は考慮せず完全反射条件
初期条件	Mansinha and Smylie (1971) の方法によって計算される海底面変位を海面上に与える。
コリオリ力	考慮する
計算時間	地震発生後42時間

【基礎方程式: 地球座標系で表された連続式及び線形分散波理論式】

連続式: 
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \lambda} \left[ \frac{\partial (M \cos \lambda)}{\partial \lambda} + \frac{\partial N}{\partial \phi} \right] = 0$$

運動方程式: 
$$\begin{cases} \text{(緯度方向)} & \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{gh}{R} \frac{\partial \eta}{\partial \lambda} + fN - \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[ \frac{h^3}{3} F_3 \right] = 0 \\ \text{(経度方向)} & \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \lambda} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} - fM - \frac{1}{R \cos \lambda} \frac{\partial}{\partial \phi} \left[ \frac{h^3}{3} F_3 \right] = 0 \end{cases}$$

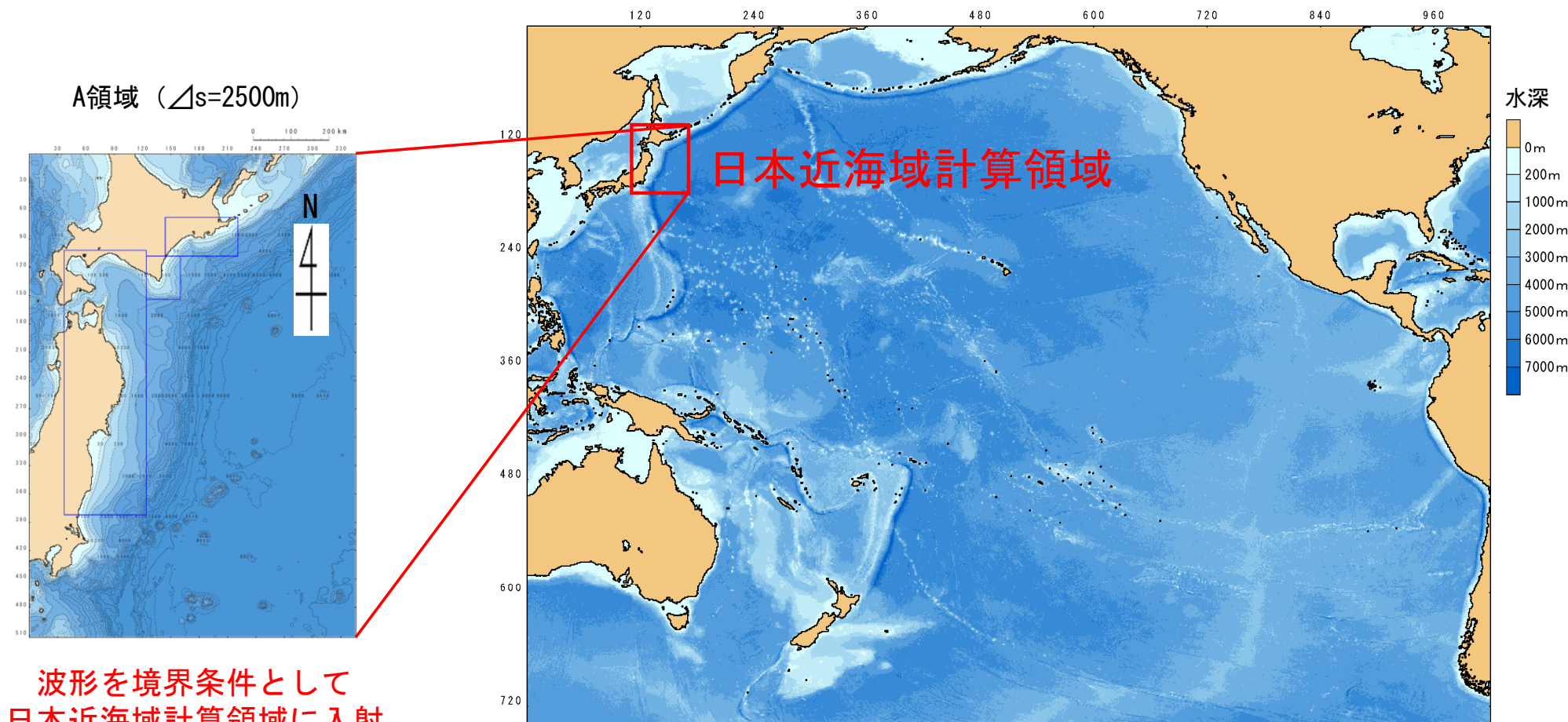
$$F_3 = \frac{1}{R \cos \lambda} \left[ \frac{\partial^2}{\partial t \partial \lambda} (u \cos \lambda) + \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial \phi} \right]$$

$R$  : 地球の半径  
 $M \cdot N$  : 緯度・経度方向の線流量  
 $u, v$  : 緯度・経度方向の流速  
 $h$  : 水深  
 $\lambda, \phi$  : 緯度, 経度座標  
 $\eta$  : 水位  
 $f$  : コリオリ係数  
 $g$  : 重力加速度





## 遠地津波の計算条件 (2 / 2) : 太平洋伝播計算領域



波形を境界条件として  
日本近海域計算領域に入射

太平洋伝播計算領域 (Δs=10分)

■活用データ

National Oceanic and Atmospheric Administration (2010) : Global Relief Model (ETOPO1).

- 太平洋伝播計算領域の地形モデルは、NOAA (2010) による地形データを用いて作成した。
- 太平洋伝播計算で得られた日本列島沖合の波形を日本近海域計算の境界条件として入射することにより、太平洋側の近地津波の数値シミュレーションと同様の計算を実施した。



## 2-1. 津波の計算条件 (7 / 15)

### 地震以外の要因による津波の計算条件 (1 / 7) : 伝播領域の津波シミュレーション方法

伝播領域における数値シミュレーションの計算条件及び基礎方程式は以下のとおり。

#### 伝播領域 計算条件一覧

領域 項目	A領域	B領域	C領域	D領域	E領域	F領域	G領域
計算格子間隔 $\Delta s$	2.5 km	833m (2500/3)	278m (2500/9)	93m (2500/27)	31m (2500/81)	10m (2500/243)	5m (2500/486)
計算時間間隔 $\Delta t$	0.2秒, 0.25秒						
基礎方程式	線形長波式	非線形長波式					
沖合境界条件	自由透過	外側の大格子領域と水位・流量を接続					
陸側境界条件	完全反射条件			小谷ほか(1998)の遡上境界条件			
外力条件	kinematic landslideモデルを用いて地盤変位を海面上に与える。または、二層流モデルで得られた波形を境界条件として与える。						
海底摩擦	考慮しない	マンニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会 (2016) より)					
水平渦動粘性係数	考慮しない						
潮位条件	T. P. $\pm 0.0\text{m}$						
計算時間	陸上の斜面崩壊及び海底地すべりに起因する津波：津波発生後3時間 火山現象に起因する津波：津波発生後6時間						

#### 【基礎方程式：非線形長波[浅水理論]の連続式及び運動方程式】

連続式：
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

運動方程式：
$$\begin{cases} \frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0 \\ \frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_y \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0 \end{cases}$$

$x, y$  : 位置(水平直交座標)  
 $g$  : 重力加速度  
 $D$  : 全水深(=静水深+水位)  
 $\eta$  : 静水面からの水位  
 $n$  : Manningの粗度係数  
 $Q_x, Q_y$  :  $x, y$ 方向の単位幅当たりの流量(=流速×全水深)

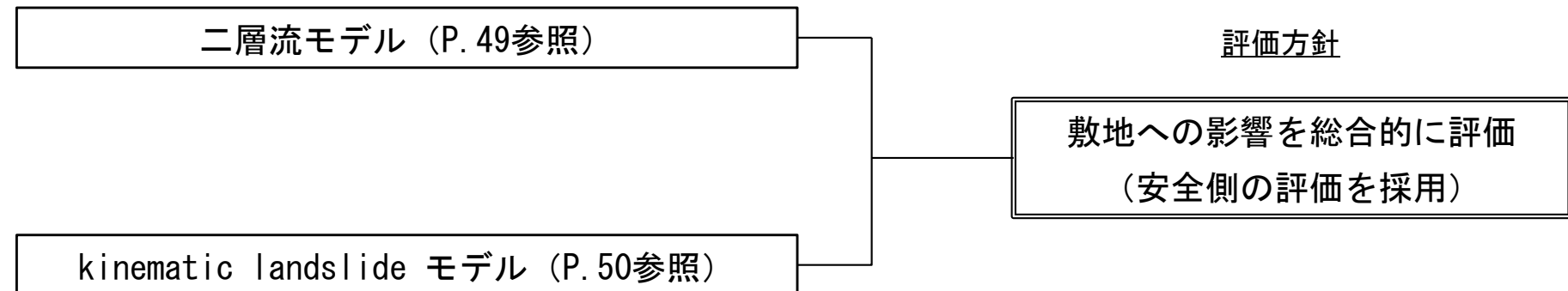
## 2-1. 津波の計算条件 (8 / 15)

### 地震以外の要因による津波の計算条件 (2 / 7) : 波源域の数値シミュレーション方法 (1 / 3)

#### 評価方針

波源域の数値シミュレーション方法として、二層流モデルとkinematic landslide モデルの2つの手法を用いて敷地への影響を総合的に評価した。

#### 波源域の数値シミュレーション方法



## 2-1. 津波の計算条件 (9 / 15)

### 地震以外の要因による津波の計算条件 (3 / 7) : 波源域の数値シミュレーション方法 (2 / 3)

#### 二層流モデル

波源域の数値シミュレーション方法の1つとして、Kawamata et al. (2005) で1741年渡島大島火山津波の再現実績のある二層流モデルを採用した。

#### 【基礎方程式：連続式及び運動方程式】

##### 【上層】

$$\frac{\partial(\eta_1 - \eta_2)}{\partial t} + \frac{\partial M_1}{\partial x} + \frac{\partial N_1}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_1^2}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial x} - F D_x = 0$$

$$\frac{\partial N_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N_1^2}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial y} - F D_y = 0$$

##### 【下層】

$$\frac{\partial \eta_2}{\partial t} + \frac{\partial M_2}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_2^2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + g D_2 \left( \alpha \frac{\partial D_1}{\partial x} + \frac{\partial \eta_2}{\partial x} - \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\tau_x}{\rho_2} + \alpha F D_x = DIFF_x$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N_2^2}{D_2} \right) + g D_2 \left( \alpha \frac{\partial D_1}{\partial y} + \frac{\partial \eta_2}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\tau_y}{\rho_2} + \alpha F D_y = DIFF_y$$

ここに、添え字の1, 2 : それぞれ上層, 下層を示す。

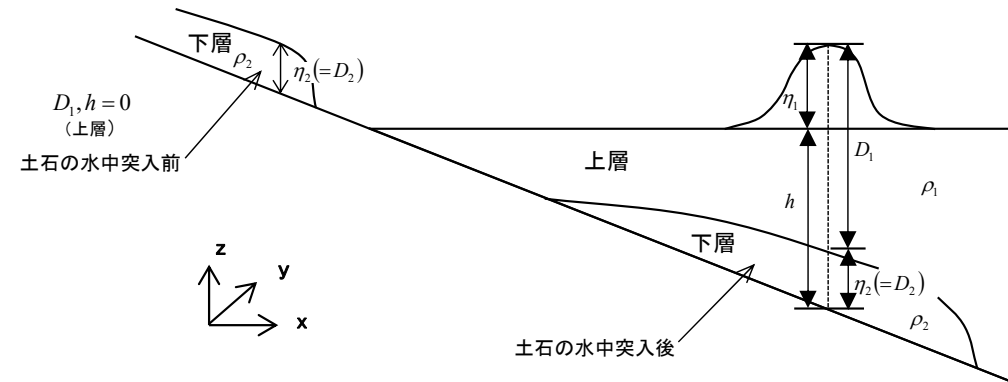
$\eta$  : 水位変動 ( $\eta_1$  : 静水面からの水位変化量,  $\eta_2$  : 土石の厚さ),

$h$  : 水深,  $D$  : 全水深,  $M, N$  :  $x, y$ 方向の線流量,

$g$  : 重力加速度,  $\rho$  : 密度 ( $\rho_1$  : 海水1.03g/cm<sup>3</sup>,  $\rho_2$  : 土石2.0g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  : 密度比 ( $=\rho_1/\rho_2$ ),

$\tau_x/\rho, \tau_y/\rho$  :  $x, y$ 方向の底面摩擦力



二層流モデル中の変数の定義

$$\frac{\tau_x}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2}$$

$n$  : Manningの粗度係数

$F D_x, F D_y$  :  $x, y$ 方向の形状抵抗,

$$F D_x = \frac{1}{2} C_D \rho_1 \bar{u} \sqrt{u^2 + v^2} \delta_m \quad F D_y = \frac{1}{2} C_D \rho_1 \bar{v} \sqrt{u^2 + v^2} \delta_m$$

$C_D$  : 抗力係数,

$\delta_m$  : 土石先端部での最大高さ (投影面積に相当)

$u, v$  : 土石先端部の海水に対する相対速度

$DIFF_x, DIFF_y$  :  $x, y$ 方向の水平拡散項

$$DIFF_x = \nu \left( \frac{\partial^2 M_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_2}{\partial y^2} \right) \quad DIFF_y = \nu \left( \frac{\partial^2 N_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_2}{\partial y^2} \right)$$

$\nu$  : 水平拡散係数

## 2-1. 津波の計算条件 (10 / 15)

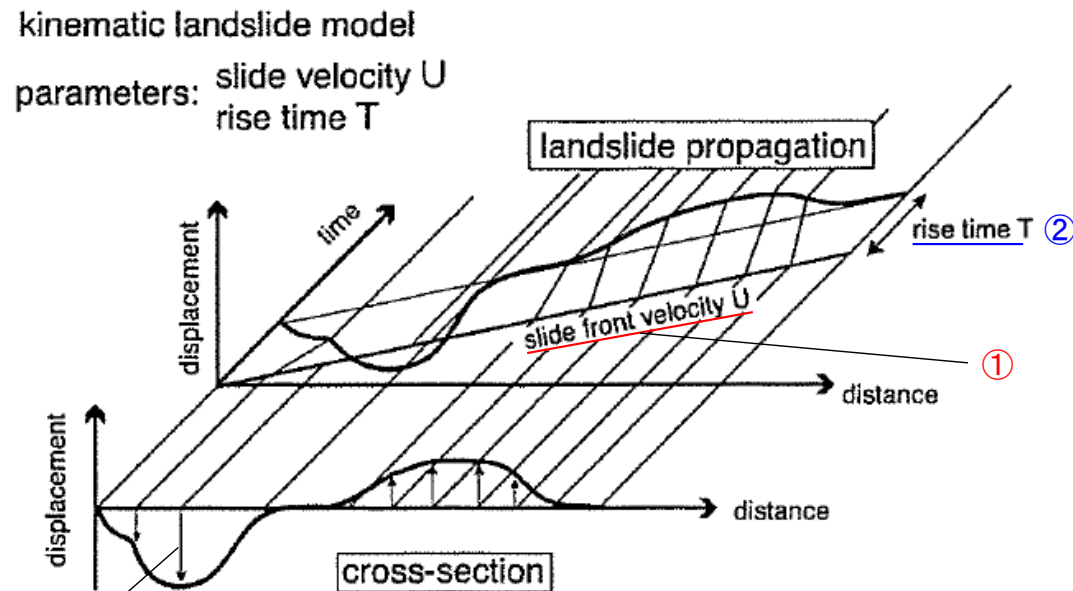
### 地震以外の要因による津波の計算条件 (4 / 7) : 波源域の数値シミュレーション方法 (3 / 3)

#### kinematic landslide モデル

波源域の数値シミュレーション方法の1つとして, Satake (2007) で1741年渡島大島火山津波の再現実績のある kinematic landslide モデルを採用した。

kinematic landslide モデルを用いた解析の概要

- ✓ 崩壊土砂が①水平移動速度 $U$ で移動し, 堆積域の各地点における比高変化が②継続時間 $T$ で終了すると仮定して, ③崩壊前後の地形変化量(比高変化)を海面上に与えて津波を発生させる。



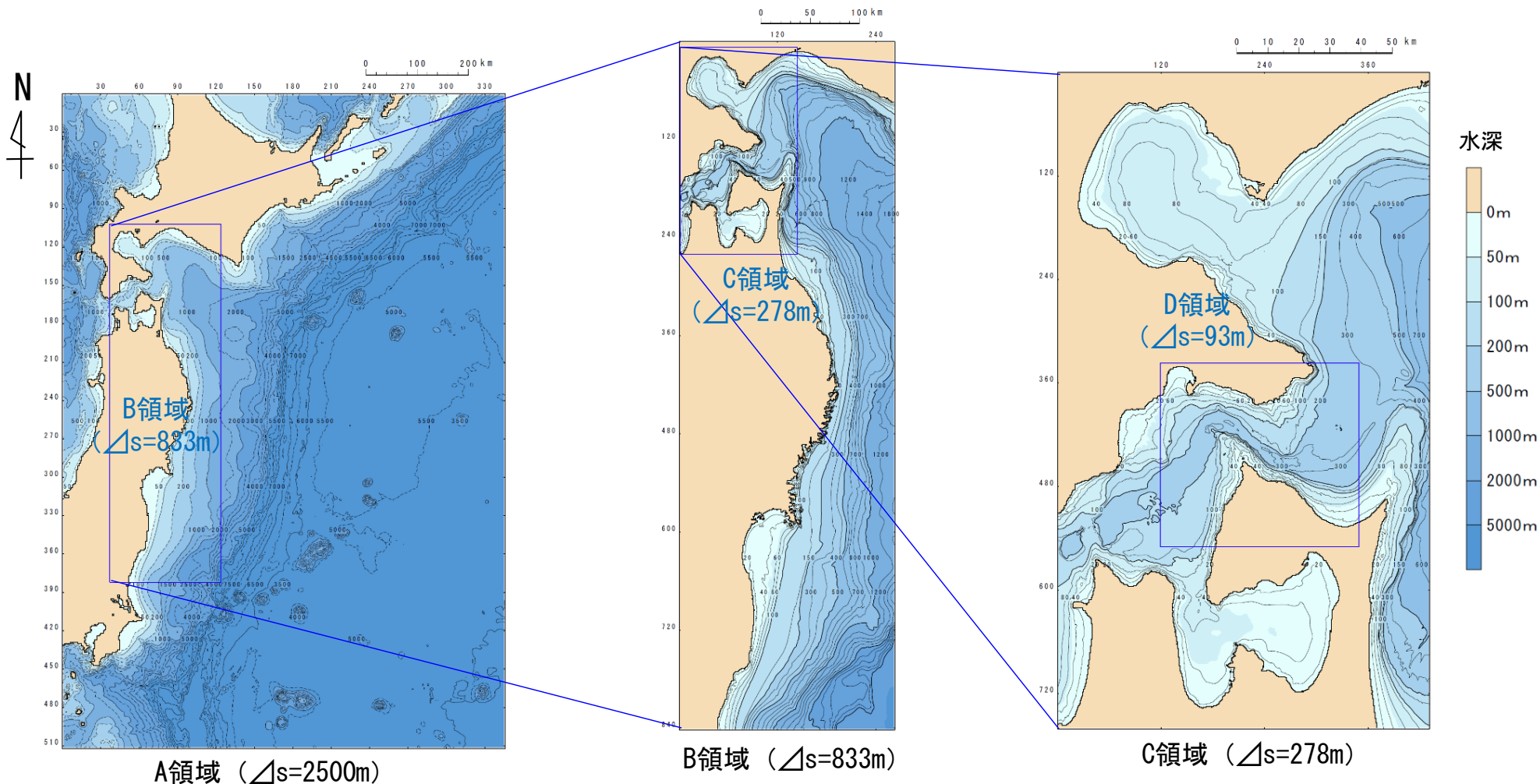
kinematic landslideモデル概念図

Satake (2007)





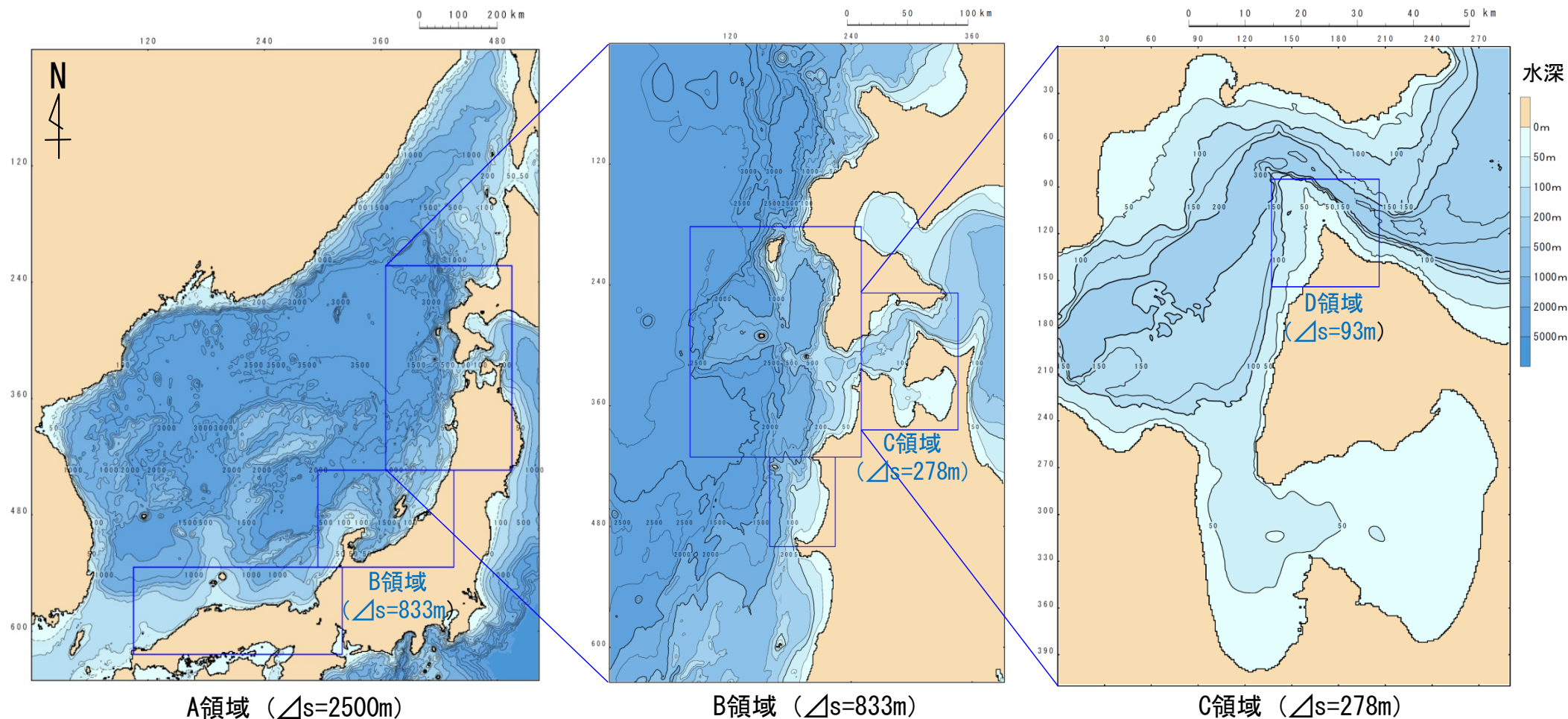
## 地震以外の要因による津波の計算条件 (5 / 7) : 陸上の斜面崩壊及び海底地すべりに起因する津波の計算領域



