

## Ⅱ．地震以外に起因する津波の評価

### 2. 火山現象

---

- 2. 1 既往津波に関する文献調査
- 2. 2 海域の火山
- 2. 3 陸域の火山
- 2. 4 「火山現象」に起因する津波の評価

## Ⅱ. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

### 2.1 既往津波に関する文献調査

---

- ・ 文献調査の結果、敷地周辺において火山現象による既往津波の記録はない。

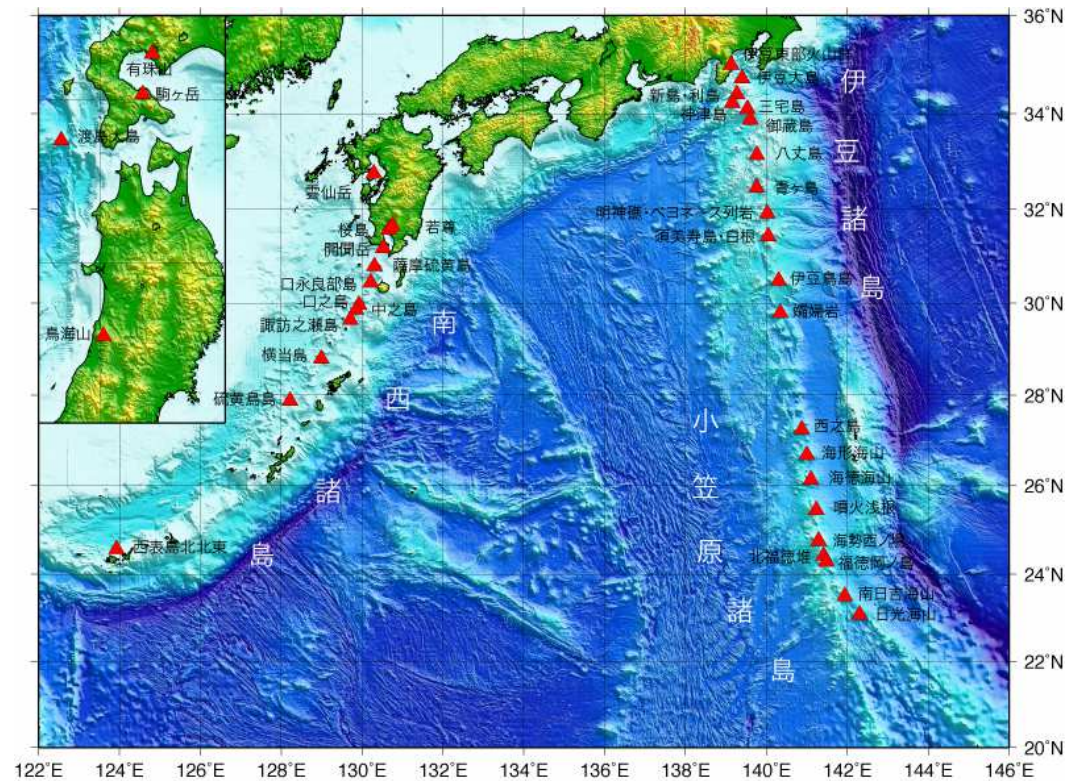
#### 【調査した文献】

- ① 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会
- ② 渡辺偉夫(1998):日本被害津波総覧 [第2版], 東京大学出版会
- ③ 気象庁(1951~2019):地震月報ほか
- ④ 国立天文台編(2021):理科年表, 令和3年, 第94冊, 丸善