各領域の地形モデルは、海域についてはM7000（日本水路協会）等を、陸域については国土地理院50mメッシュ（標高）等を用いて作成した。



## 地震以外の要因による津波の計算条件 (6 / 7) : 火山現象に起因する津波の計算領域

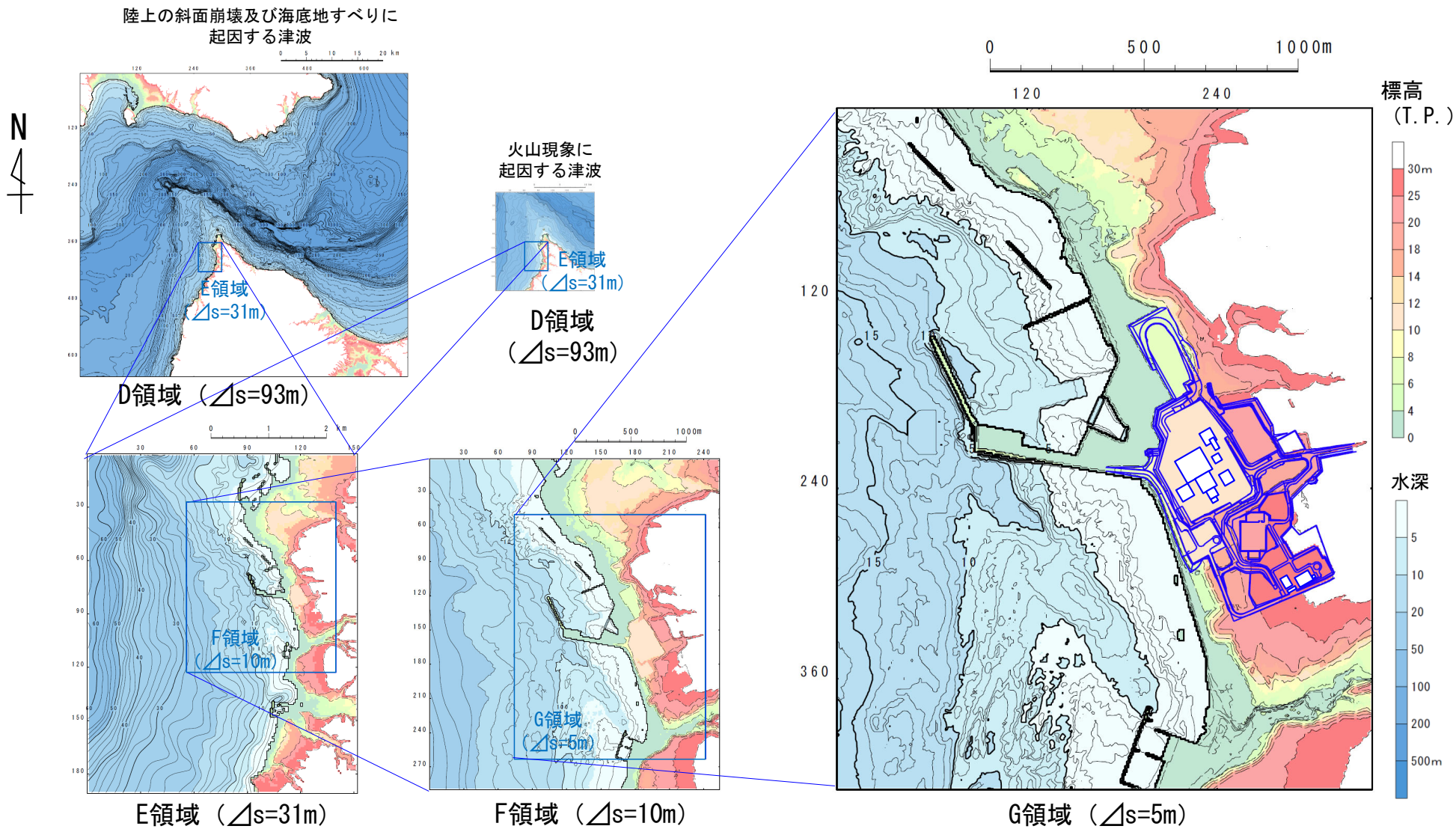


各領域の地形モデルは、海域についてはM7000（日本水路協会）等を、陸域については国土地理院50mメッシュ（標高）等を用いて作成した。





## 地震以外の要因による津波の計算条件 (7 / 7) : 敷地周辺計算領域



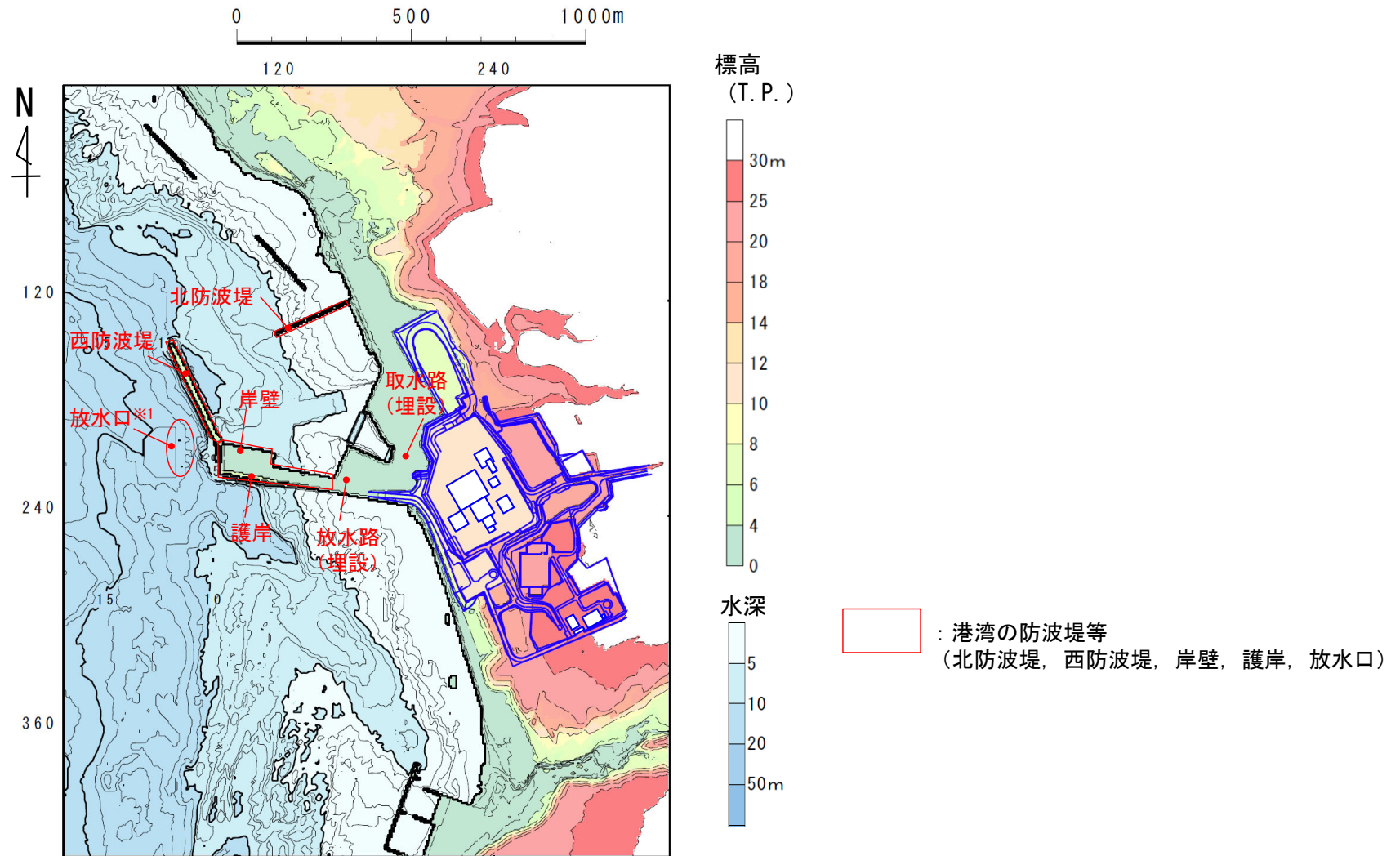
敷地周辺の地形モデルは、敷地前面の港湾施設の影響を考慮した予測計算を行うために、深浅測量による詳細な海底地形図等※を用いて作成した。

※G領域の地形データ：海底地形データ：深浅測量データ（平成29年測量），陸域地形データ：航空レーザー測量による0.5mメッシュデータ（平成25年測量）

## 2-1. 津波の計算条件 (14 / 15)

### 港湾の防波堤等の取扱い (1 / 2)

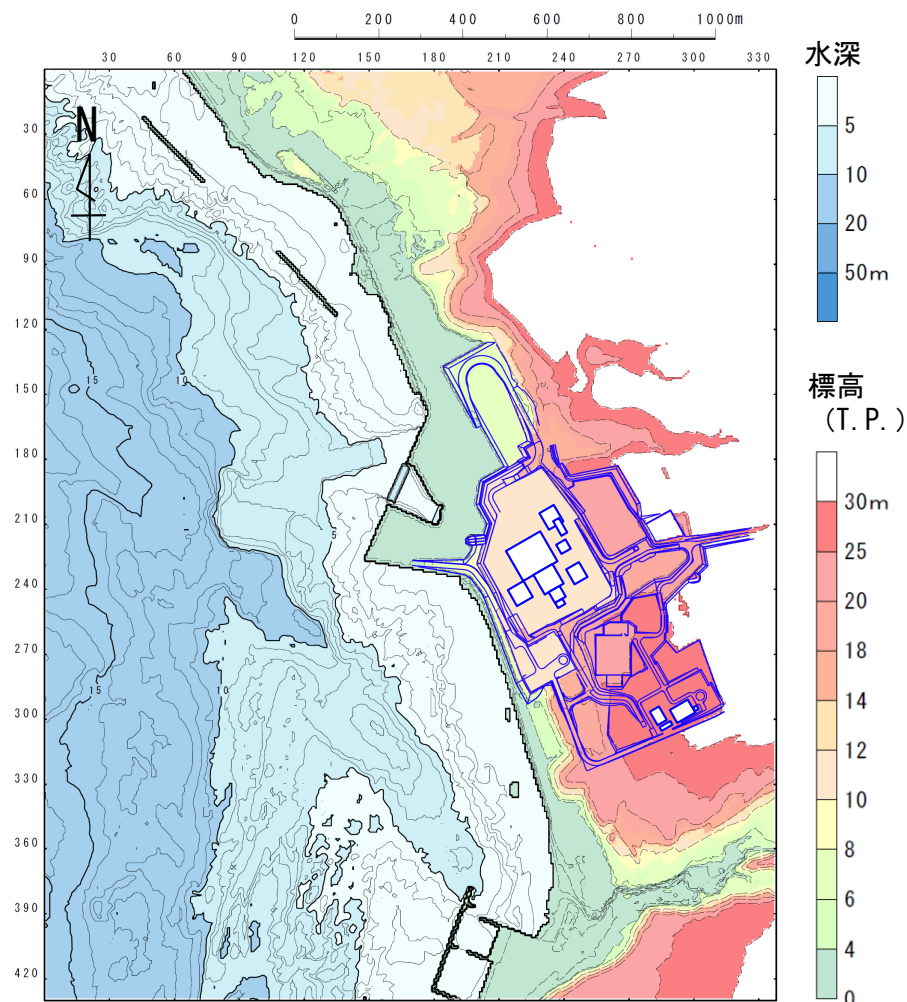
- ・ 数値シミュレーションは、港湾の防波堤等がある状態で実施することを基本とする。



港湾の防波堤等位置図

## 港湾の防波堤等の取扱い (2 / 2)

「6. 防波堤等の影響検討」において考慮する港湾の防波堤等がない場合に用いる地形モデルは以下のとおり。




港湾の防波堤等なしの地形モデル




(余白)

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. **数値シミュレーション**
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. **数値シミュレーションモデルの妥当性検討**
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲

## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (1 / 10)

第1204回審査会合  
資料1 P.58再掲

### 再現性評価の検討方針

- 基準津波の策定に係る数値シミュレーションを行う前提として、計算手法、地形モデル等の妥当性を確認するため、既往津波高と数値シミュレーションにより計算される津波高（以下「計算津波高」という。）との比較により、既往津波の再現性を確認した。
- 対象とする既往津波は、既往津波高の信頼性や文献調査で得られた津軽海峡沿岸及び敷地への影響を考慮して以下の津波を選定した。
  - 既往津波高の信頼性が高く敷地への影響が最大級である津波：①1993年北海道南西沖地震津波
  - 日本海側近地津波：②1741年渡島大島火山津波※1
  - 太平洋側近地津波：③1856年青森県東方沖地震津波※1
  - 遠地津波：④1960年チリ地震津波※1
- 再現性の評価の指標としては、相田（1977）による、既往津波高と計算津波高との比から求める幾何平均値K及びバラツキをあらわす幾何標準偏差 $\kappa$ を用いた。

※1：②～④は、文献調査の結果、津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる各海域の既往津波

#### ■相田（1977）による幾何平均値と幾何標準偏差

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i \quad \log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2} \quad K_i = \frac{R_i}{H_i}$$

ここで、

$R_i$ ：i番目の地点の観測値（既往津波高）

$H_i$ ：計算値（計算津波高）

$n$ ：既往津波高の個数

再現性の目安（土木学会（2016））

$$0.95 < K < 1.05, \quad \kappa < 1.45$$

## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (2/10)



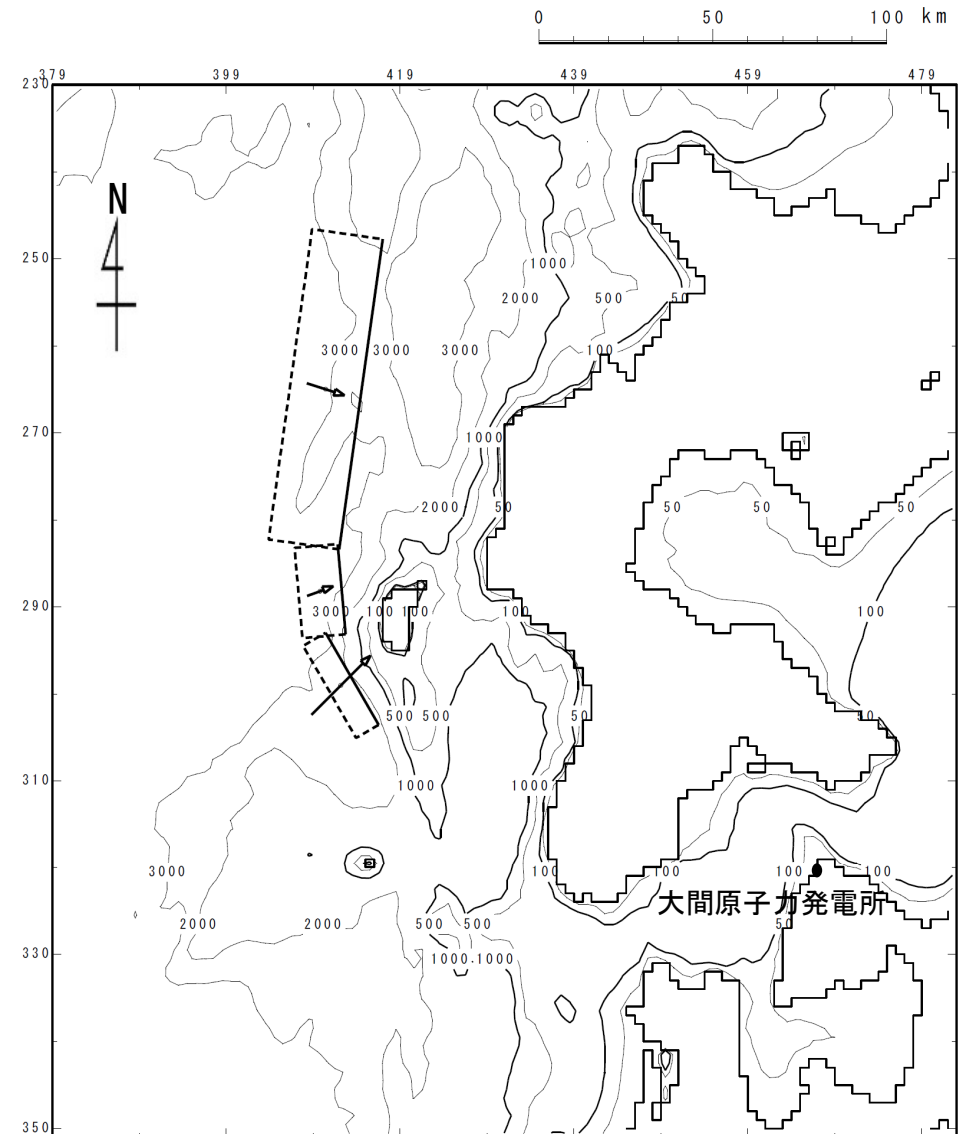
第1204回審査会合  
資料1 P.59再掲

### ①1993年北海道南西沖地震津波 (1/2) : 波源モデル

- 数値シミュレーションの計算手法，地形モデル等の妥当性を確認するため，既往津波高の信頼性が高く敷地への影響が最大級である1993年北海道南西沖地震津波を対象とし，同津波高の再現性が良好とされる高橋ほか（1995）DCRC-26モデルを用いた再現計算を実施した。

波源モデルのパラメータ

項目	諸元		
	北側	中央	南側
モーメントマグニチュード $M_w$	7.8		
長さ $L$ (km)	90	26	30.5
幅 $W$ (km)	25	25	15
すべり量 $D$ (m)	5.71	4.00	12.00
剛性率 $\mu$ ( $N/m^2$ )	$3.5 \times 10^{10}$		
地震モーメント $M_0$ ( $N \cdot m$ )	$7.33 \times 10^{20}$		
走向 $\theta$ ( $^\circ$ )	188	175	150
上縁深さ $d$ (km)	10	5	5
傾斜角 $\delta$ ( $^\circ$ )	35	60	60
すべり角 $\lambda$ ( $^\circ$ )	80	105	105
ライズタイム $\tau$ (s)	0		



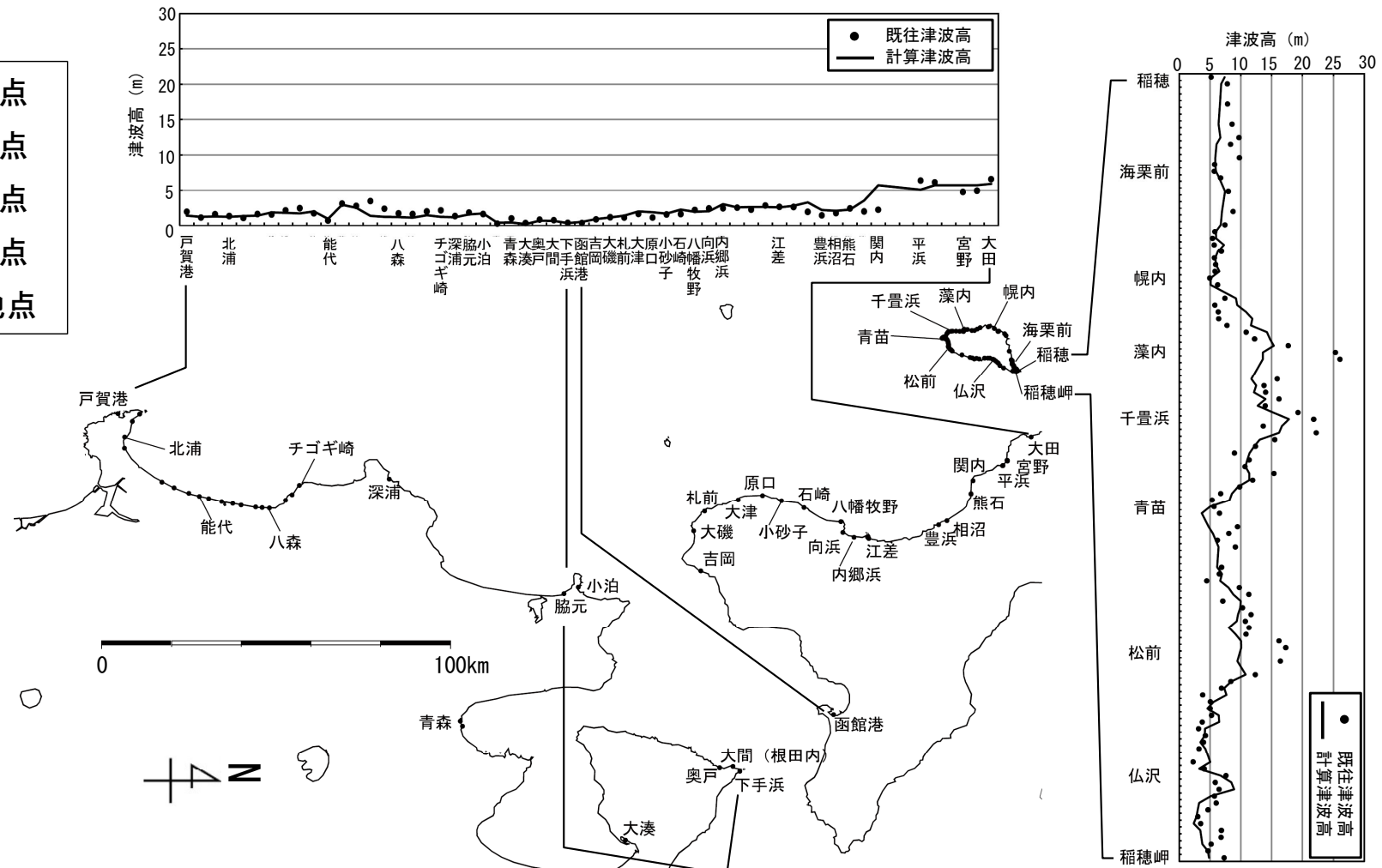
1993年北海道南西沖地震津波波源モデル

# 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (3 / 10)

第1204回審査会合  
資料1 P.60再掲

## ①1993年北海道南西沖地震津波 (2 / 2) : 再現性評価結果

- 北海道南部沿岸 : 27地点
  - 奥尻島 : 98地点
  - 青森県沿岸 : 9地点
  - 秋田県北部沿岸 : 19地点
- 計 : 153地点



既往津波高と計算津波高の比較

数値シミュレーションによる検証結果は、 $K=1.049$ ,  $\kappa=1.38$  ( $n=153$ ) であり、既往津波の再現性は良好であると判断される。



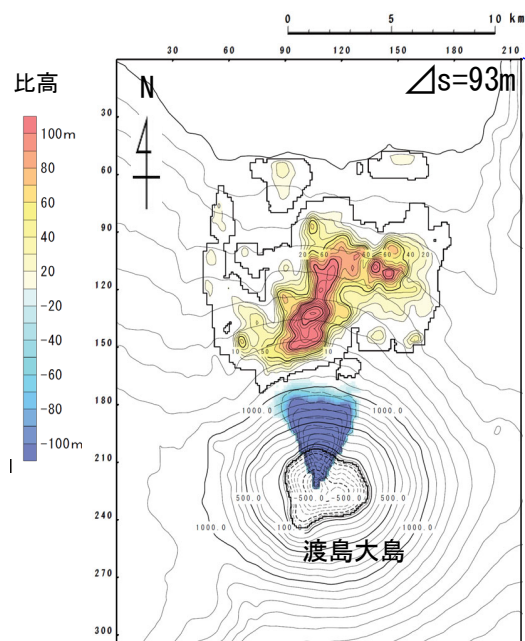
## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (4 / 10)



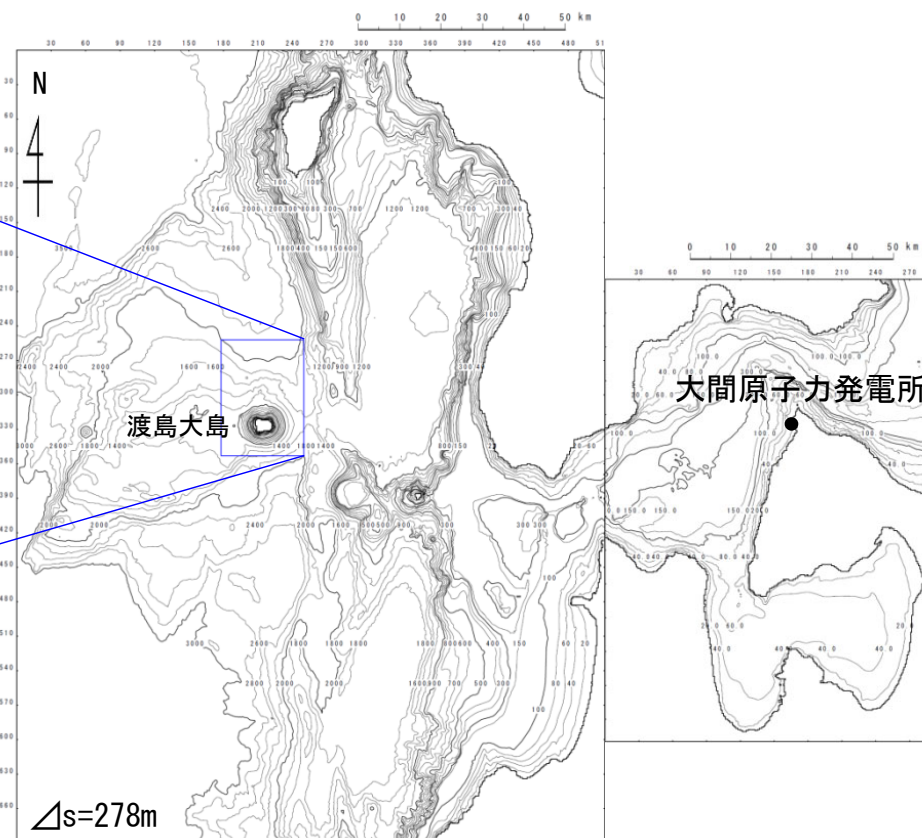
第1204回審査会合  
資料1 P.61再掲

### ②1741年渡島大島火山津波 (1 / 2) : 波源モデル

- 1741年渡島大島火山津波の波源モデルは, Satake (2007) のkinematic landslideモデル (水平移動速度 $U$ : 40m/s, 比高変位継続時間 $T$ : 120s) を採用した。



Satake (2007) に基づく比高分布



解析領域図

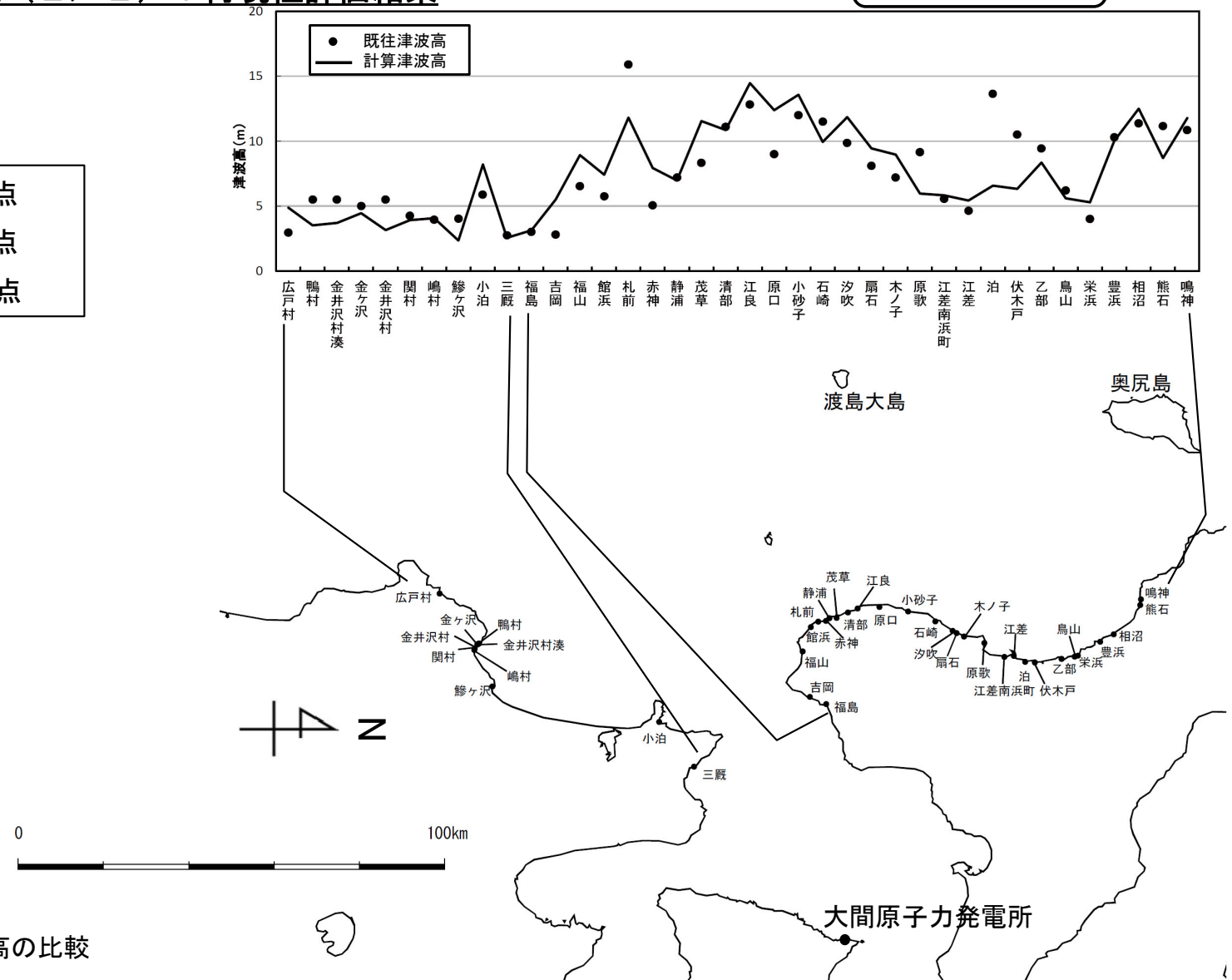
## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (5 / 10)

第1204回審査会合

資料1 P.62再掲

## ②1741年渡島大島火山津波 (2 / 2) : 再現性評価結果

- 北海道南部沿岸 : 28地点
- 青森県沿岸 : 10地点
- 計 : 38地点



数値シミュレーションによる検証結果は、 $K=1.00$ 、 $\kappa=1.37$  ( $n=38$ ) であり、既往津波の再現性は良好であると判断される。

## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (6 / 10)

第1204回審査会合  
資料1 P.63再掲

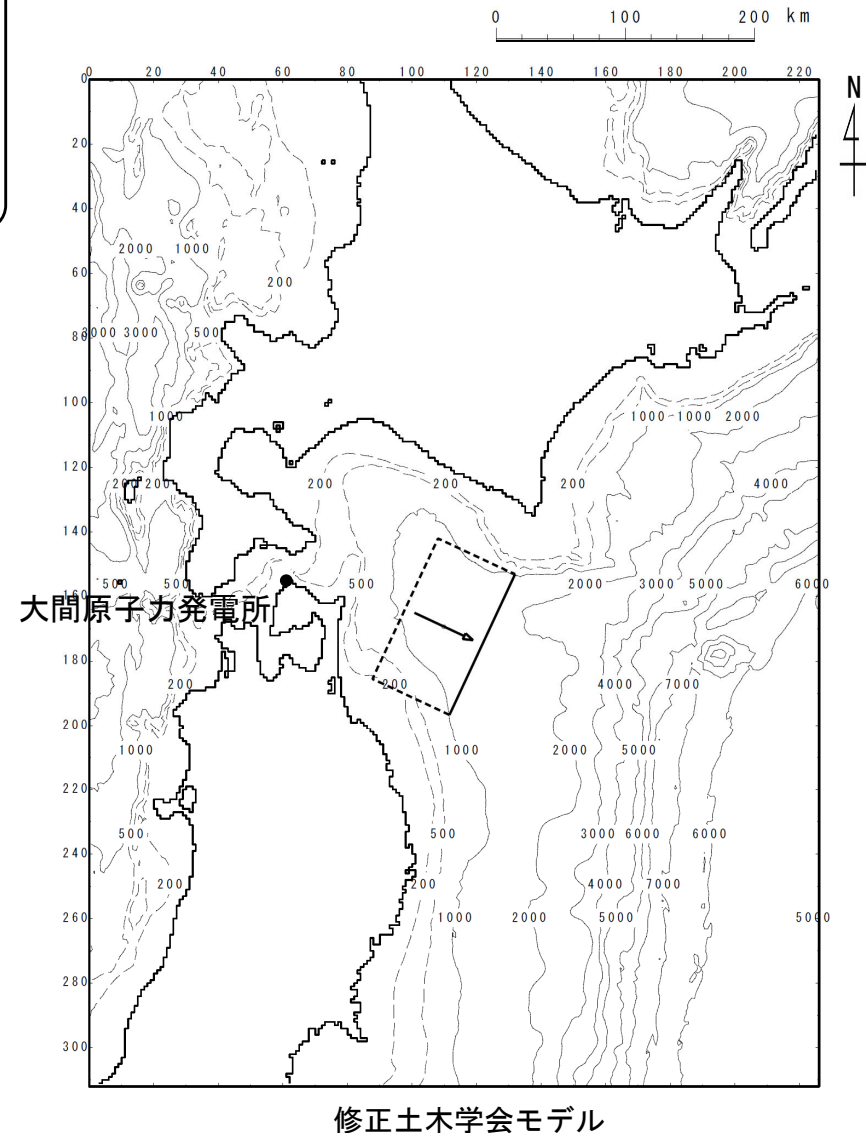
## ③1856年青森県東方沖地震津波 (1 / 2) : 波源モデル

- 1856年青森県東方沖地震津波の波源モデルは土木学会 (2002) で津波痕跡高との比較を実施している断層モデルを基本とし, 既往津波高を良好に再現するようすべり量を修正したモデル (以下「修正土木学会モデル」という。) を採用した。

波源モデルのパラメータ

項目	諸元
モーメントマグニチュード $M_w$	8.35 (8.28)
長さ $L$ (km)	120
幅 $W$ (km)	70
すべり量 $D^{\ast 1}$ (m)	10.0 (7.8)
剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	$5.0 \times 10^{10}$
地震モーメント $M_0$ (N・m)	$4.20 \times 10^{21}$ ( $3.28 \times 10^{21}$ )
走向 $\theta$ (°)	205
上縁深さ $d$ (km)	26
傾斜角 $\delta$ (°)	20
すべり角 $\lambda$ (°)	90
ライズタイム $\tau$ (s)	60

※1 : 土木学会 (2002) のすべり量を修正して設定。  
( ) : 修正前の値。



修正土木学会モデル

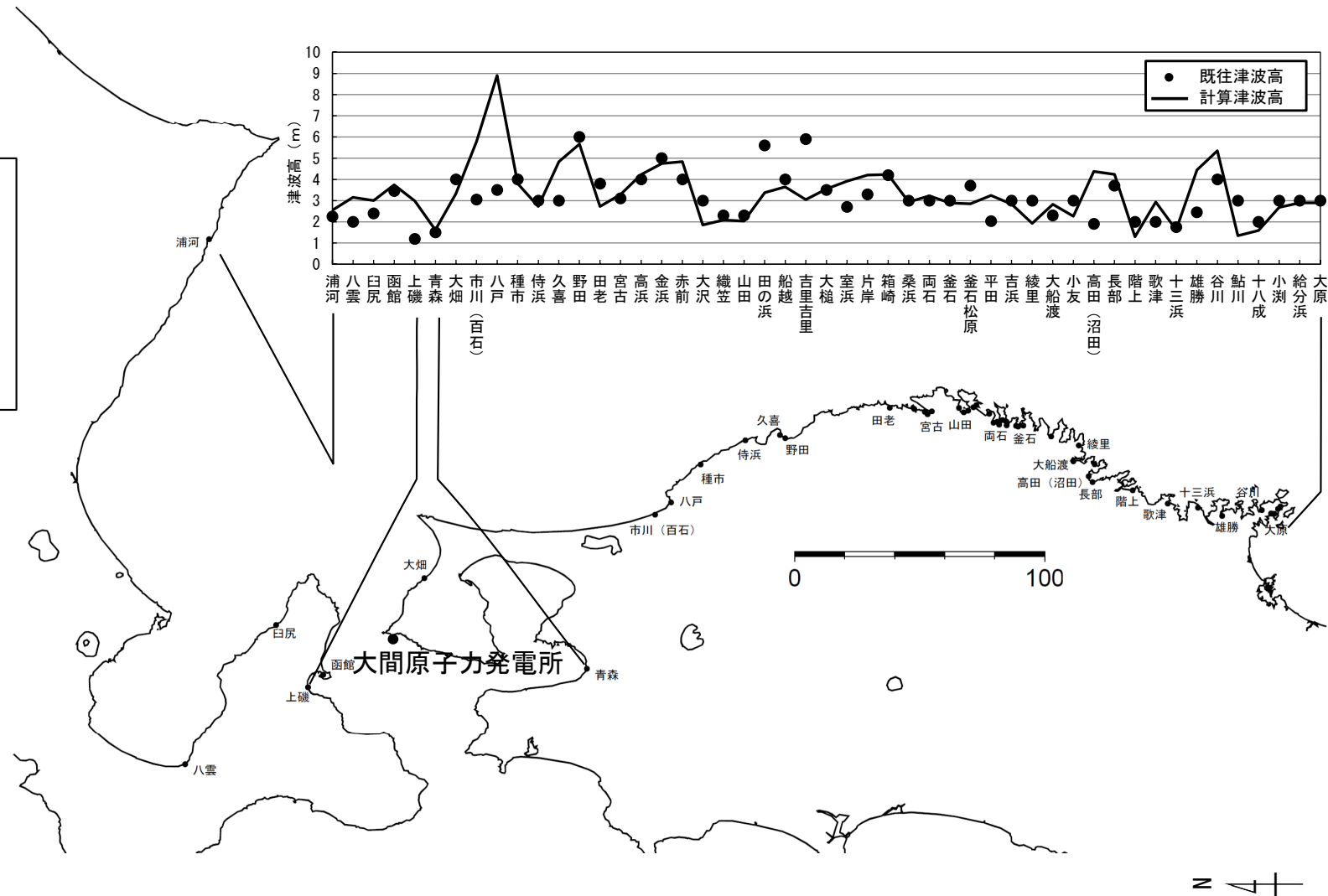
## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (7/10)



第1204回審査会合  
資料1 P.64再掲

## ③1856年青森県東方沖地震津波 (2/2) : 再現性評価結果

- 北海道南部沿岸 : 5地点
  - 青森県沿岸 : 4地点
  - 岩手県沿岸 : 27地点
  - 宮城県沿岸 : 13地点
- 計 : 49地点



数値シミュレーションによる検証結果は、 $K=0.96$ 、 $\kappa=1.447$  ( $n=49$ ) であり、既往津波の再現性は良好であると判断される。

## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (8 / 10)

第1204回審査会合  
資料1 P. 65再掲

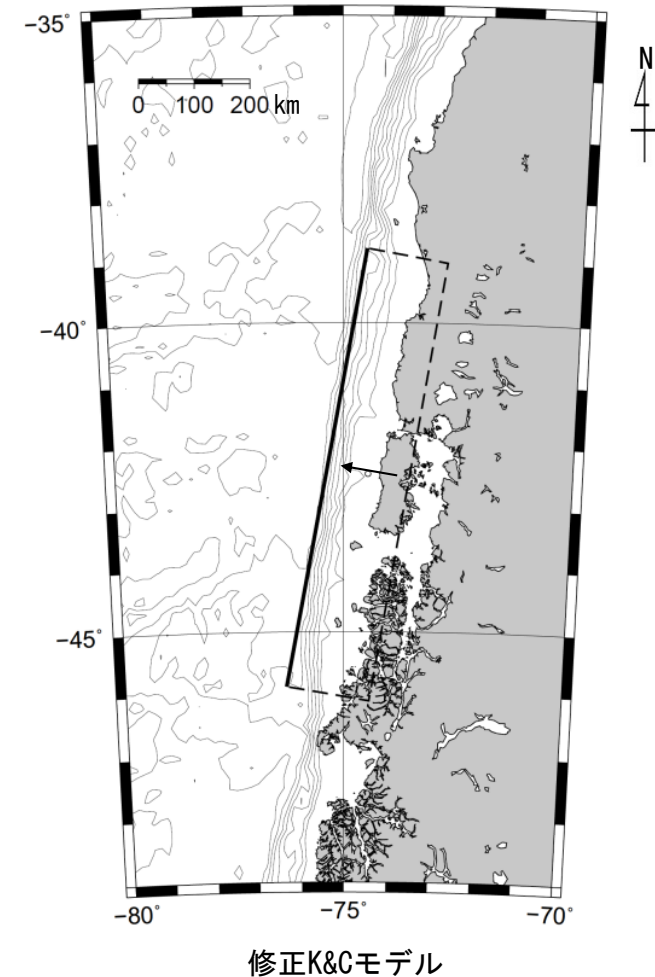
## ④1960年チリ地震津波 (1 / 2) : 波源モデル

- 1960年チリ地震津波の波源モデルはKanamori and Cipar (1974) の波源モデルを基本とし、既往津波高を良好に再現するよう幅とすべり量を修正したモデル (以下「修正K&Cモデル」という。) を採用した。

波源モデルのパラメータ

項目	諸元
モーメントマグニチュード $M_w$	9.43 (9.46)
長さ $L$ (km)	800
幅 $W^*$ (km)	150 (200)
すべり量 $D^*$ (m)	28.8 (24.0)
剛性率 $\mu$ ( $N/m^2$ )	$5.0 \times 10^{10}$
地震モーメント $M_0$ ( $N \cdot m$ )	$1.73 \times 10^{23}$ ( $1.92 \times 10^{23}$ )
走向 $\theta$ ( $^\circ$ )	10
上縁深さ $d$ (km)	1
傾斜角 $\delta$ ( $^\circ$ )	10
すべり角 $\lambda$ ( $^\circ$ )	90
ライズタイム $\tau$ (s)	0

※: Kanamori and Cipar (1974) の幅及びすべり量を修正して設定。  
( ): 修正前の値。



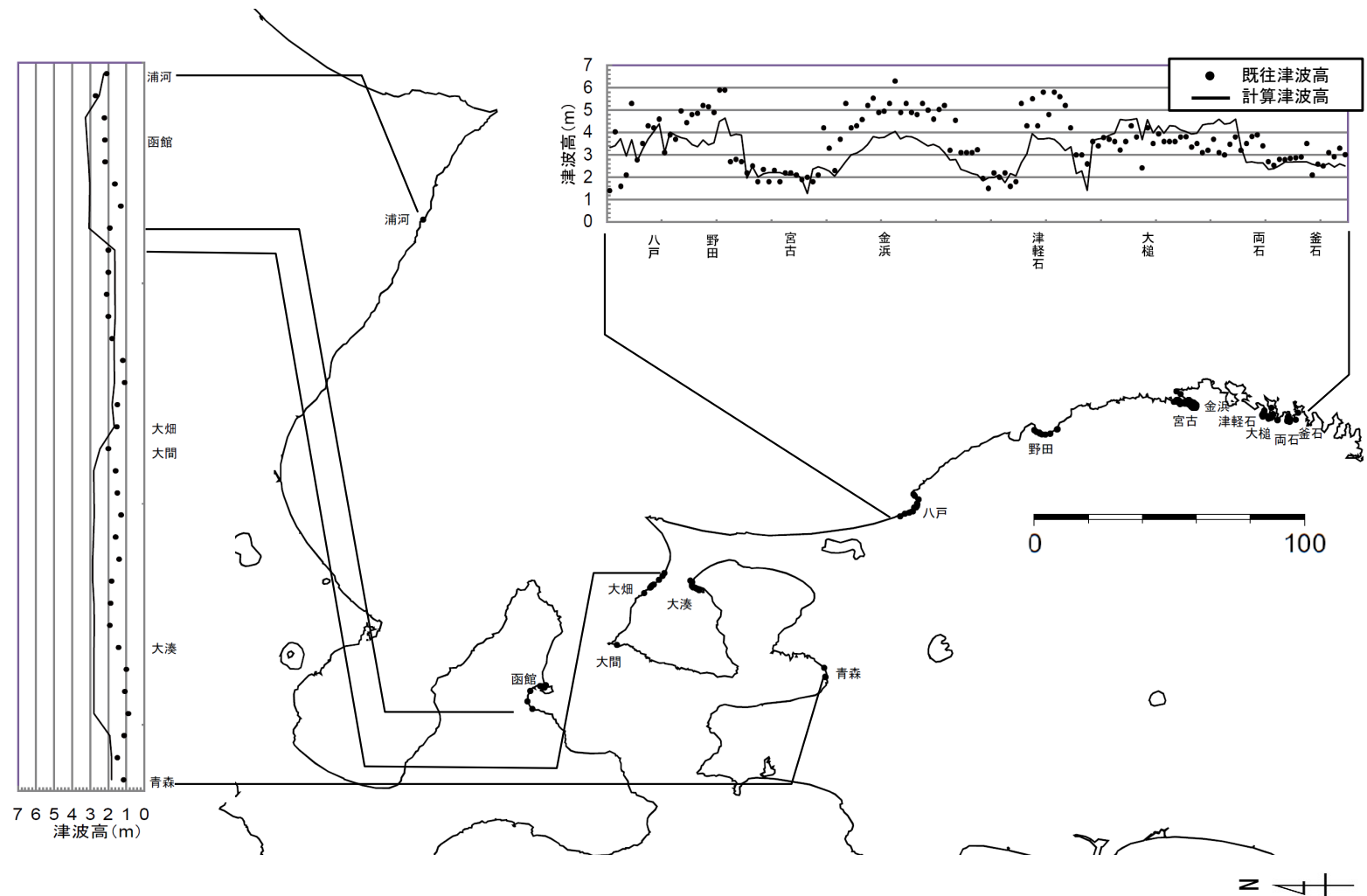


## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討 (9/10)

第1204回審査会合  
資料1 P.66再掲

## ④1960年チリ地震津波 (2/2) : 再現性評価結果

- 北海道南部沿岸 : 8地点
  - 青森県沿岸 : 38地点
  - 岩手県沿岸 : 122地点
- 計 : 168地点



数値シミュレーションによる検証結果は、 $K=1.00$ ,  $\kappa=1.43$  ( $n=168$ ) であり、既往津波の再現性は良好であると判断される。

## 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討（10/10）

### まとめ

- 既往津波高と計算津波高を比較した結果は、下表のとおりである。
- いずれの既往津波に対しても、再現性の目安を満たしていることから、再現性は良好であり計算手法、地形モデル等の妥当性が確認できた。

既往津波	K 幾何平均値	$\kappa$ 幾何標準偏差	n 既往津波高の個数
1993年北海道南西沖地震津波	1.049	1.38	153
1741年渡島大島火山津波	1.00	1.37	38
1856年青森県東方沖地震津波	0.96	1.447	49
1960年チリ地震津波	1.00	1.43	168

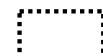
再現性の目安（土木学会（2016））


$$0.95 < K < 1.05, \quad \kappa < 1.45$$

(余白)

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. **数値シミュレーション**
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. **敷地及び敷地付近における評価方針**
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