## II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

### 2.2 海域の火山

- 海上保安庁の海域火山データベースから、敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない。



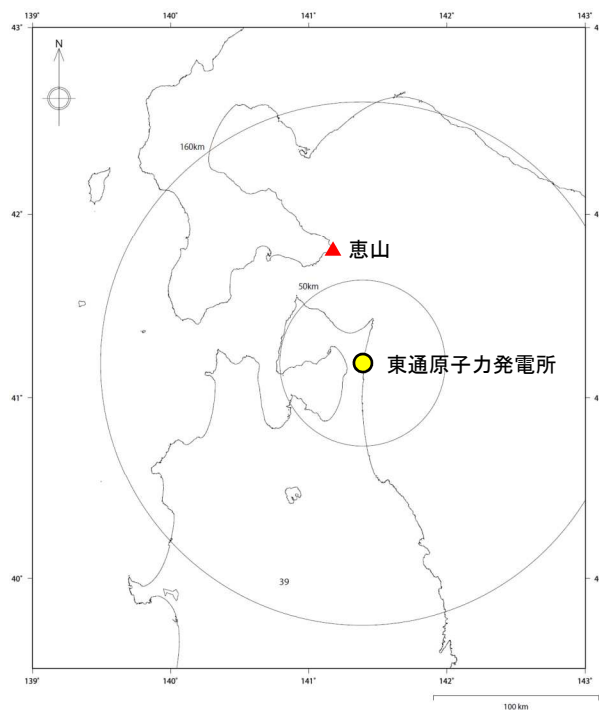
海域の火山

## II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

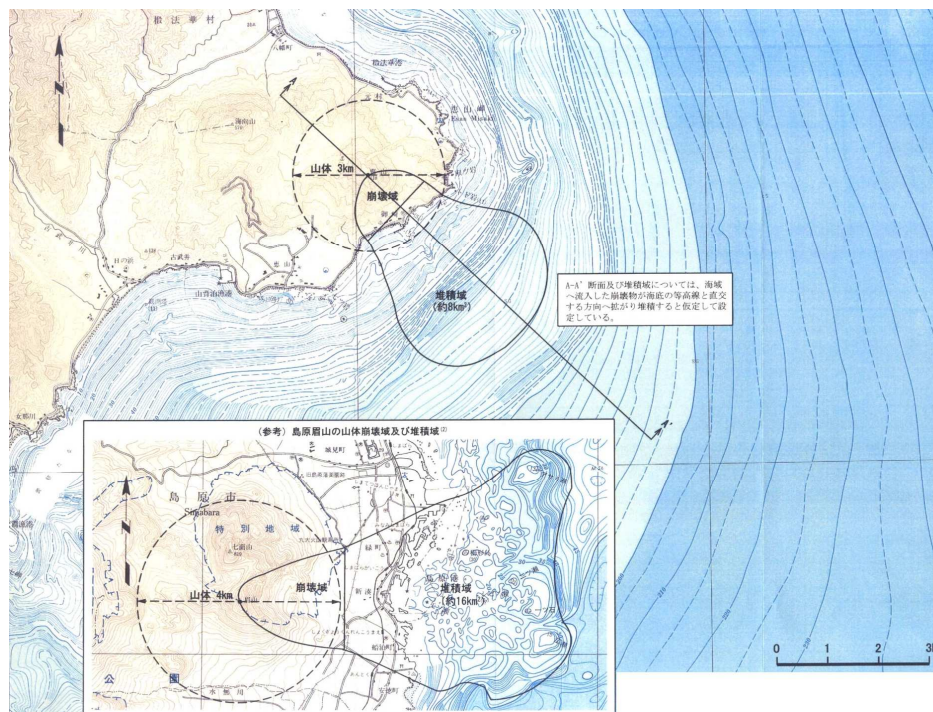
### 2.3 陸域の火山

#### ■対象火山の選定

- 将来の活動可能性がある火山のうち、敷地に影響を及ぼした可能性がある恵山を対象として、同火山の山体崩壊に伴う津波を数値シミュレーションにより評価した。
- 山体崩壊量及び海域への流入量の設定は、電源開発株式会社(2008)において用いられた下記の推定山体崩壊域及び堆積域に基づき設定した。



恵山の位置



恵山の推定山体崩壊域及び堆積域(平面図)