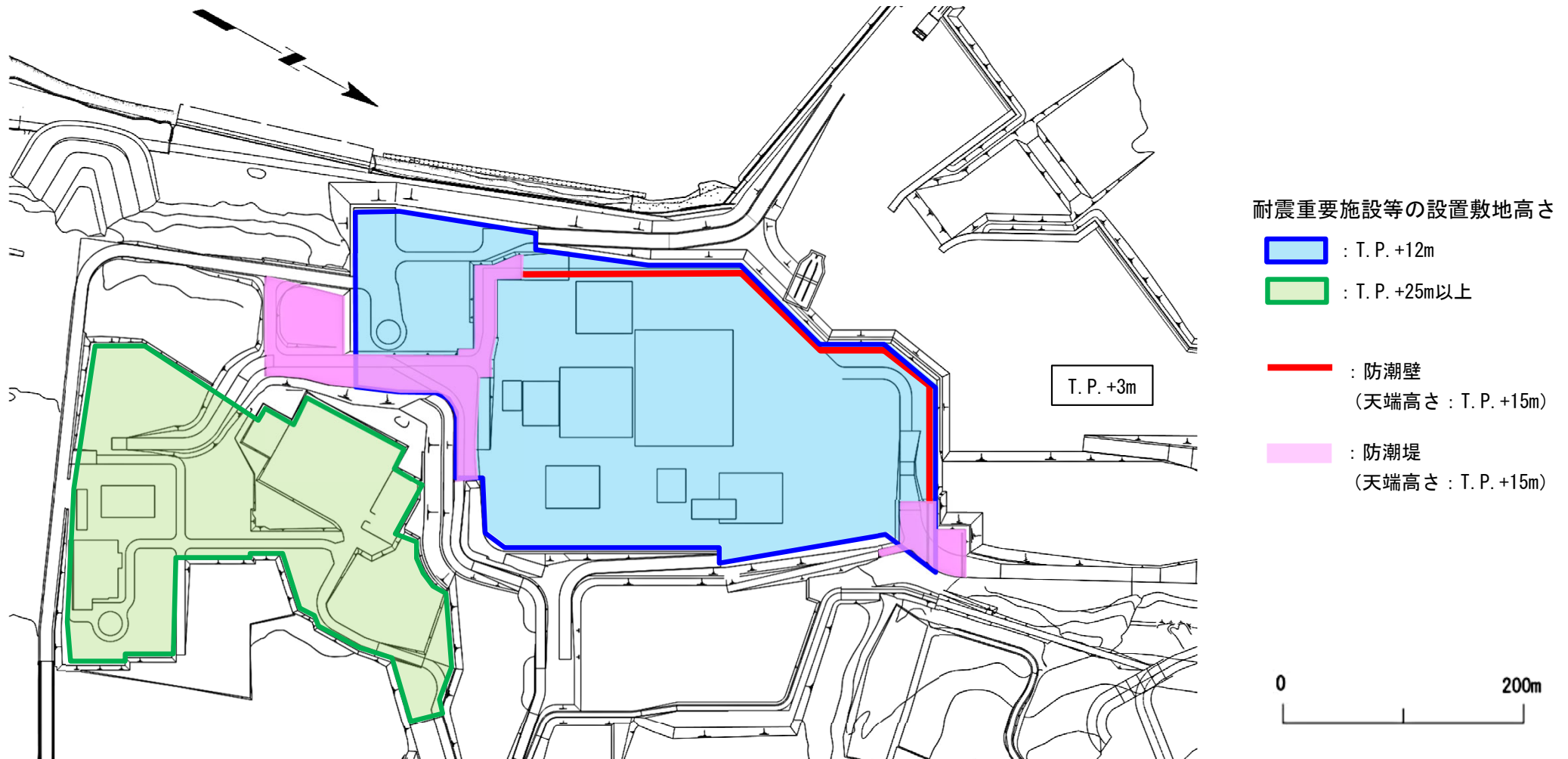
 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲

## 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針（1 / 4）

### 耐震重要施設等の設置箇所

- ・耐震重要施設等が設置されるのは、T. P. +12m及びT. P. +25m以上の敷地である。
- ・なお、耐震重要施設等が設置されるT. P. +12mの敷地には、自主対策として高さ3mの防潮壁または防潮堤を設置する。





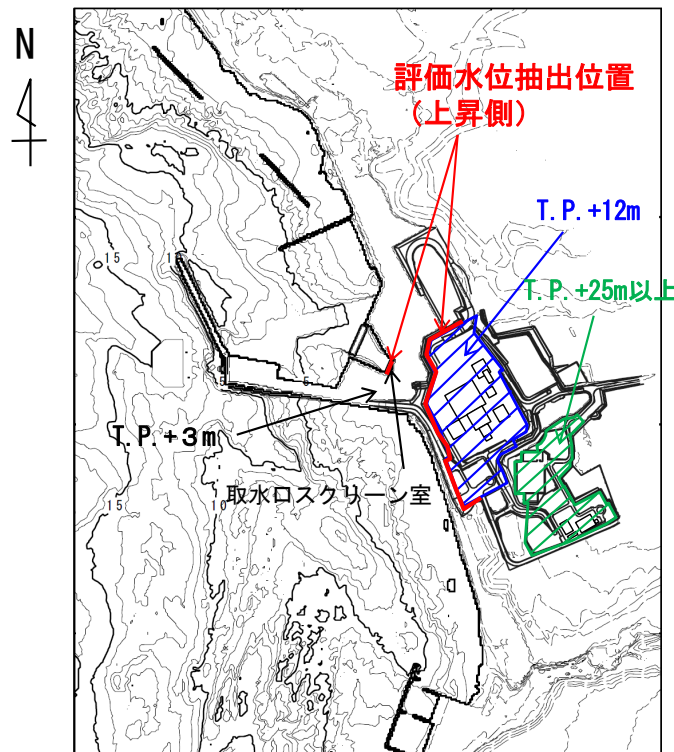
## 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針（2 / 4）

### 敷地における津波水位評価位置の考え方

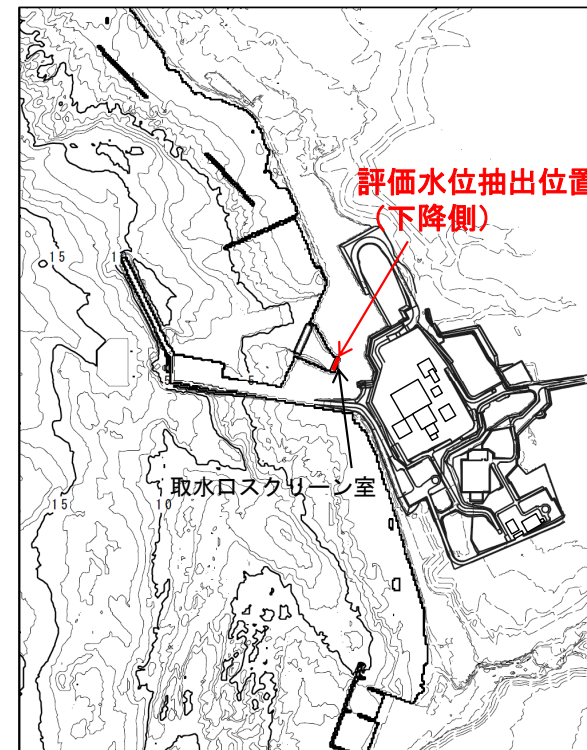
- 津波による水位変動に対する敷地の安全性を評価する際には、津波による水位上昇に対して耐震重要施設等が設置される敷地に津波が到達しないこと、また、津波による水位下降に対して原子炉補機冷却水が十分に確保されることを評価する必要がある。このため、下記により評価水位抽出位置を設定する。

【評価水位抽出位置（上昇側）】：耐震重要施設等が設置される敷地（T.P. +12m及びT.P. +25m以上）の安全性に影響を与える可能性のある津波水位を抽出するため、T.P. +12mの敷地の前面に位置を設定  
また、T.P. +3mの敷地へ遡上しない津波に対しては、取水口スクリーン室前面に位置を設定

【評価水位抽出位置（下降側）】：取水路からの原子炉補機冷却水の取水確保を評価するために取水口スクリーン室前面に位置を設定



評価水位抽出位置（上昇側）



評価水位抽出位置（下降側）

敷地における津波水位評価位置

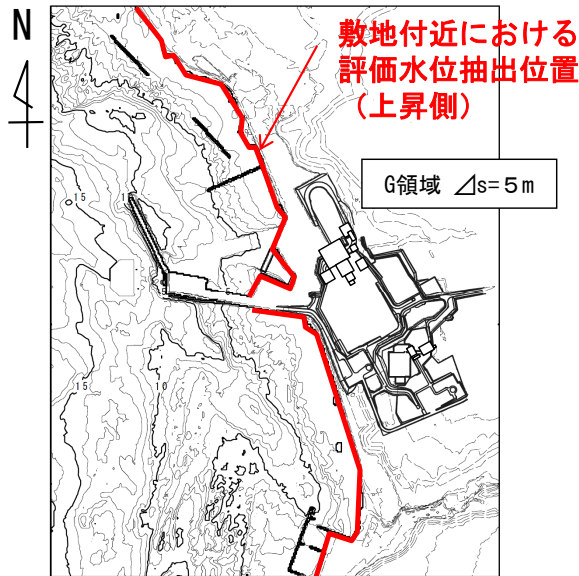




## 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針（3 / 4）

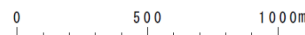
### 敷地へ及ぼす影響の大きな波源域選定の考え方

- 敷地における津波水位を評価する前提として、敷地へ及ぼす影響の大きな波源域を選定する際に数値シミュレーション結果を用いて検討する場合には、下記により評価水位抽出位置（上昇側）を設定した上で検討する。
  - ✓ 敷地へ及ぼす影響の大きな海域の波源域を選定する際には、耐震重要施設等が設置される敷地に津波が到達しないことを確認する必要があるが、敷地のみの検討だけでは、不確かさの検討によって敷地へ及ぼす影響の逆転現象が生じて波源域選定を誤る可能性を否定しきれない。したがって、津波による敷地付近沿岸への影響を大局的に把握することが有効であるため、敷地のみならず敷地付近をも含めた評価水位抽出位置を設定して検討する。
  - ✓ 検討手順は以下のとおり。
    - 敷地付近の津波水位評価として、敷地を含めた南北約2kmの範囲（G領域）における汀線に沿って、評価水位抽出位置を設定し、それぞれの波源域からの津波の水位上昇量を示す。
    - また、敷地の津波水位評価として敷地の評価水位抽出位置におけるそれぞれの波源域からの津波の水位上昇量を示す。
    - 比較対象の波源域で、敷地付近及び敷地において全ての水位が上回る場合には、その領域を選定する。一方、敷地付近に及ぼす影響が大きな波源域に対して、敷地の水位が上回る領域がある場合には、前者を敷地へ及ぼす影響の大きな領域として選定する一方で、後者を影響検討用の波源域として扱う。

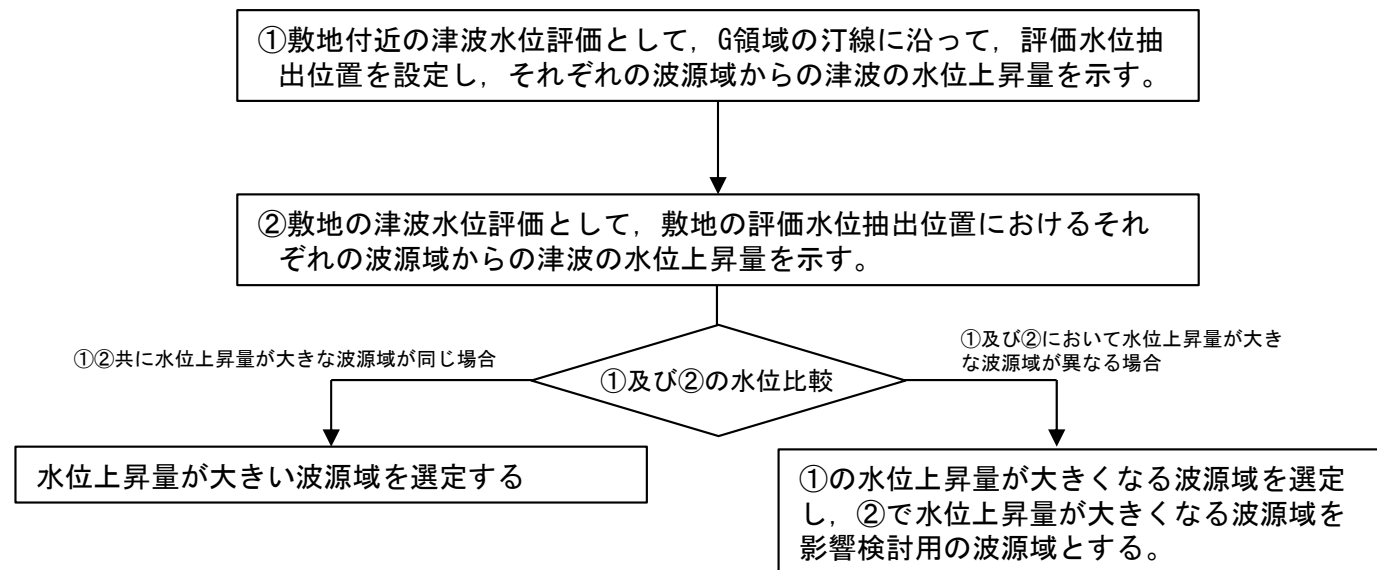


評価水位抽出位置（上昇側）

敷地付近における津波水位評価位置



### 敷地へ及ぼす影響の大きな波源域の選定 検討手順



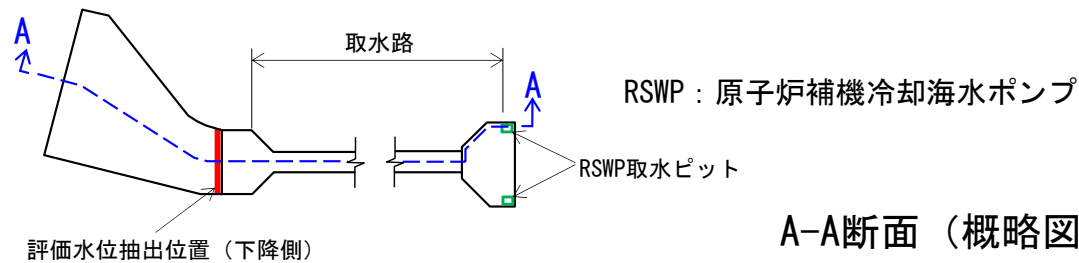
## 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針（4 / 4）

### 評価水位抽出位置と取水設備との関係

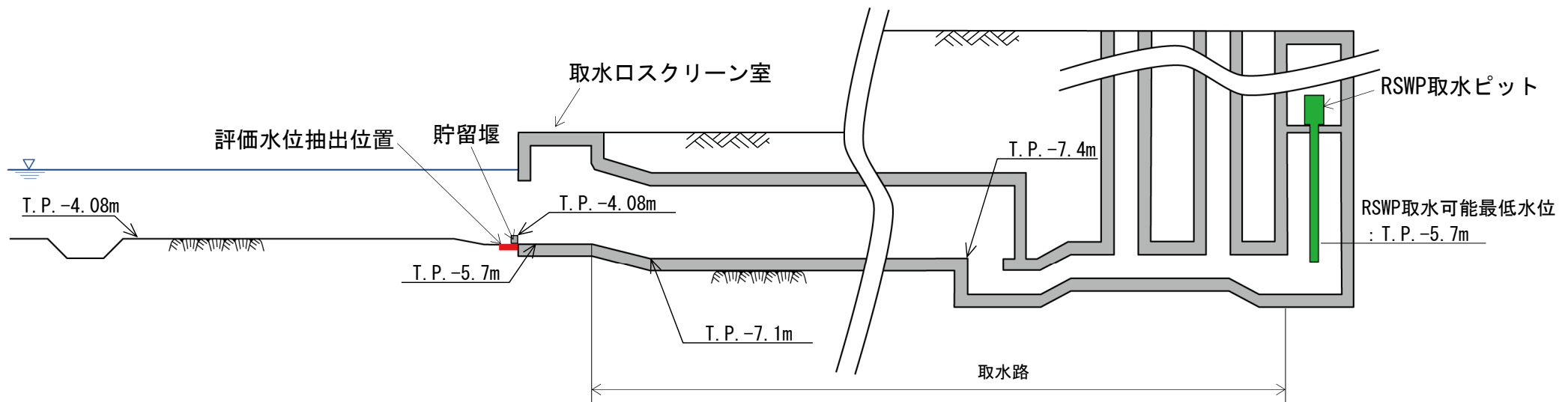
- ・ 取水路からの原子炉補機冷却水の取水確保を評価するために、取水口スクリーン室前面を評価水位抽出位置とする。
- ・ 原子炉補機冷却水の取水確保の評価については、海水貯留量（約6,600m<sup>3</sup>）に対する原子炉補機冷却海水ポンプ（RSWP, 取水量毎秒3m<sup>3</sup>）の運転可能時間と津波が貯留堰天端高さを下回る継続時間を比較することにより実施する。なお、この際RSWP以外の循環水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプは、稼働していない状況である※。

※：津波による水位低下時には、循環水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプは手動停止しており、RSWPは全6台稼働する。

平面（概略図）



A-A断面（概略図）





注：基準津波の最低水位に対し、原子炉補機冷却水を常時取水できるように貯留堰を設置する。

(余白)

# 目次

1. 既往津波等の検討
  - 1-1. 既往津波の文献調査
  - 1-2. 津波堆積物調査
  - 1-3. 行政機関による既往評価の整理
  - 1-4. 既往津波等の検討のまとめ
2. 数値シミュレーション
  - 2-1. 津波の計算条件
  - 2-2. 数値シミュレーションモデルの妥当性検討
  - 2-3. 敷地及び敷地付近における評価方針
3. 地震による津波
  - 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3-2. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
    - 3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
    - 3-2-2. 内閣府(2020)モデルによる津波
    - 3-2-3. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
  - 3-3. チリ沖に想定される地震に伴う津波
  - 3-4. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
  - 3-5. 地震による津波のまとめ
4. 地震以外の要因による津波
  - 4-1. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
  - 4-2. 海底地すべりに起因する津波
  - 4-3. 火山現象に起因する津波
  - 4-4. 地震以外の要因による津波のまとめ
5. 津波発生要因の組合せに関する検討
  - 5-1. 組合せ対象候補の抽出
  - 5-2. 津波発生要因の組合せ
6. 防波堤等の影響検討
  - 6-1. 地震による津波
  - 6-2. 地震以外の要因による津波
  - 6-3. 津波発生要因の組合せ
7. 基準津波の策定
  - 7-1. 基準津波の選定
  - 7-2. 基準津波選定結果の検証
    - 7-2-1. 既往津波との比較
    - 7-2-2. 行政機関による既往評価との比較
8. 基準津波

 : 本資料の掲載範囲

 : 本資料での主なご説明範囲



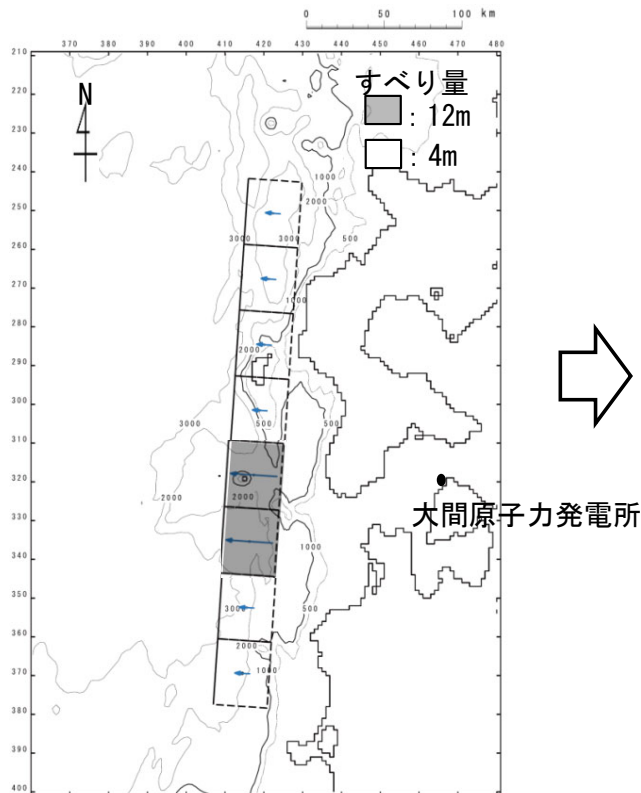
# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（1 / 65）

## 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の検討フロー

第1204回審査会合  
資料1 P.76再掲

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波については、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえて、破壊領域の連動やすべりの不均質性を考慮の上、以下のフローで検討を実施した。

### 基準波源モデルの設定



### 概略パラメータスタディ

(ステップ1)

#### 変動パラメータ※1

- 東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向
- アスペリティ※2位置 (断層長さの約1/10を考慮して約40km<sup>2</sup> ヲ移動)

(ステップ2)

#### 変動パラメータ※1

- アスペリティ※2位置 (ステップ1で影響が大きい位置をさらに細かく約10km<sup>2</sup> ヲ移動)

※1：変動幅は敷地への影響及び科学的知見を考慮し設定。

※2：「大すべり域」を以下「アスペリティ」という。

### 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※1

- 走向
- アスペリティ数※2及び位置
- 上縁深さ

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（2 / 65）



### 日本海東縁部について（1 / 6）

第1204回審査会合  
資料1 P.77再掲

- 日本海東縁部はひずみ集中帯であり、明瞭なプレート境界が存在しない一方で、M7クラスの地震に伴い1983年日本海中部地震津波、1993年北海道南西沖地震津波等の津波が発生している。
- 日本海東縁部は明瞭なプレート境界が形成されていないことから地震の発生メカニズムが複雑であるため、基準波源モデルの設定に先立ち、テクトニクスと地震メカニズム、ひずみ集中帯、地殻構造と大地震の関係に関する既往の知見を整理する。

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（3 / 65）

### 日本海東縁部について（2 / 6）

第1204回審査会合

資料1 P. 78再掲

#### テクトニクスと地震メカニズム

- 日本海東縁部で発生する地震の特性及び様式を把握することを目的として、「テクトニクスと地震メカニズム」に関する知見を整理する。
  - ✓ 現在の日本海の地形と地質構造は、3000-1500万年前の日本海形成時に作られた構造（日本列島の大陸からの分離、日本海盆における海洋性地殻の形成等）と、約1000万年前より以降の変動によって形成された構造（日本列島に沿った縁辺部の地殻変動）が重なり合っているとされている。  
大竹ほか編（2002）による
  - ✓ 日本海東縁部の北海道西方沖から新潟県沖には、多くの断層・褶曲が分布した「ひずみ集中帯」と呼ばれている領域があるとされている。  
「ひずみ集中帯」は、西に位置するユーラシアプレート（若しくはアムールプレート）と東に位置する北米プレート（若しくはオホーツクプレート）の幅の広いプレート境界とされている。  
国交省ほか（2014）による
  - ✓ 日本海東縁部で発生する地震は、主としてプレート相対運動に伴う東西方向からの圧縮力を受けて発生するとされている。明瞭なプレート境界が存在する太平洋側の海溝沿いとは異なり、日本海東縁部では、プレート境界が南北方向に分布する何条かの断層・褶曲帯（「ひずみ集中帯」）より成り、幅をもった領域全体で圧縮力によるひずみを解消するものとされている。  
地震調査研究推進本部（2003）による
  - ✓ 日本海ではマグニチュード7前後からそれ以上の大地震が繰り返し発生してきたが、それらは活断層の破壊によって発生したとされている。  
岡村（2019）による
  - ✓ 日本海東縁部で発生する地震は、内陸の活断層タイプの地震と同様の発生メカニズムを持つとされている。日本海東縁部では逆断層タイプの地震が発生するとされている。  
国交省ほか（2014）による

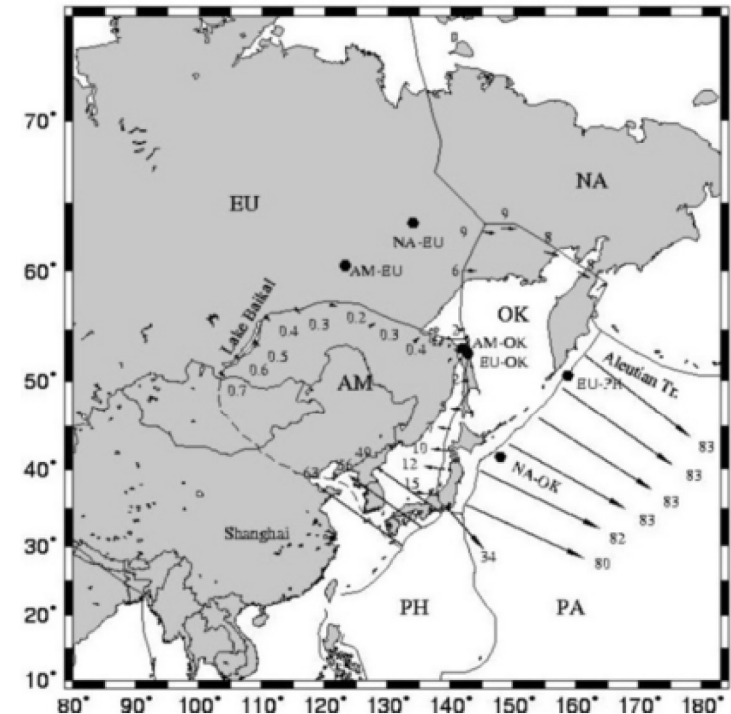


図3 日本列島周辺のプレート運動 (Wei and Seno (1998))

EU: ユーラシアプレート, NA: 北米プレート, OK: オホーツクプレート,  
AM: アムールプレート, PA: 太平洋プレート, PH: フィリピン海プレート

国交省ほか（2014）

# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (4 / 65)

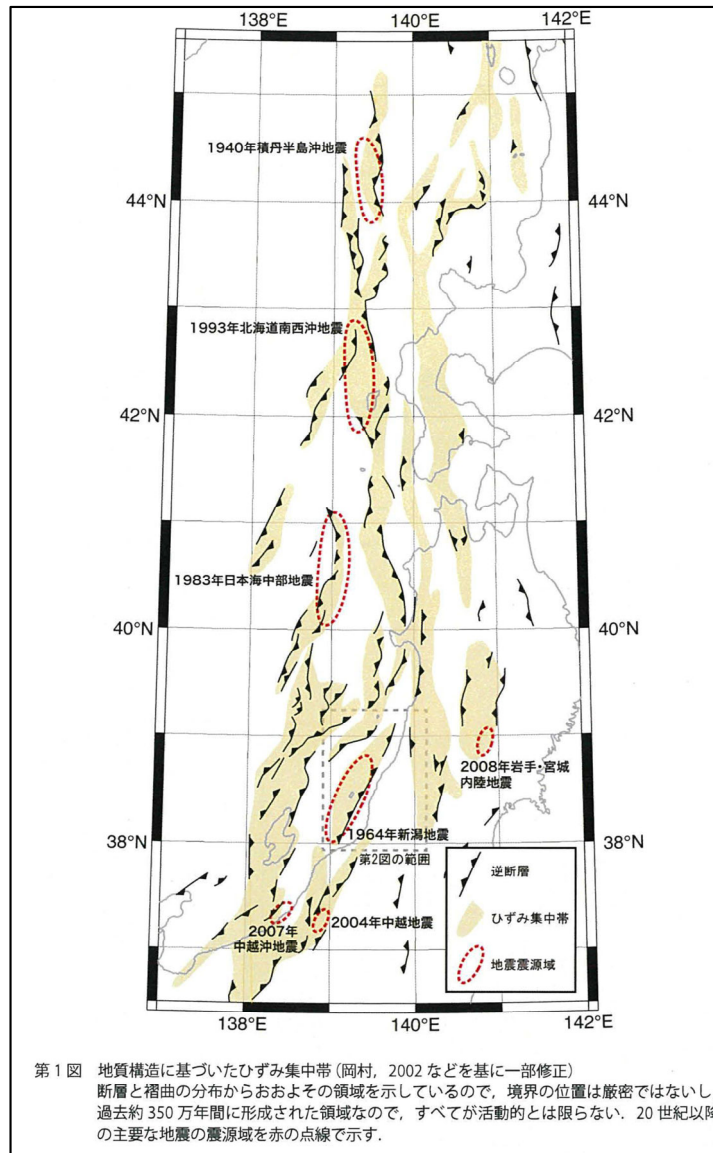
第1204回審査会合  
資料1 P.79再掲

## 日本海東縁部について (3 / 6)

### 地質構造に基づいたひずみ集中帯

- 日本海東縁部で発生する地震の発生範囲を把握することを目的として、「ひずみ集中帯」に関する知見を整理する。
- ✓ 日本海東縁部は、1500万年以上前の日本海の拡大時に、正断層が発達しリフトが多数形成され、その後、約300万年前以降の東西圧縮応力により、それらの古い正断層が逆断層として再活動しているとされている。
- ✓ 日本海東縁部には背斜構造と逆断層が連続する断層、褶曲帯がいくつも発達している。一方、断層や褶曲が全く見られないゾーンも断層、褶曲の間に分布する。このことは、日本海東縁部では地殻のひずみは断層、褶曲帯に集中してきたことを示しており、断層、褶曲帯は約300万年間に地殻の短縮ひずみが集中した場所であるとされている。
- ✓ 日本海東縁部の背斜構造を断層関連褶曲と考えることにより、上部地殻を切る逆断層の位置を大まかに推定し、最近約300万年間に変位が蓄積されてきた場所で、地質学的な時間スケールでみた地殻のひずみ集中帯の分布として、背斜構造全体の幅がマッピングされている。

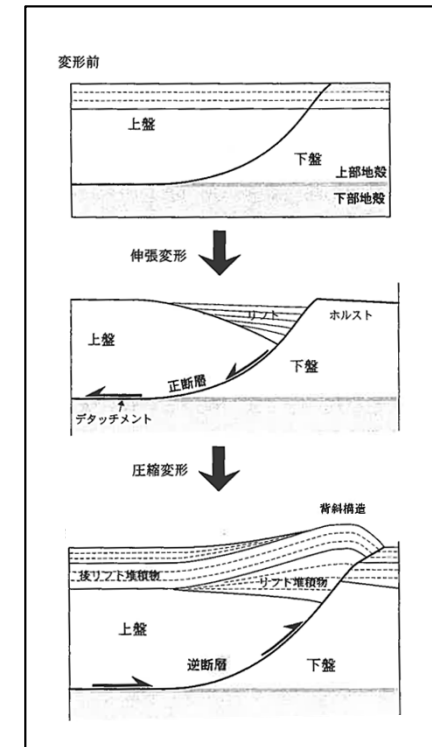
大竹ほか編 (2002) による



### 地質構造に基づいたひずみ集中帯

岡村ほか (2019)

(大竹ほか編 (2002) などを基に一部修正)



### 圧縮応力場及び伸張応力場で形成される模式的な断層とそれに伴う構造

大竹ほか編 (2002) に一部加筆

伸張応力場では上盤が沈降し、堆積盆地 (リフト) が形成される。一方、断層の下盤はほとんど変動しないため、相対的な高まり (ホルスト) として残る。伸張応力場から圧縮応力場に転じた場合には、正断層が逆断層として再活動し、堆積盆地を含む上盤が隆起し、非対称な背斜構造が形成される。



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (5 / 6 5)

## 日本海東縁部について (4 / 6)

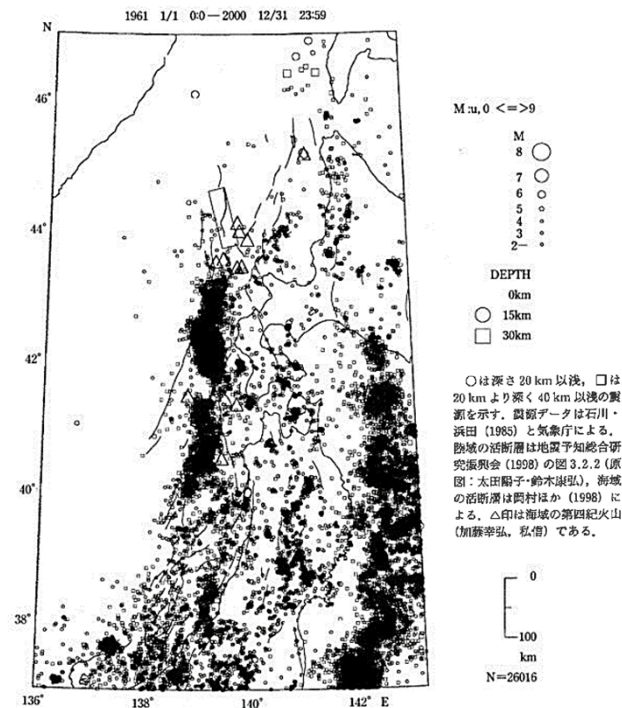
### 地震活動からみたひずみ集中帯

- 日本海東縁部で発生する地震の発生範囲を把握することを目的として、「地震活動からみたひずみ集中帯」に関する知見を整理する。
- 積丹半島北西沖から男鹿半島沖では、ほぼ東経139°線に沿う海域の地震帯が明瞭で近年の大地震は、北から1940年積丹半島沖地震(M7.5), 1993年北海道南西沖地震(M7.8), 1983年日本海中部地震(M7.7)の順に配列し、南北走向の震源の並びが鮮明に浮かび上がっているとされている。
- このほぼ南北走向の地震帯は、数十kmの幅をもつ1本の明瞭な帯で特徴づけられ、西側に接する海底は、日本海で最も深い水深3000m級の日本海盆であり、日本海の拡大期に海洋性リソスフェアとして形成されたと推定されるため、この地域だけが島弧プレートと背弧の海洋プレートの境界が明瞭で、その境界域にひずみと変動が集中しているものと考えられるとされている。
- 右図は、地震活動からみた日本海東縁部のひずみ集中帯の分布図であり、日本海の東縁では、南北走向に近いいくつかのひずみ集中帯が枝分かれたり、合流したりしながら全体の変動帯を構成しているとされている。

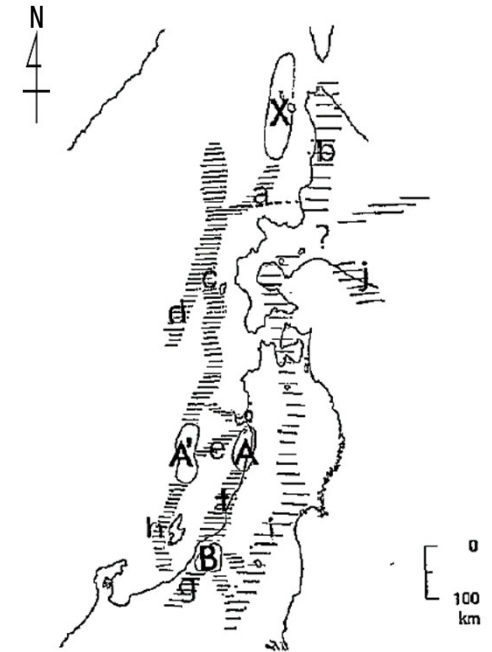
大竹ほか編 (2002) による

第1204回審査会合

資料1 P.80再掲



日本海東縁の浅い地震(深さ30km以浅)の震源(1961-2000年)と活断層の分布



地震活動からみた日本海東縁部のひずみ集中帯と地震空白域(長円で囲んだ領域, AかA' とB, X)

英小文字で示したaからjは震源が密集して帯を形成している地震帯とみられる地帯で特徴的な部分をそれぞれ記号で示している。主に海域に分布する横棒線の密度の濃い帯は日本海東縁の新生プレート境界に関連するもので、荒い横棒線は陸域の地震帯に関係するもの。

大竹ほか編 (2002) に一部加筆



### 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (6 / 65)

#### 日本海東縁部について (5 / 6)

##### 地殻構造と大地震との関係

- 日本海東縁部の断層の分布箇所及び深さ方向の特性を把握することを目的として、「地殻構造と大地震との関係」に関する知見を整理する。
- ✓ 富山湾より北東側の日本海東縁部では、ほぼ南北方向に伸びる断層の集中帯とそれに斜交する北東-南西方向の断層帯が認められるとされている。
- ✓ 南北方向の断層集中帯は規模の大きな断層が重複して分布するのに対して、北東-南西方向の断層帯では断層規模はやや小さく、断層の集中度も低いとされている。
- ✓ 断層面の傾斜は東傾斜と西傾斜が交互に現れるとされている。
- ✓ 過去に発生した規模の大きい地震は、南北方向の断層集中帯に沿って発生しているとされている。

岡村 (2019) による

- ✓ 地殻構造調査に基づき、地震波速度や厚さに基づく地殻構造の区分がなされてきている。日本海東縁で過去に生じた被害地震は、地殻構造内で発生したものと、地殻構造の境界で発生したものとされている。

小平 (2013) による

第1204回審査会合

資料1 P.81再掲

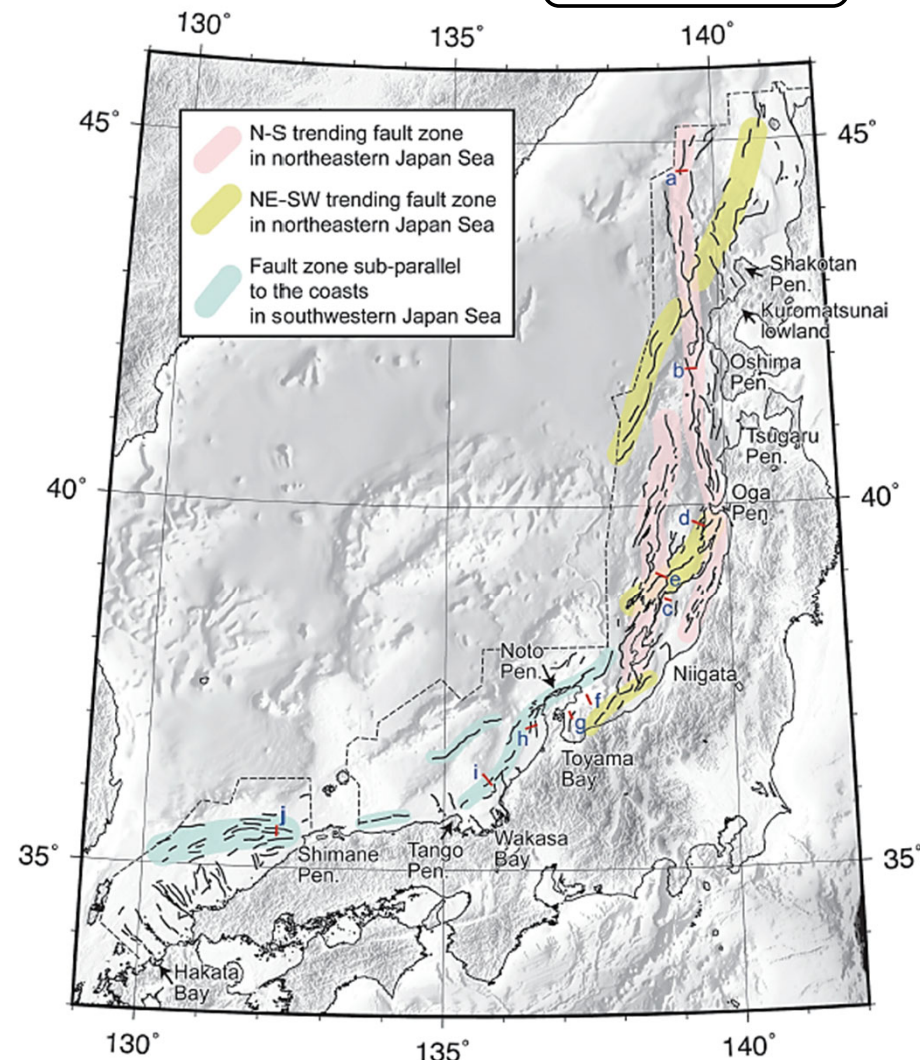


Fig. 4. Map showing major active faults in Japan Sea

Active faults are shown by solid black lines. Red bars and small capitals are locations of the seismic profiles shown in Fig. 3. Broken lines indicate the outline of the areas covered with dense seismic survey lines. Faults are concentrated in colored zones.

岡村 (2019)

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（7 / 6 5）

### 日本海東縁部について（6 / 6）

第1204回審査会合  
資料1 P.82再掲

以上より、基準波源モデル設定に係る主な日本海東縁部の特性は以下のとおり纏められる。

- ✓ ユーラシアプレートと北米プレートの間には、明瞭なプレート境界が存在せず、東西方向に数十km程度の幅をもち南北方向に伸びるひずみ集中帯でM7クラスの地震が発生する。
- ✓ 内陸の活断層タイプの地震と同様の発生メカニズムを持つ。
- ✓ プレートの相対運動に伴う東西圧縮力によるひずみを解消することで逆断層タイプの地震が発生する。
- ✓ 日本海の拡大時に形成された古い正断層が逆断層として再活動している。
- ✓ 活断層タイプで断層面は東傾斜及び西傾斜の双方が存在する。

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（8 / 65）

### 基準波源モデルの設定（基本方針）

第1204回審査会合  
資料1 P.83再掲

- 波源モデルの各諸元の検討においては、日本海東縁部における科学的知見を検討の上、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえたすべりの不均質性を考慮した「特性化波源モデル」※を基準波源モデルとして設定する。
- 想定波源域については、地震調査研究推進本部（2003）の評価対象領域を基本とし、既往地震、ひずみ集中帯、海底地形、余震分布、地殻構造等を踏まえ評価対象領域を策定し、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた破壊領域の連動を考慮して設定する。
- 基準波源モデルのパラメータに関しては、既往津波の波源モデル、国交省ほか（2014）のスケーリング則等の科学的知見を検討の上設定する。主な考え方は以下のとおり。
  - ✓ 日本海東縁部にはプレート間のように明瞭なプレート境界が存在せず、一意的に断層面が想定できないことから、ひずみ集中帯という日本海東縁部の特性を踏まえ、想定波源域の中に逆断層タイプの東傾斜及び西傾斜の双方が存在することを考慮する。
  - ✓ すべり量の設定については、活断層などの内陸地震の断層面積と地震モーメントの経験的關係式によると、地震規模が一定以上の場合平均すべり量は一定値となることを参照し、最大すべり量に関する知見を整理の上、保守的に設定した最大すべり量を各波源モデルに適用することとする。
  - ✓ すべりの不均質性については、日本海東縁部の既往津波に対して、すべりの不均質性を考慮し、既往津波の再現性がおおむね確認されている根本ほか（2009）の知見を対象とし、その内容及び妥当性について確認の上適用する。

※：波源の特性を主要なパラメータで表したモデル

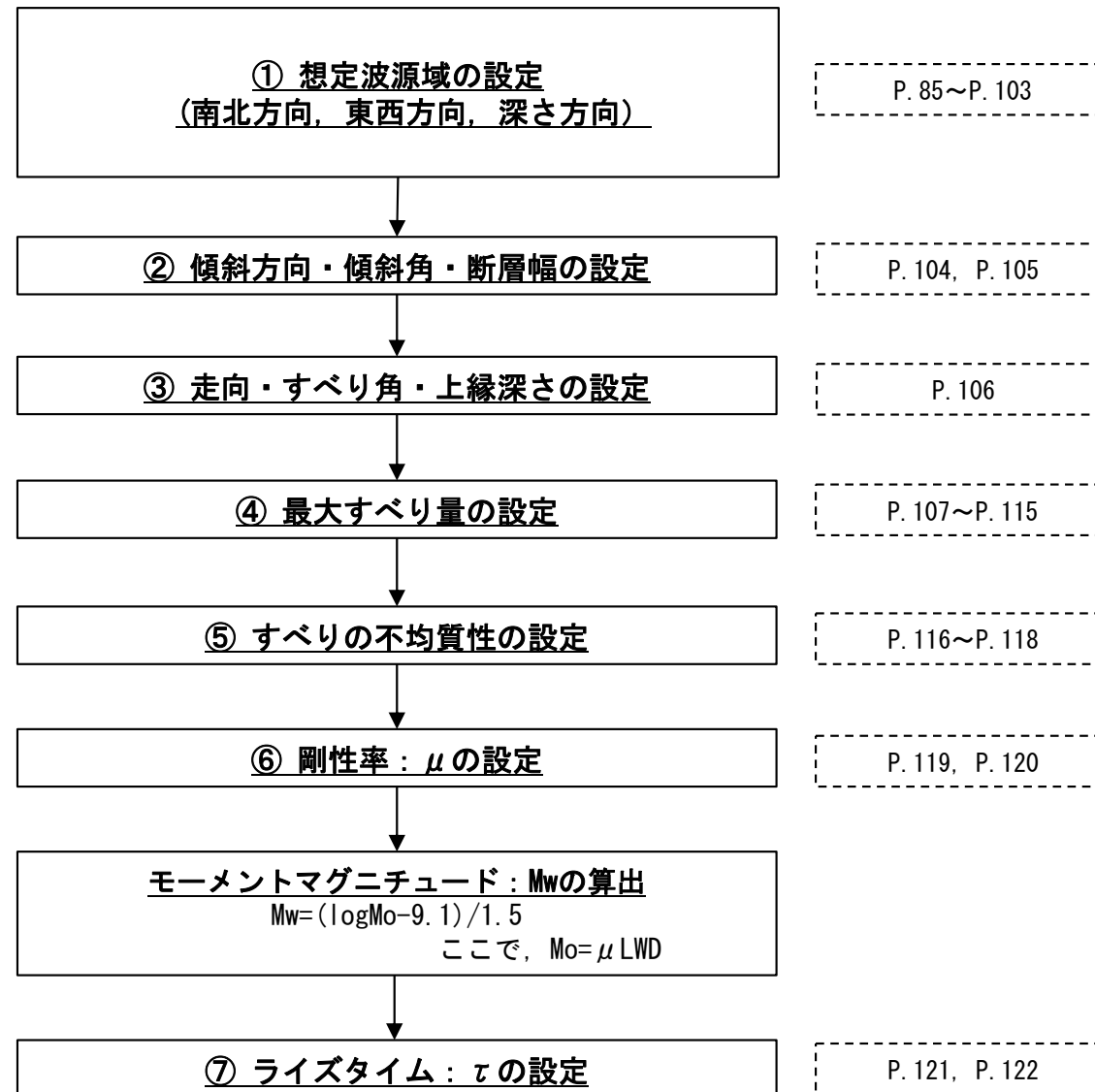
## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (9/65)

### 基準波源モデルの設定 (設定手順)

第1204回審査会合  
資料1 P.84再掲

以下の手順に基づき、基準波源モデルを設定する。

#### 基準波源モデル 設定手順



## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（10/65）

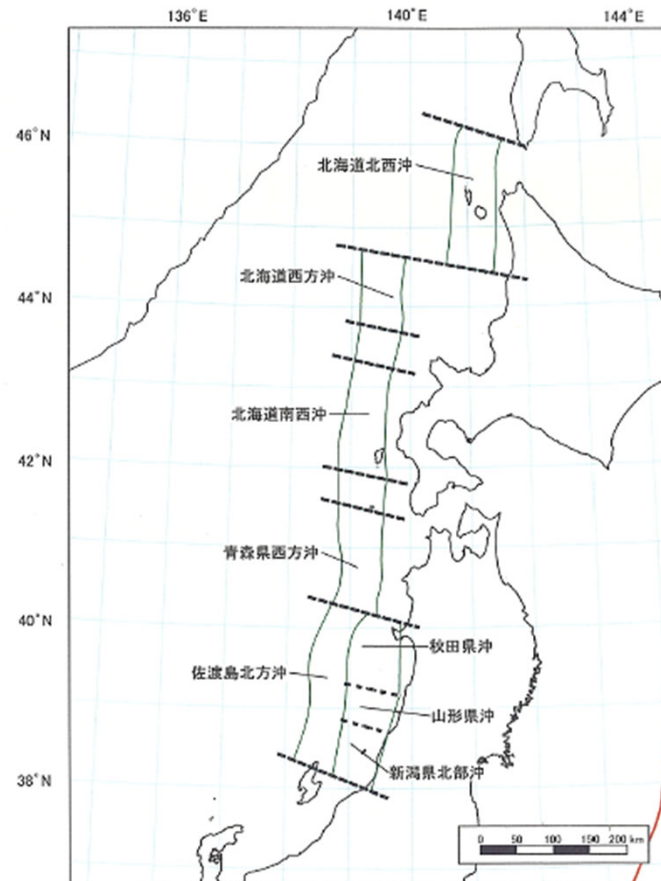
### ① 想定波源域の設定（1/19）

第1204回審査会合

資料1 P.85再掲

#### 基本方針

想定波源域は、地震・津波に対する防災の観点から、地震に関する調査や研究を政府として一元的に推進するために設置された政府の特別機関である地震調査研究推進本部が整理した地震調査研究推進本部（2003）の評価対象領域を基本とし、この評価対象領域に係る既往研究を参照（次ページ参照）して設定する。



日本海東縁部の評価対象領域

日本海東縁部で発生する地震は、主としてプレート相対運動に伴う東西方向からの圧縮力を受けて発生するとされている。明瞭なプレート境界が存在する太平洋側の海溝沿いとは異なり、日本海東縁部では、プレート境界が南北方向に分布する何条かの断層・褶曲帯（以下、「ひずみ集中帯」という。）より成り、幅をもった領域全体で圧縮力によるひずみを解消するものとされている。

地震調査研究推進本部（2003）による



## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（11/65）

### ① 想定波源域の設定（2/19）

想定波源域の設定に関わり参照する既往研究に関する内容、考え方及び検討イメージは以下のとおり。

#### 【南北・東西方向共通】

- ✓ 既往地震の規模（P. 87）  
：断層面積（断層分布範囲）に関連する地震規模の確認
- ✓ 既往地震の波源域（P. 88）：既往地震の発生範囲の確認
- ✓ ひずみ集中帯内における既往地震規模の偏り（P. 89）  
：将来の地震の発生範囲及び規模の推定

#### 【南北方向】

- ✓ 余震分布に関する知見（P. 90～P. 92）  
：既往地震の発生場所の確認
- ✓ 海底地形に関する知見（P. 93）  
：火山、海台等の破壊のバリアとなり得る海底地形と既往地震の関係の確認

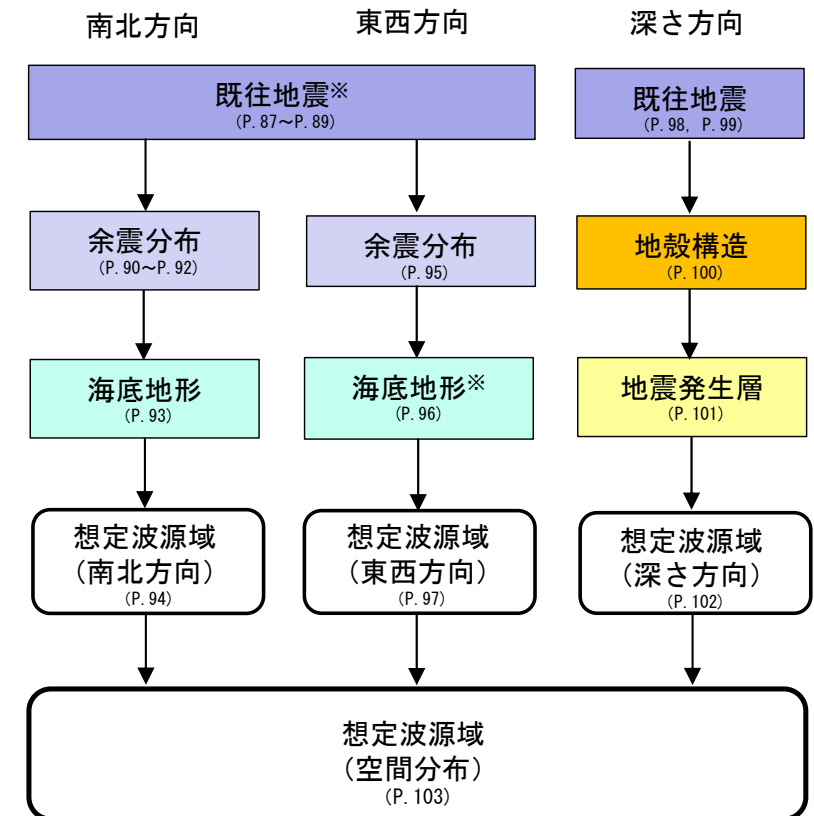
#### 【東西方向】

- ✓ 余震分布に関する知見（P. 95）：既往地震の発生場所の確認
- ✓ 地形・ひずみ集中帯に関する知見（P. 96）  
：将来の地震の発生範囲の推定

#### 【深さ方向】

- ✓ 地殻構造と既往大地震の断層面の関係（P. 98, P. 99）  
：既往地震の断層下端とモホ面の関係確認
- ✓ 地殻構造に基づく波源モデルの設定（P. 100）  
：地殻構造調査結果に基づく地殻厚さ評価の確認
- ✓ 地震発生層の知見（P. 101）：地震発生層の厚さに関する知見の確認

第1204回審査会合  
資料1 P. 86再掲



※ひずみ集中帯の知見も含む

想定波源域設定の検討イメージ

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (12/65)



## ① 想定波源域の設定 (3/19) : 南北・東西方向 (1/3)

## 既往地震の規模

## 日本海東縁部の大地震活動域の既往最大Mw

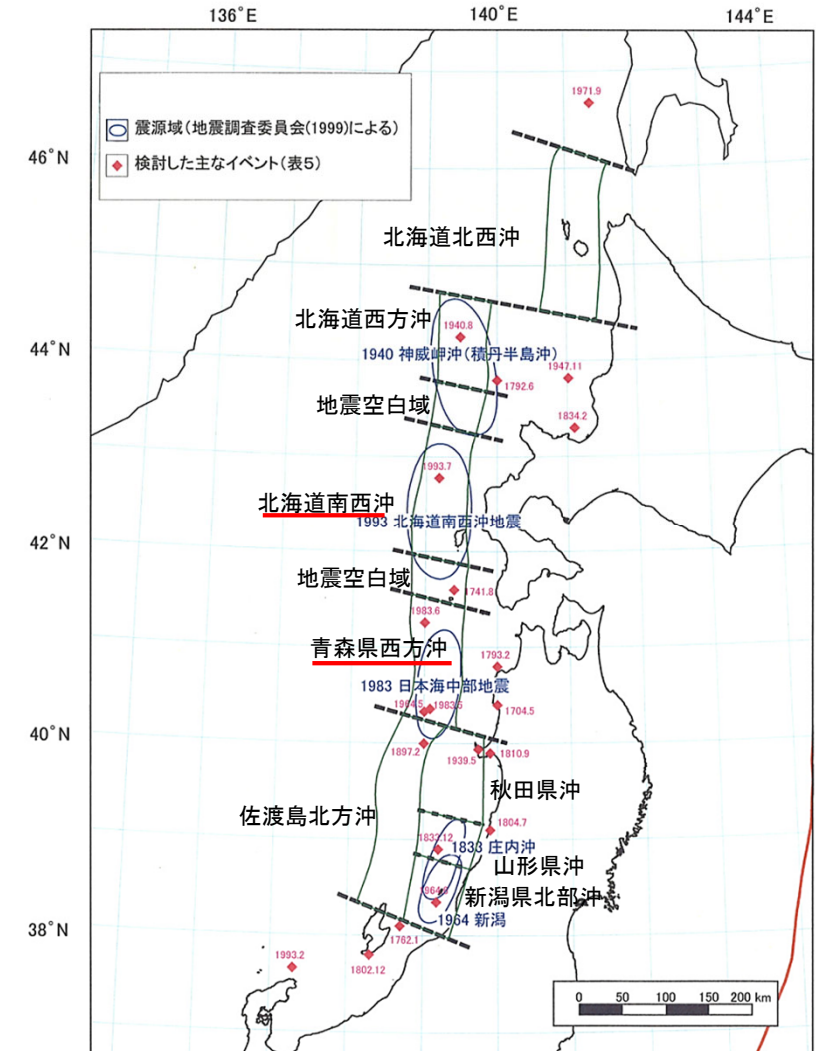
海域	発生年	既往最大Mw (=Mmax)	地震発生間隔
北海道北西沖	なし	—	3900年程度
北海道西方沖	1940	7.7	1400~3900年程度
<u>北海道南西沖</u>	1993	<u>7.8</u>	500~1400年程度
<u>青森県西方沖</u>	1983	<u>7.7</u>	500~1400年程度
秋田県沖	なし	—	1000年程度以上
山形県沖	1833	7.8	1000年程度以上
新潟県北部沖	1964	7.5	1000年程度以上
佐渡島北方沖	なし	—	500~1000年程度

土木学会 (2011) より作成

- 地震規模は、断層面積（断層分布範囲）に関連するため、既往地震の規模について整理した。
- 日本海東縁部において敷地への津波の影響が大きいと考えられる北海道南西沖及び青森県西方沖で発生した既往地震津波のうち、最も地震規模が大きいものは1993年北海道南西沖地震津波 (Mw=7.8) とされている。

地震調査研究推進本部 (2003) による

以上から、既往地震の最大規模はMw7.8 である。

第1204回審査会合  
資料1 P.87再掲日本海東縁部における主な地震の震源域と  
地震調査研究推進本部 (2003) で検討対象としたイベント

地震調査研究推進本部 (2003) に一部加筆

# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (13/65)



## ① 想定波源域の設定 (4/19) : 南北・東西方向 (2/3)

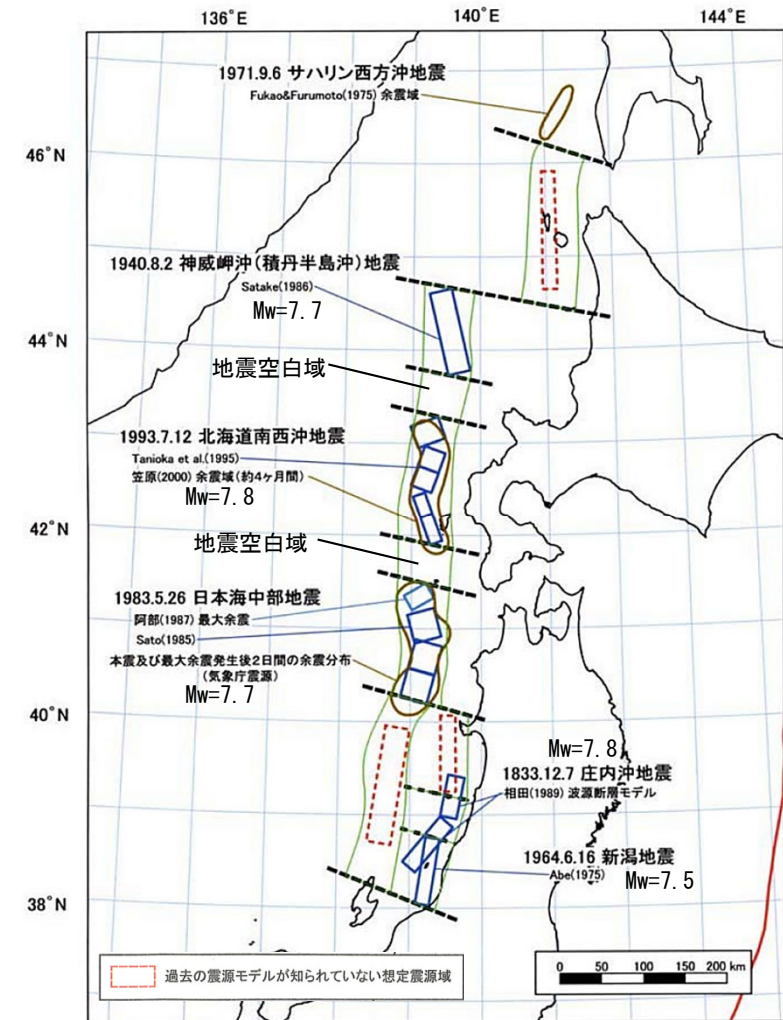
第1204回審査会合  
資料1 P.88再掲

### 既往地震の波源域

- 「ひずみ集中帯」で東西方向から圧縮する力を受けて繰り返し地震が発生するものと考え、M7.5以上の地震の発生したことが地震観測及び歴史記録から知られている領域別に想定震源域が区分されている。
- 地震観測及び歴史記録からはM7.5以上の大地震の発生が確認されていない残りの海域（「地震空白域」）が分布しているが、北海道西方沖・北海道南西沖・青森県西方沖の狭間にある空白域は、その大きさからM7.5以上の大地震は発生する可能性が低いと考えられるとされており、検討対象とされていない。

地震調査研究推進本部（2003）による

以上から、日本海東縁部にはM7.5以上の地震が発生した領域と地震空白域とが南北に交互に分布する。



過去の震源モデル・余震域，及び想定震源域

地震調査研究推進本部（2003）に一部加筆



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (14/65)

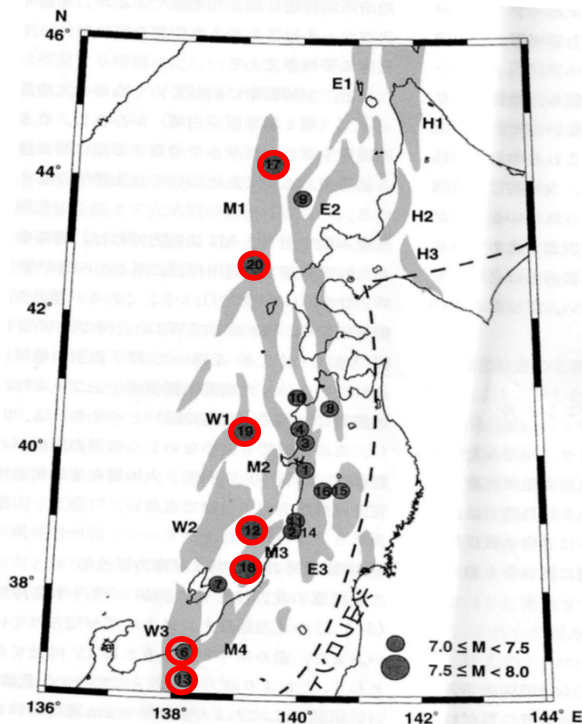
## ① 想定波源域の設定 (5/19) : 南北・東西方向 (3/3)

第1204回審査会合  
資料1 P.89再掲

### ひずみ集中帯内における既往地震規模の偏り

- ひずみ集中帯のうち、主地震帯（特に大きな地震）とそれ以外の領域に明瞭な地域差が認められる。後者に属する地震は最大でもM7.5を超えないとされている。大竹ほか編（2002）による
- 地震調査研究推進本部（2003）では、「ひずみ集中帯を構成する海底断層や褶曲帯は、約300万年間に地殻の短縮ひずみが集中した場所であると考えられるので、将来発生する地震の位置は、現在の地震活動の状況も併せて参照した。」とされている。地震調査研究推進本部（2003）による

以上から、地震調査研究推進本部（2003）の評価対象領域は、大竹ほか編（2002）の主地震帯のみならず、M7.5を超えない地震の発生領域も含んだ領域であると考えられる。



EHMW:説明の便宜上、ひずみ集中帯に付された符号

表 12.1 日本海東縁に発生した浅発大地震 (M≥7)

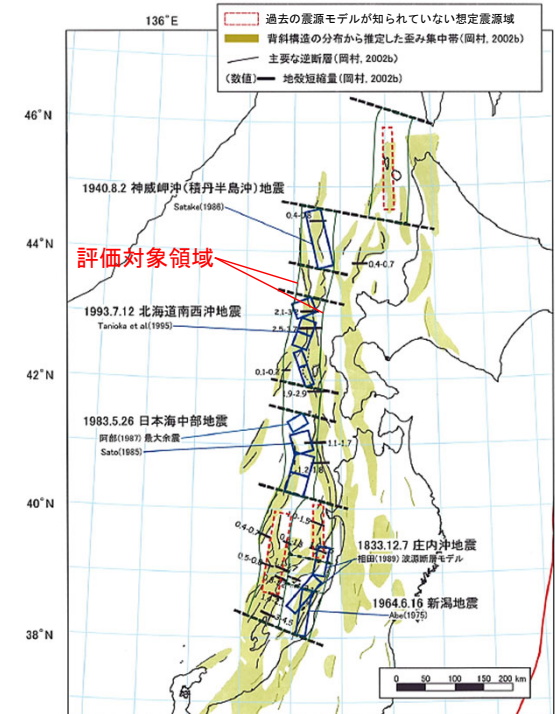
番号	年	地域/地震名	緯度 (°N)	経度 (°E)	M	備考
1	830	出羽	39.8	140.1	7.0-7.5	S
2	850	出羽	38.9	139.9	7.0	S
3	1694	能代地方	40.2	140.1	7.0	S
4	1704	羽後・津軽	40.4	140.0	7.0±½	S
5	1741	渡島大島	41.6	139.4	(6.9)	M(噴火?)
6	1751	越後・越中	37.1	138.2	7.0-7.4	M
7	1762	佐渡	38.1	138.7	7.0	S
8	1766	津軽	40.7	140.5	7½±½	S
9	1792	後志沖	43½	140.0	7.1	S
10	1793	鎌ヶ沢地震	40.85	139.95	6.9-7.1	S
11	1804	象潟地震	39.05	139.95	7.0±0.1	S
12	1833	庄内沖	38.9	139.25	7½±½	M
13	1847	善光寺地震	36.7	138.2	7.4	M
14	1894	庄内地震	38.9	139.9	7.0	S
15	1896	陸羽地震	39.5	140.7	7.2±0.2	S
16	1914	秋田仙北地震	39.5	140.4	7.1	S
17	1940	積丹半島沖地震	44.25	139.47	7.5	M
18	1964	新潟地震	38.35	139.18	7.5	M
19	1983	日本海中部地震	40.36	139.08	7.7	M
20	1993	北海道南西沖地震	42.78	139.18	7.8	M

(注1) 糸魚川-静岡構造線以東、火山フロント以西で発生したM7以上の大地震を表示。  
 (注2) 震源要素は原則として宇佐美（1996）および気象庁の地震カタログによる。ただし、No.2の震央は萩原（1989）に従って庄内平野東縁断層帯の観音寺断層付近とした。  
 (注3) 備考欄のMは主地震帯に発生したもの、Sはそれ以外の地震。

備考欄のMを主地震帯の地震、Sをその他の地震としている

「主地震帯」で発生した地震 (○印)

大竹ほか編（2002）に一部加筆



ひずみ集中帯と想定震源域の分布

地震調査研究推進本部（2003）に一部加筆

### 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (15/65)



#### ① 想定波源域の設定 (6/19) : 南北方向 (1/5)

第1204回審査会合

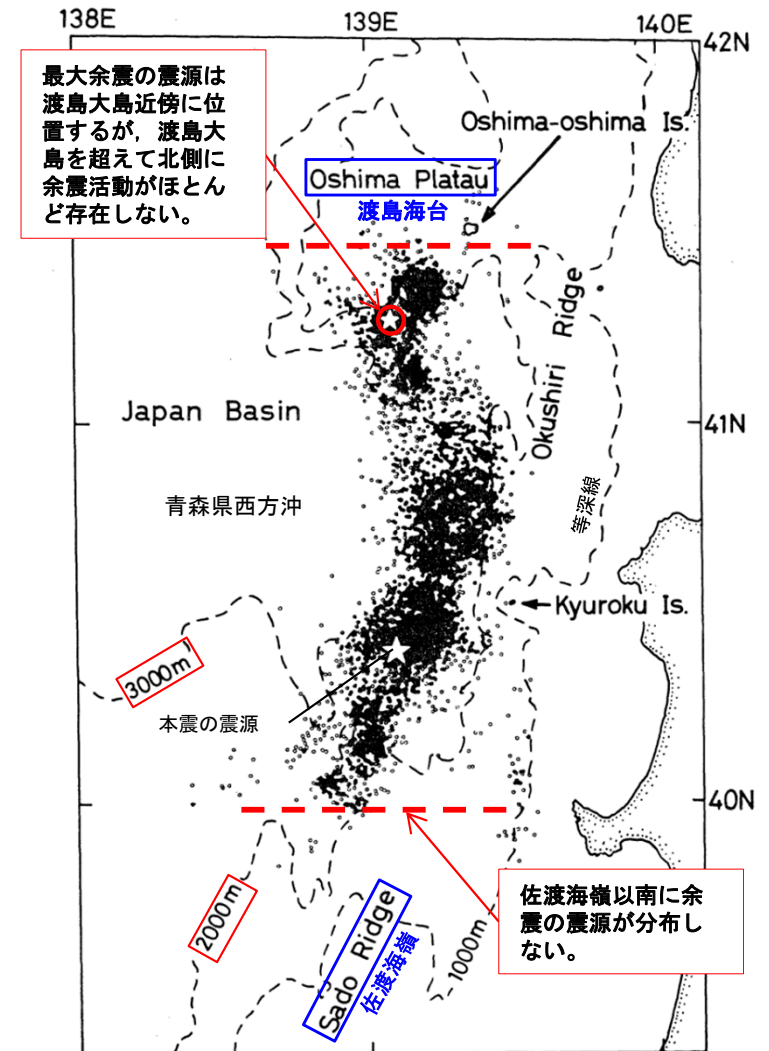
資料1 P.90再掲

#### 余震分布に関する知見 (青森県西方沖)

- 青森県西方沖で発生した1983年日本海中部地震の余震域は、海深2,000mと3,000mの等深線に沿ってほぼ南北に長くのびて、北端は渡島海台(松前海台)、南端は佐渡海嶺で区切られるとされている。
- 1983年6月21日に発生した最大余震(右図の赤○印)に伴う二次余震の余震域も、渡島大島の南西の領域までしか広がっていないとされている。

海野ほか(1985)による

以上から、青森県西方沖で発生した1983年日本海中部地震の活動域は、余震の震源分布から海底地形と強い関連性を持ち、その結果、北端は渡島海台(松前海台)、南端は佐渡海嶺で区切られる範囲になったと考えられる。



1983年日本海中部地震の余震分布

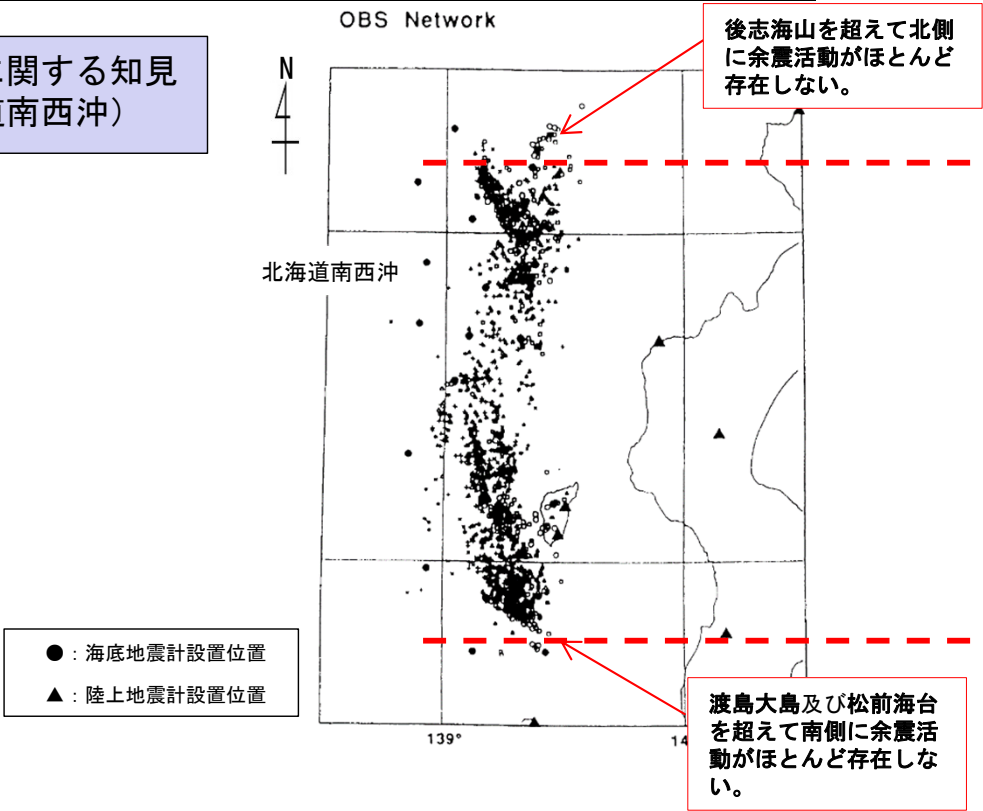
海野ほか(1985)に一部加筆



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (16/65)

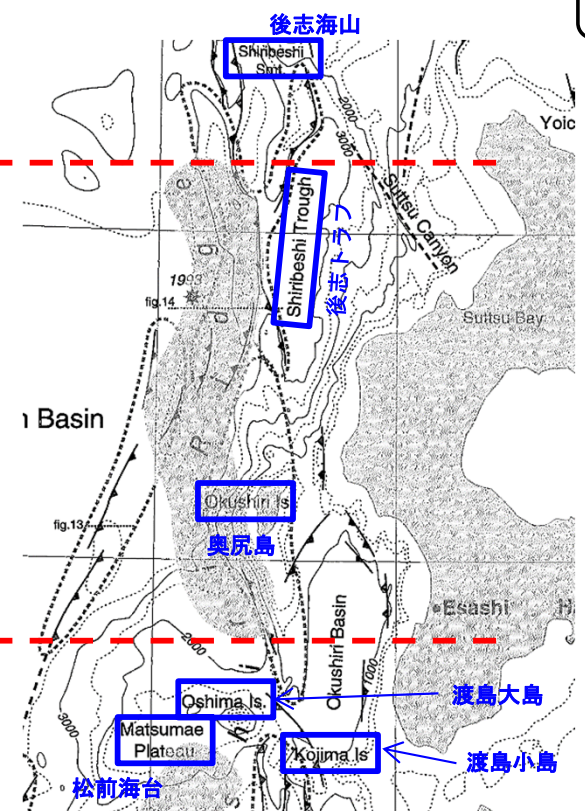
## ① 想定波源域の設定 (7/19) : 南北方向 (2/5)

余震分布に関する知見  
(北海道南西沖)



93. 7.21 12:00 - 93. 8.16 23:59  
1993年北海道南西沖地震の余震分布

日野ほか (1994) に一部加筆



北海道南西沖の活構造

岡村ほか (1998) に一部加筆

グレーの領域は1993年北海道南西沖地震の余震域。破線で囲った範囲は主要な隆起帯。

- 1993年北海道南西沖地震の余震域は、後志トラフ西方から奥尻島南方の松前海台北方で止まっていることが示されている。  
日野ほか (1994) による
  - 北海道南西沖地震の破壊域と日本海中部地震の破壊域の間には、渡島大島・渡島小島などの活火山が分布している。また、北海道南西沖地震の破壊域と積丹沖地震の破壊域との間には、後志海山が分布する。これらの火山周辺では活断層の規模が明らかに小さくなっている。そのことから、火山の存在が断層破壊領域を規制する可能性があると考えられている。  
岡村・倉本 (1999) による
- 以上から、北海道南西沖で発生した1993年北海道南西沖地震の活動域は、余震の震源分布から火山等の分布域には到達せずに、北端は後志海山、南端は渡島大島及び松前海台で区切られる範囲になったと考えられる。

# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (17/65)

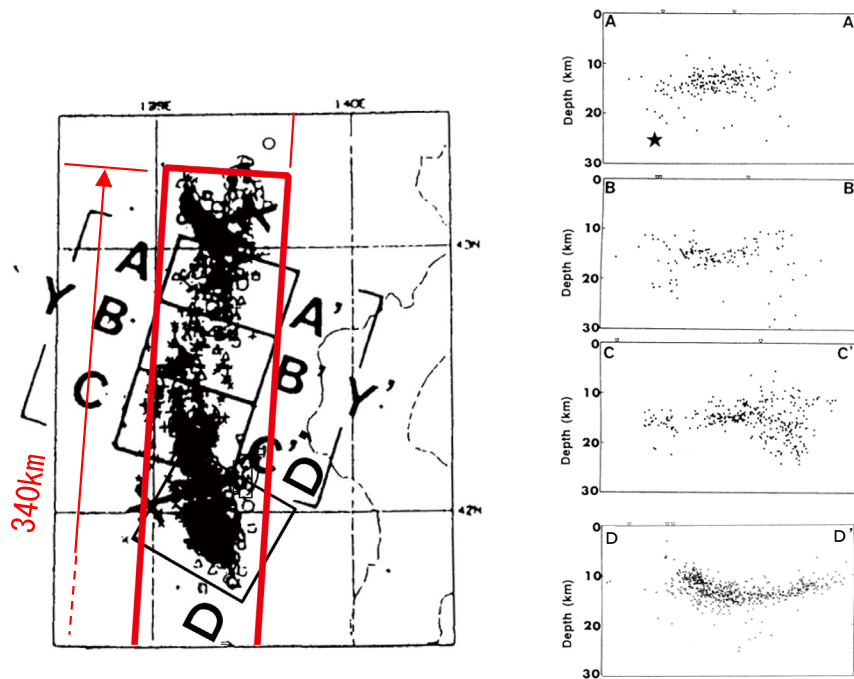
## ① 想定波源域の設定 (8/19) : 南北方向 (3/5)

第1204回審査会合

資料1 P.92再掲

### 余震分布に関する知見

- 日野ほか (1994) では、「余震の震源が集中しているそれぞれの面は、本震を構成するいくつかのサブイベントの破壊面に対応するものであり、得られた余震分布はこうした破壊群の詳細な空間分布を示すものである可能性が高い。」とされている。
- 1983年日本海中部地震及び1993年北海道南西沖地震の余震分布域 (深さ方向も含む3次元分布域) は、おおむね南北方向340kmの範囲に包含されることが確認できた。



1993年北海道南西沖地震の余震分布

日野ほか (1994) に一部加筆

図3 海底地震観測による、1993年北海道南西沖地震の余震域のうち「中部」での余震分布 (7月21日～8月16日)。★印は北海道大学理学部 (1993) による本震の位置。

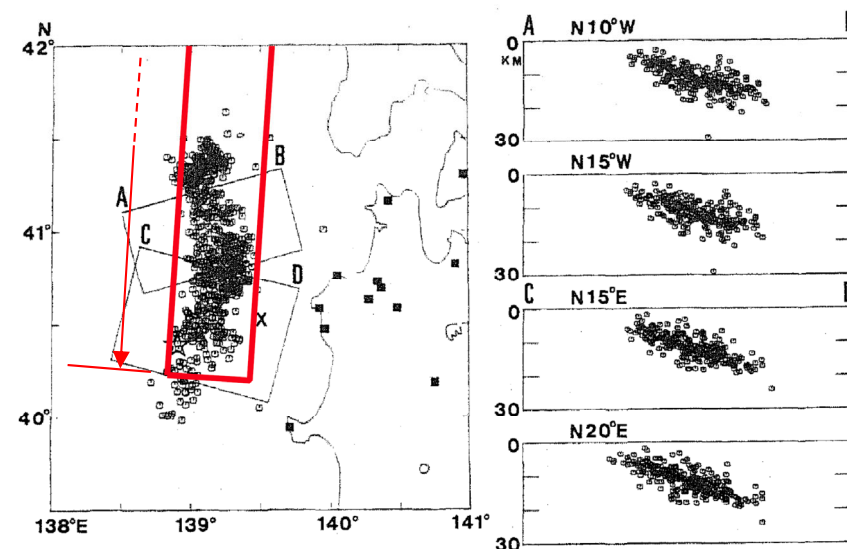


Fig. 8. Aftershock distribution determined for Model I-1. Epicenter distribution is shown on the left and depth distributions on the right, projected on the cross sections perpendicular to the directions of N10°W and N15°W for the northern sampling block and N15°E and N20°E for the southern sampling block. Squares indicate the seismograph stations. A star indicates the epicenter of the main shock (KOSUGA *et al.*, 1984). A cross marks the location of Kyuroku Island.

1983年日本海中部地震の余震分布

Sato *et al.* (1986) に一部加筆

### 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（18/65）



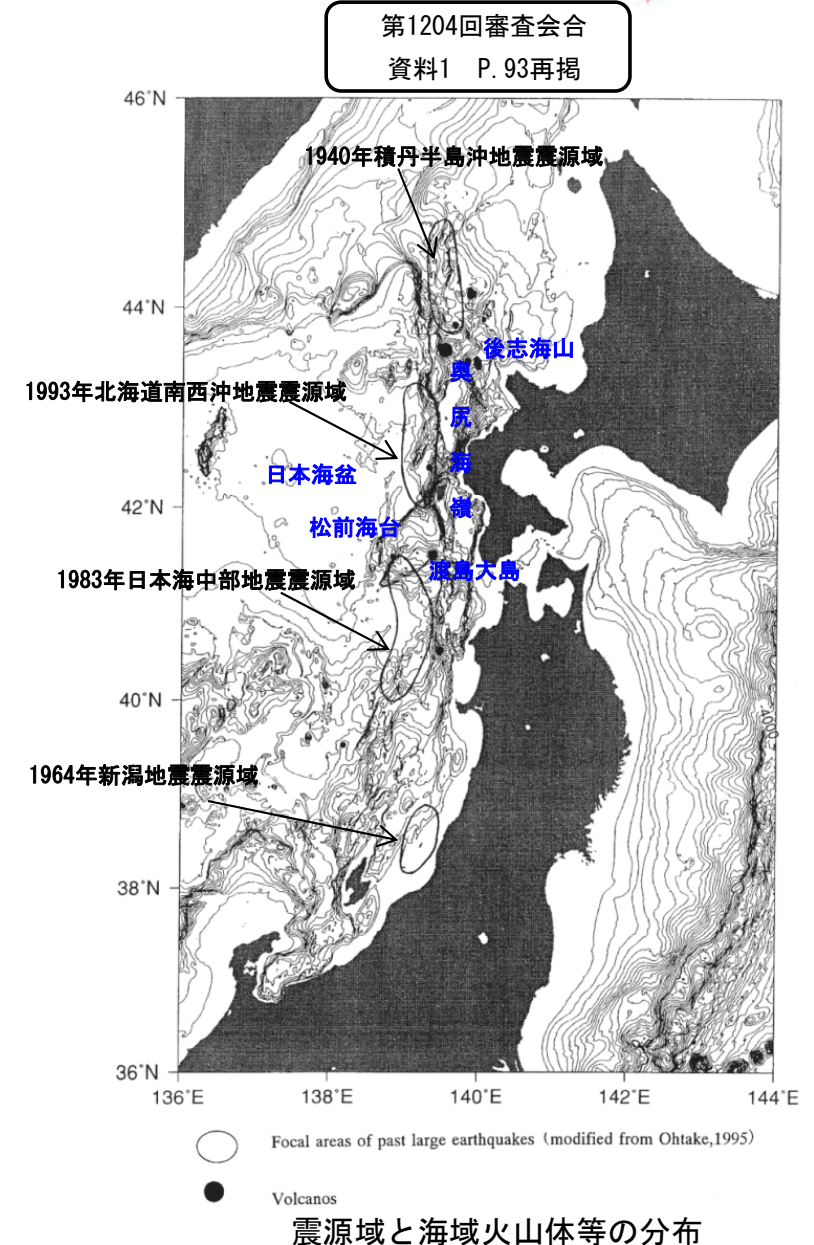
#### ① 想定波源域の設定（9/19）：南北方向（4/5）

海底地形に関する知見（北海道南西沖～青森県西方沖）

- 1940年積丹半島沖地震と1993年北海道南西沖地震の間のギャップ（空白域）には後志海山等の海底火山体が複数分布し、両方の震源域は分かるとされている。
- 1993年北海道南西沖地震と1983年日本海中部地震の間のギャップ（空白域）には渡島大島や渡島小島等の火山体及び日本海拡大時に形成されたホルストである松前海台が存在し、両方の震源域は分かるとされている。

海上保安庁水路部（2001）による

以上から、日本海東縁部（北海道南西沖～青森県西方沖）で発生した過去の地震の震源域は海山・火山、海台等により区分され、震源域の間にはギャップ（空白域）が存在し、南北に連続的に分布しないものと考えられる。



海上保安庁水路部（2001）に一部加筆



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (19/65)

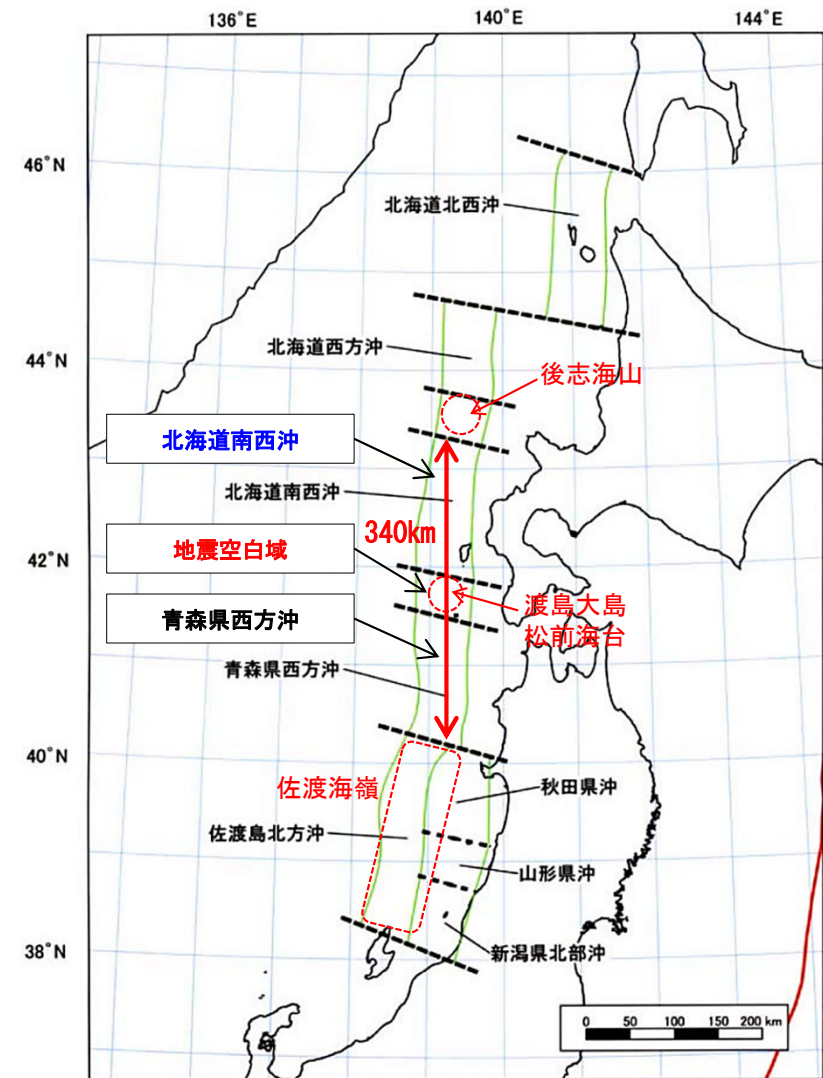


## ① 想定波源域の設定 (10/19) : 南北方向 (5/5)

第1204回審査会合  
資料1 P.94再掲

### 想定波源域 (南北方向) の考え方

- 日本海東縁部で発生した既往地震津波のうち最も地震規模の大きいものは1993年北海道南西沖地震津波 ( $M_w=7.8$ )である。
- 「既往地震に関する知見」, 「余震分布に関する知見」, 「海底地形に関する知見」から, 地震調査研究推進本部 (2003) の評価対象領域をまたぎ, 既往地震規模を上回る連動地震が発生する可能性は低いものと考えられる。
- しかし, 2011年東北地方太平洋沖地震では, 広い領域で地震が連動したことを踏まえ, 青森県西方沖とその北方に隣接する地震空白域及び北海道南西沖との連動の可能性は低いと考えられるが, 青森県西方沖から北海道南西沖が連動するものとして, 安全評価上, 深さ方向を含めた  $L=340\text{km}$  を想定波源域の南北方向範囲に設定した。



日本海東縁部の想定波源域 (南北方向)

地震調査研究推進本部 (2003) に一部加筆

# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (20/65)

## ① 想定波源域の設定 (11/19) : 東西方向 (1/3)

第1204回審査会合  
資料1 P.95再掲

### 余震分布に関する知見

- 日野ほか (1994) では、「余震の震源が集中しているそれぞれの面は、本震を構成するいくつかのサブイベントの破壊面に対応するものであり、得られた余震分布はこうした破壊群の詳細な空間分布を示すものである可能性が高い。」とされている。
- 1983年日本海中部地震及び1993年北海道南西沖地震の余震分布域 (深さ方向も含む3次元的分布域) は、おおむね東西方向50kmの範囲に包含されることが確認できた。

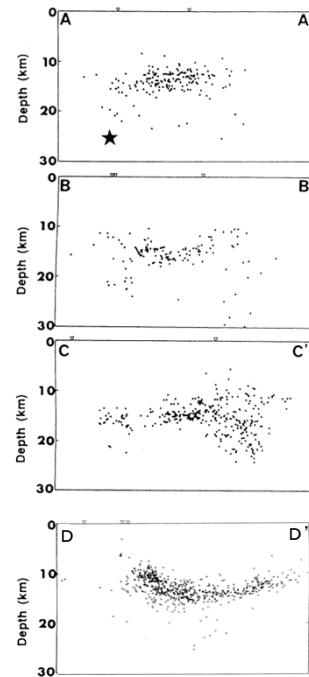
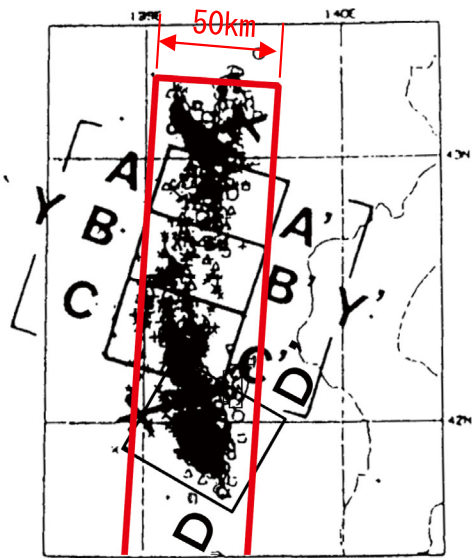


図3 海底地震観測による、1993年北海道南西沖地震の余震域のうち「中部」での余震分布 (7月21日~8月16日)。★印は北海道大学理学部 (1993) による本震の位置。

1993年北海道南西沖地震の余震分布

日野ほか (1994) に一部加筆

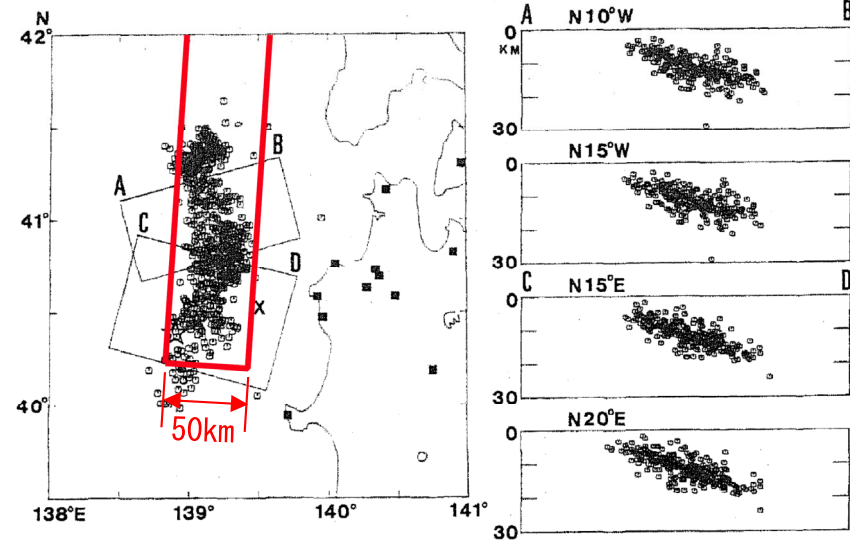


Fig. 8. Aftershock distribution determined for Model I-1. Epicenter distribution is shown on the left and depth distributions on the right, projected on the cross sections perpendicular to the directions of N10°W and N15°W for the northern sampling block and N15°E and N20°E for the southern sampling block. Squares indicate the seismograph stations. A star indicates the epicenter of the main shock (KOSUGA *et al.*, 1984). A cross marks the location of Kyuroku Island.

1983年日本海中部地震の余震分布

Sato *et al.* (1986) に一部加筆



### 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (21/65)

#### ① 想定波源域の設定 (12/19) : 東西方向 (2/3)

第1204回審査会合  
資料1 P.96再掲

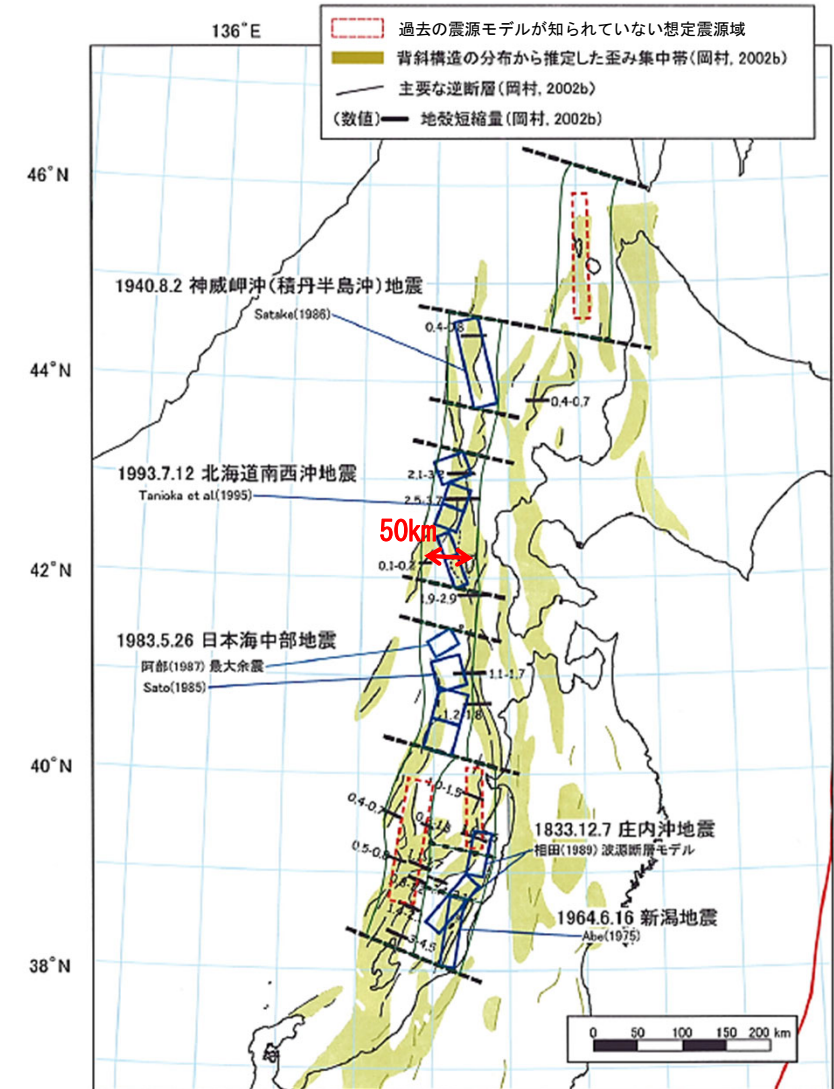
##### 地形・ひずみ集中帯に関する知見

- 日本海東縁で起こった大地震のうち、最大級のは海洋性地殻を有する日本海盆底（ほぼ3,000m以深の水深に相当する。）と東北日本島弧縁辺部が接するところで起こっているとされている。日本海盆の縁辺に東方に傾斜した逆断層からなる変形フロントが認められ、その東側の変形帯は東西幅で約50km程度の範囲を占めるとされている。

大竹ほか編 (2002) による

- 地震調査研究推進本部 (2003) では、「ひずみ集中帯の分布及び現在の地震活動の状況も併せて設定された想定波源域の幅は、おおむね50km程度」で示されている。
- また、地震調査研究推進本部 (2003) では、「日本海東縁部における地震の発生位置及び震源域は、過去の震源モデルや微小地震等に基づく地殻構造の推定に関する調査研究成果を参照して推定した。各領域の区域分けについては、過去の大地震の震源モデル・余震域及びひずみ集中帯の空間的な分布を参考にした。」とされており、この震源域の幅は深さ方向の範囲としても適用できると考えられる。

以上から、深さ方向を含む東西方向の幅は50km程度と考えられる。



想定震源域及びひずみ集中帯の分布

地震調査研究推進本部 (2003) に一部加筆

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（22/65）

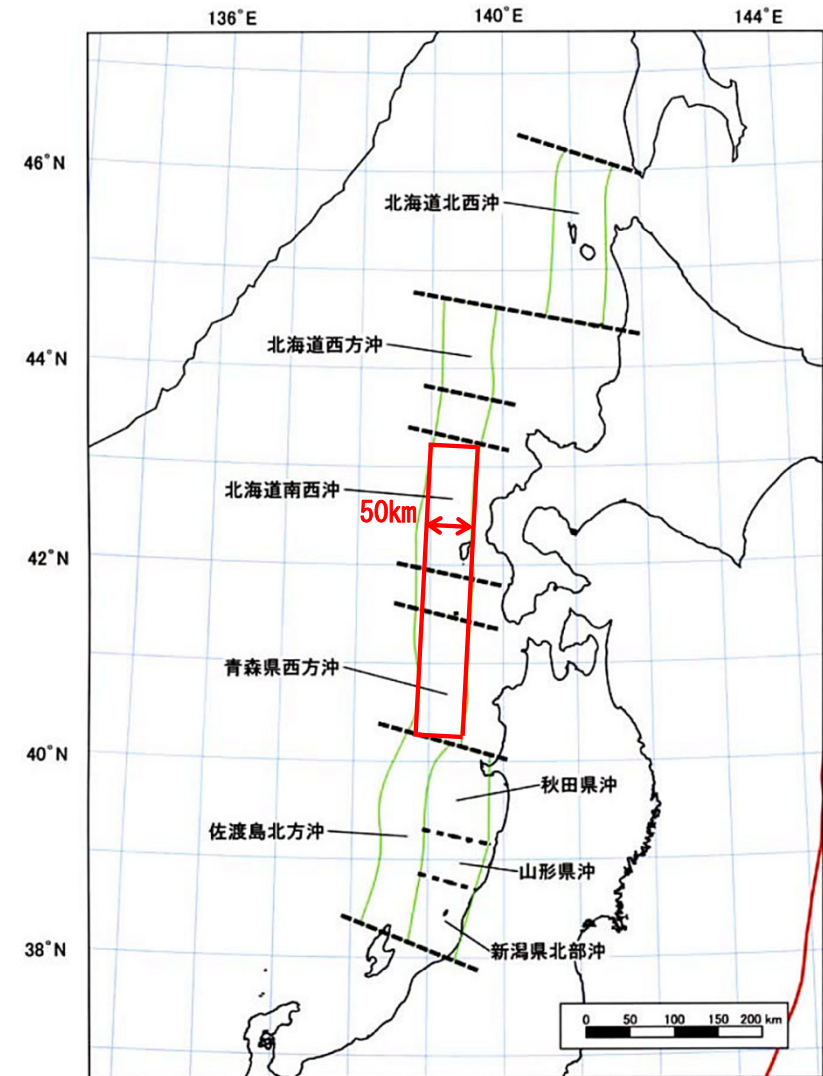


### ① 想定波源域の設定（13/19）：東西方向（3/3）

第1204回審査会合  
資料1 P.97再掲

#### 想定波源域（東西方向）の考え方

- 「余震分布に関する知見」，「地形・ひずみ集中帯に関する知見」を踏まえ，深さ方向も含めた幅50kmの範囲を想定波源域の東西方向範囲とし，おおむね地震調査研究推進本部（2003）の想定震源域内の50kmの範囲に設定した。
- なお，幅50kmの本想定波源域よりも東側については，海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討領域として考慮することとし，西側については，敷地への影響を考慮し検討は不要とする。



日本海東縁部の想定波源域（東西方向）

地震調査研究推進本部（2003）に一部加筆



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (23/65)

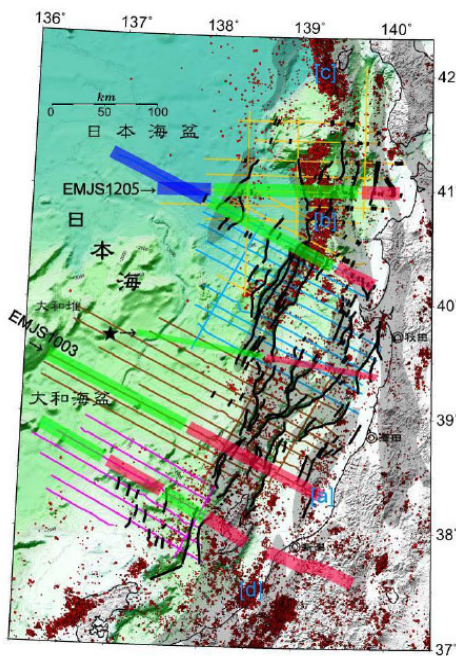
## ① 想定波源域の設定 (14/19) : 深さ方向 (1/5)

第1204回審査会合  
資料1 P.98再掲

### 地殻構造と既往大地震の断層面の関係 (1/2)

- 1983年日本海中部地震は、島弧地殻と遷移地殻の境界で生じた。震源域の西端に東傾斜の逆断層を伴う非対称な背斜が認められる（この断層はモホ面付近まで達している）とされている。  
小平 (2013) による
- また、1983年日本海中部地震震源付近のモホ面は、海底面から20km以浅に分布することが示されている。  
小平 (2013) 及びNo et al. (2014) による

以上から、1983年日本海中部地震発生領域付近における地震発生層である地殻の厚さは20km程度であると考えられる。



日本海東縁部の地殻分類  
(厚さと地震波速度から分類)

赤太線: 島弧地殻, 緑太線: 遷移地殻, 青太線: 海洋地殻

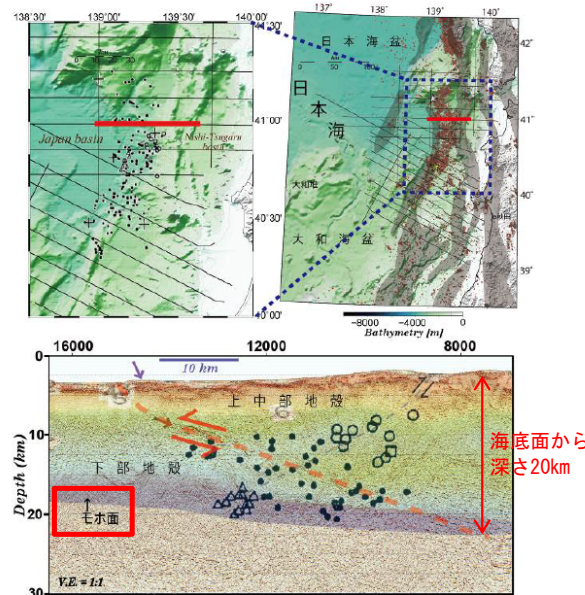


図5 (上) 測線図。赤線の範囲を下图に表示しました。右上図の震源分布は気象庁一元化震源と地震年報<sup>23)</sup>による震源(深さ:0~50 km、期間:2000~2011年、マグニチュード:  $M_j > 1$ )。左上図の震源分布は海底地震観測と陸上観測網の統合処理で得られた余震分布<sup>21)</sup>。(下) マルチチャンネル反射法地震探査によって得られた深度断面と海底地震計による地震波速度構造と海陸統合処理によって得られた余震分布<sup>21)</sup>の結果との比較。

小平 (2013) に一部加筆

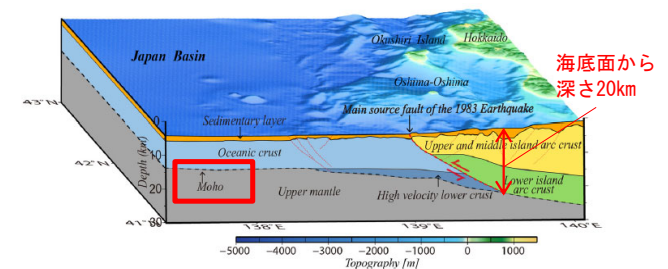


Fig. 10. Perspective image of the relationship between the source faults, crustal structure, and topography within the study area.

### 1983年日本海中部地震の震源断層の模式図

No et al. (2014) に一部加筆

- : 日本海中部地震直後に得られた震源
- △, ○: 震源域東側に形成させている背斜に関連した西傾斜の逆断層によるものと推定されるクラスター状の震源

# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (24/65)



## ① 想定波源域の設定 (15/19) : 深さ方向 (2/5)

第1204回審査会合

資料1 P.99再掲

### 地殻構造と既往大地震の断層面の関係 (2/2)

- 大竹ほか編(2002)では、1993年北海道南西沖地震の破壊領域について以下のとおりとされている。
  - ✓ OBS (海底地震計) 観測結果に基づく1993年北海道南西沖地震の余震分布によると震源深さは20km程度まで達している。
  - ✓ 同地震は異なる構造の地殻の境界付近で生じたことが推定される。
  - ✓ 測線Bの西端の日本海盆下では、典型的な海洋地殻の性質を示し、厚さも8km程度と薄い。測線の東端付近に近づくと、厚さも20km程度と厚くなる。
  - ✓ 1993年北海道南西沖地震は地殻の厚さが急変する場所を破壊するように発生した。
- また、1993年北海道南西沖地震震源付近のモホ面は、海底面から20km以浅に分布することが示されている。  
大竹ほか編 (2002) による

以上から、1993年北海道南西沖地震発生領域付近における地震発生層である地殻の厚さは20km程度であると考えられる。

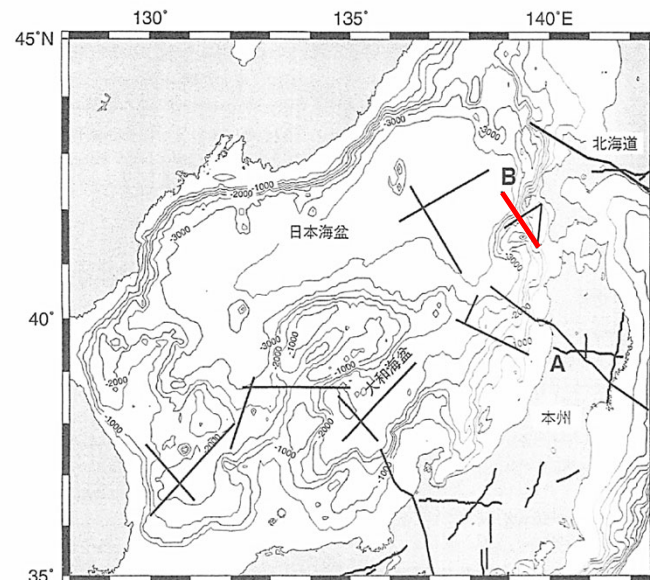


図3.1 これまでに実施された地殻構造探査の測線位置  
水深を500mごとのコンターで示す (Nishizawa and Asada, 1999 に加添、陸上の探査測線の中心は、1994 による)。

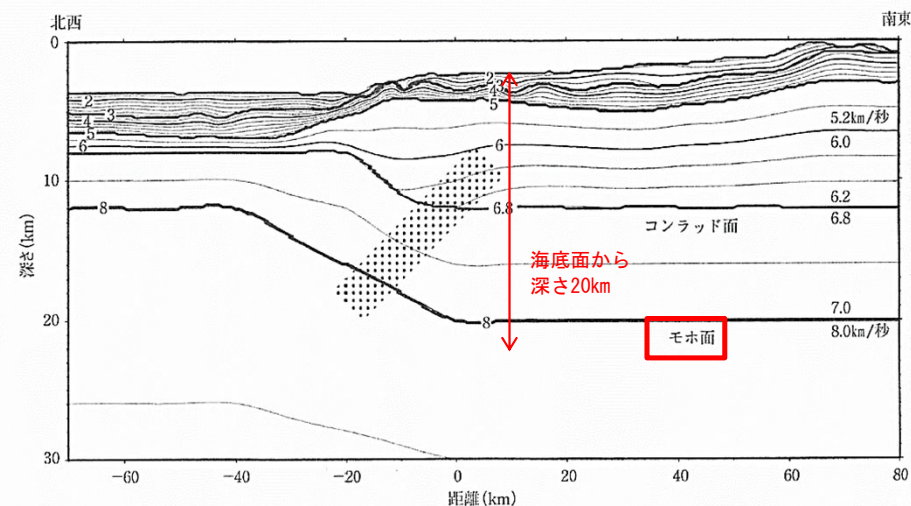


図3.3 日本海盆から沿岸付近に至る測線 (図3.1のB) に沿った地殻構造 (日野ほか, 1995)  
P波速度を0.1 km/秒ごとのコンターで示す。ハッチは1993年北海道南西沖地震 (M7.8) の断層面。

### 地殻構造探査の測線位置と測線Bに沿ったP波速度構造と1993年北海道南西沖地震の断層面



# 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (25/65)

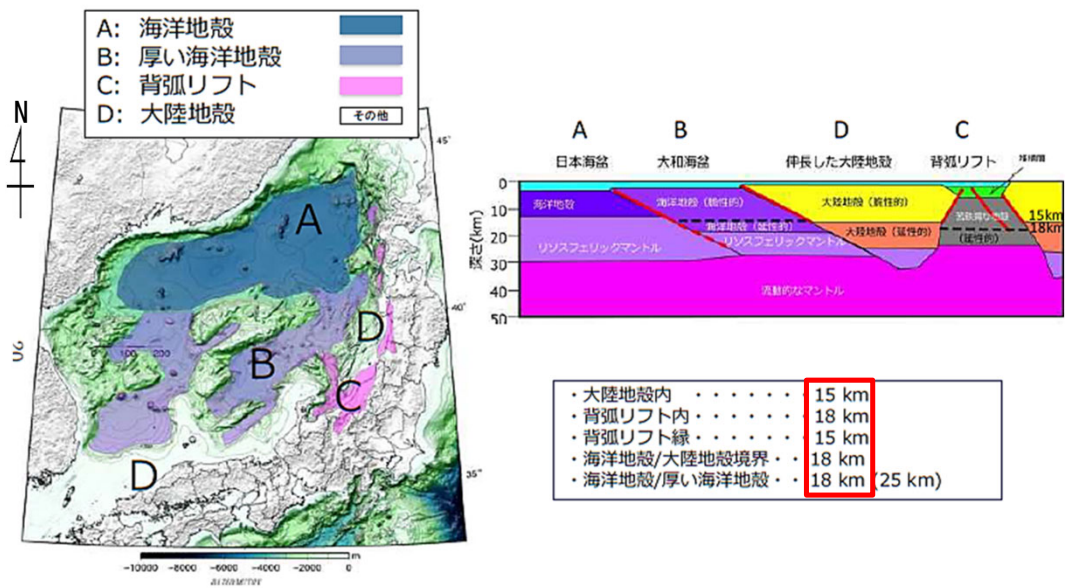
## ① 想定波源域の設定 (16/19) : 深さ方向 (3/5)

第1204回審査会合  
資料1 P.100再掲

### 地殻構造に基づく波源モデルの設定

- 国交省ほか (2014) では、地殻構造調査等に基づき、断層下端の深さを以下のように設定されている。
  - ✓ 海洋地殻と大陸地殻の境界に位置する断層及び海洋地殻と厚い海洋地殻の境界に位置する断層下端の深さは海面下 18km, 他の断層は15km。
- 内田ほか (2019) では、「ひずみ集中帯プロジェクトの成果に基づき、遷移地殻の日本海中部地震の震源域での断層モデルの下端 (モホ面) を海底下16km」に設定されている。

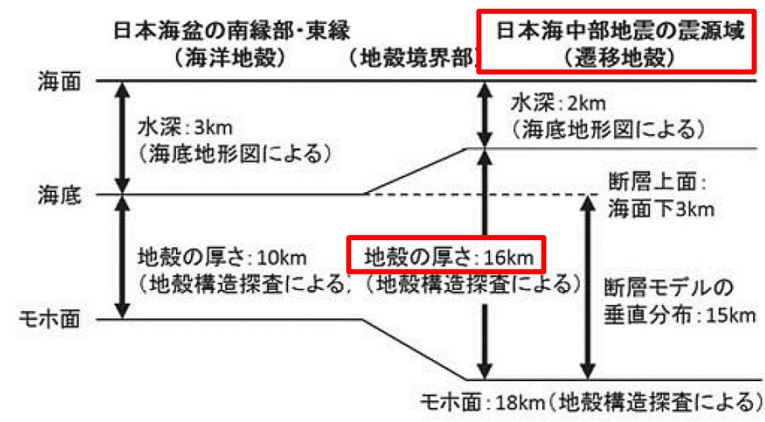
以上から、日本海東縁部における断層下端の深さは、20km以浅に設定されていることが確認できた。



地震発生層の深さ推定のための地殻区分

日本海東縁部の地震発生層 (断層の深さ) の概念図

国交省ほか (2014) に一部加筆



日本海東縁部における地殻構造の概念図

内田ほか (2019) に一部加筆



## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（26/65）

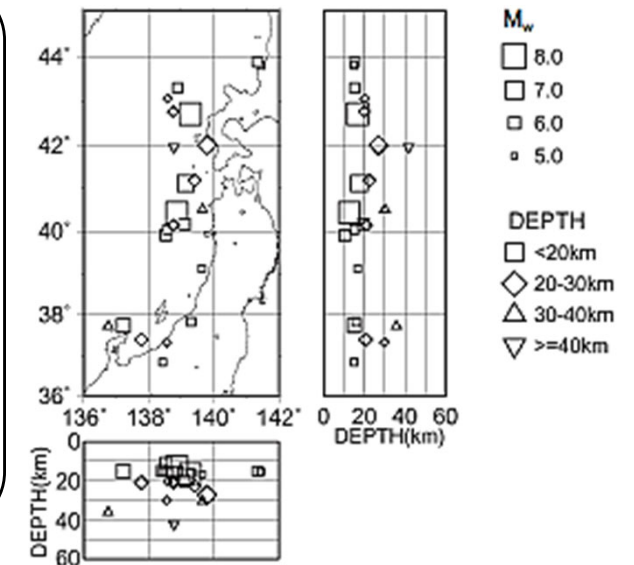
### ① 想定波源域の設定（17/19）：深さ方向（4/5）

第1204回審査会合  
資料1 P.101再掲

#### 地震発生層の知見

- 土木学会（2016）では、「ハーバードCMT解より、1976年1月～2000年1月に発生したMw5.0以上、深さ60km以下の地震を抽出した結果、震源深さは、おおむね15km～20kmに集中しており、地震発生層の厚さに上限がある」とされている。
- 地震調査研究推進本部（2003）では、「日本海東縁部で発生した地震の余震分布等に関わる知見を基に評価対象地震の深さは20km程度以浅」と設定されている。
- 根本ほか（2009）のアスペリティモデルは、「地震調査研究推進本部（2003）に従い地震発生層厚さを20km」と設定されている。

以上から、日本海東縁部における地震発生層の厚さは、20km程度以下と考えられる。



ハーバードCMT解の深さ分布

土木学会（2016）

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（27／65）

### ① 想定波源域の設定（18／19）：深さ方向（5／5）

第1204回審査会合  
資料1 P.102再掲

#### 想定波源域（深さ方向）の考え方

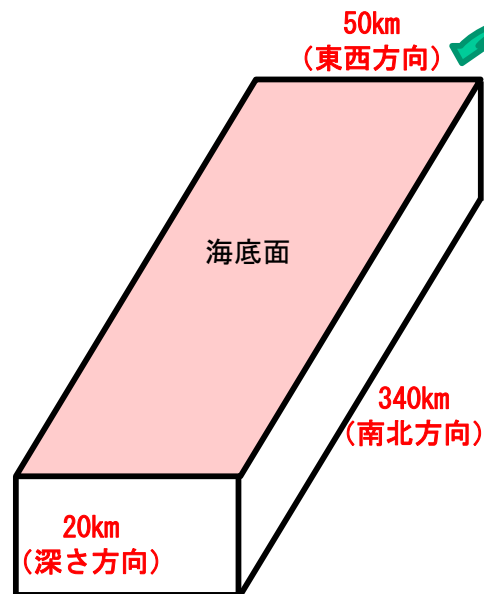
- 「地殻構造と既往大地震の断層面の関係」，「地殻構造に基づく波源モデルの設定」及び「地震発生層の知見」を踏まえると，検討対象である北海道南西沖～青森県西方沖において地震が発生する範囲は，海底下20km以浅であると考えられるため，深さ方向の想定波源域は海底下20kmの範囲と設定した。

## 3-1. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（28/65）

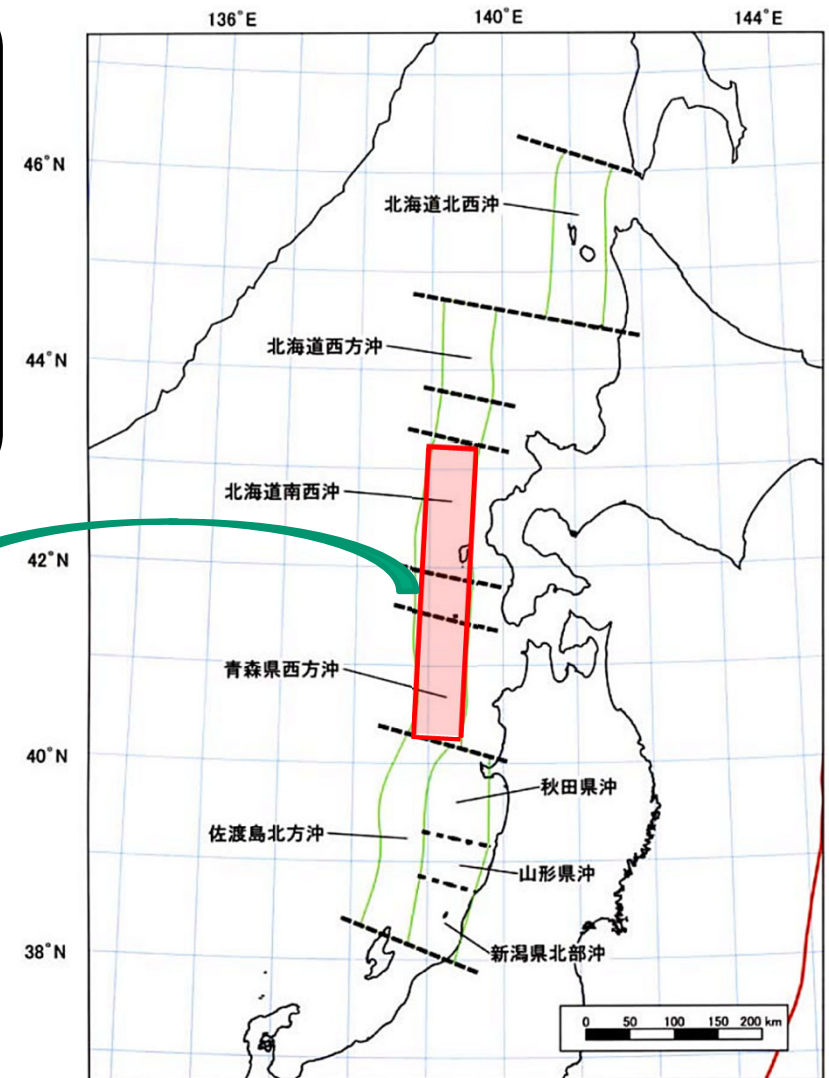
### ① 想定波源域の設定（19/19）：まとめ

第1204回審査会合  
資料1 P.103再掲

- 想定波源域は、地震調査研究推進本部（2003）の評価対象領域を基本とし、この評価対象領域に係る既往研究を参照して以下のとおり設定する。  
南北方向：北海道南西沖～青森県西方沖の340kmの範囲（深さ方向含む）  
(P. 94参照)
- 東西方向：想定震源域内の50kmの範囲（深さ方向含む）  
(P. 97参照)
- 深さ方向：海底から海底下20kmまでの範囲  
(P. 102参照)



想定波源域3Dイメージ



日本海東縁部の想定波源域