#### 主な諸元

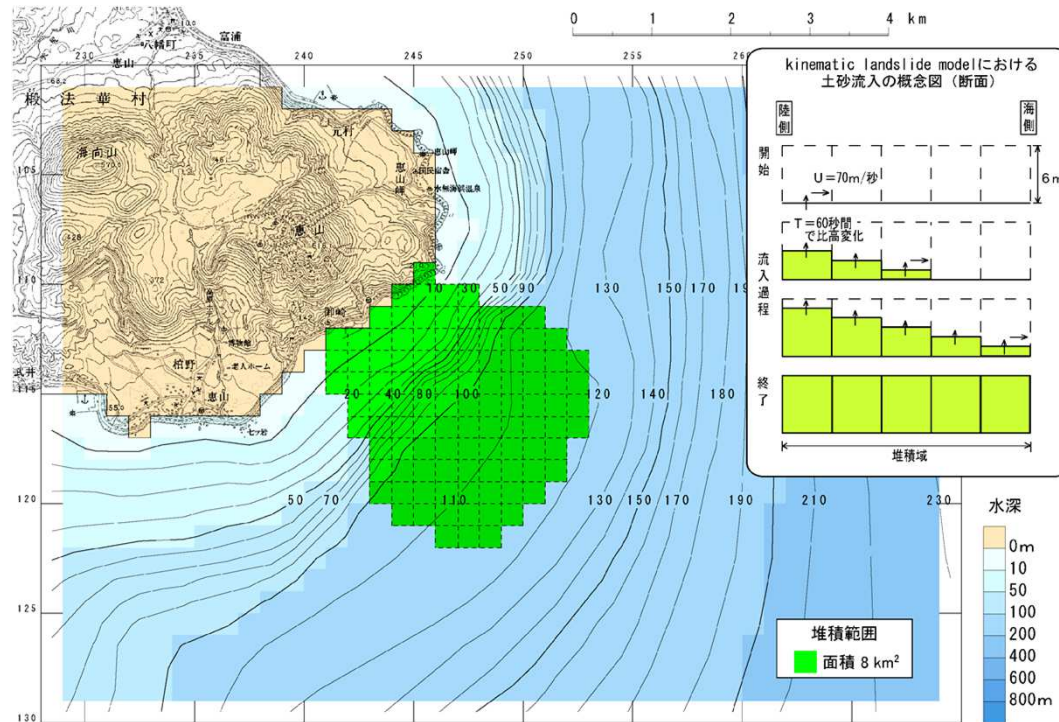
項目	内容	設定根拠
崩壊量 (海域への流入量)	0.05(km <sup>3</sup> )	安全側を考慮し、既往最大の約2万年前の崩壊量と同規模の崩壊物が、海域に流入するものと想定。
堆積物の分布範囲	8(km <sup>2</sup> )	島原眉山(長崎県)が1792年に地震により崩壊し津波を発生させた事例を参考に、恵山の山体の規模を考慮した上で設定。

## II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

### 2.3 陸域の火山

#### ■ 数値シミュレーションの手法及び計算条件

- 数値シミュレーションは、Kinematic landslideモデルを用いて実施した。
- 津波波源モデル、各パラメータは下記の設定値を用いた。



津波波源モデル

各パラメータ設定

項目	内容	設定根拠
堆積域の平均堆積厚さ	6(m)	崩壊物の堆積域に相当する海底面に、崩壊物の平均堆積厚さに相当する比高変化を設定。
崩壊土砂速度	70(m/s)	佐竹・加藤(2002)による1741年渡島大島の山体崩壊による津波検討結果(崩壊土砂速度(67(m/s)))を参考に設定。
比高変化継続時間(ライズタイム)	60(s)	佐竹・加藤(2002)による1741年渡島大島の山体崩壊による津波検討結果を参考に、恵山の海域への崩壊物流入量(0.05(km³))が、1741年渡島大島の海域への崩壊物流入量(2.5±0.3(km³))より小さいことを考慮した上で設定。

## II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

### 2.3 陸域の火山

#### ■津波解析結果:最大水位上昇量及び最大水位下降量

- 最大水位上昇量, 最大水位下降量ともに約1mであり, 地震に起因する津波に伴う津波高と比較して十分小さいことを確認した。

#### 【水位上昇側】

対象火山	最大水位上昇量(m)			
	敷地前面	取水口 前面	補機冷却海水系取 水口前面	放水路 護岸前面
恵山	0.89 <sup>※1</sup>	0.78	0.77	— <sup>※2</sup>

※1: 敷地前面まで津波が到達しないため, 敷地周辺での最大水位上昇量を記載

※2: 放水路護岸前面まで津波が到達しない。

#### 【水位下降側】

対象火山	補機冷却海水系取水口前面	
	最大水位下降量(m)	取水口敷高 <sup>※3</sup> を下回る時間(分)
恵山	-0.88	— <sup>※4</sup>
非常用海水ポンプの運転可能継続時間		約35

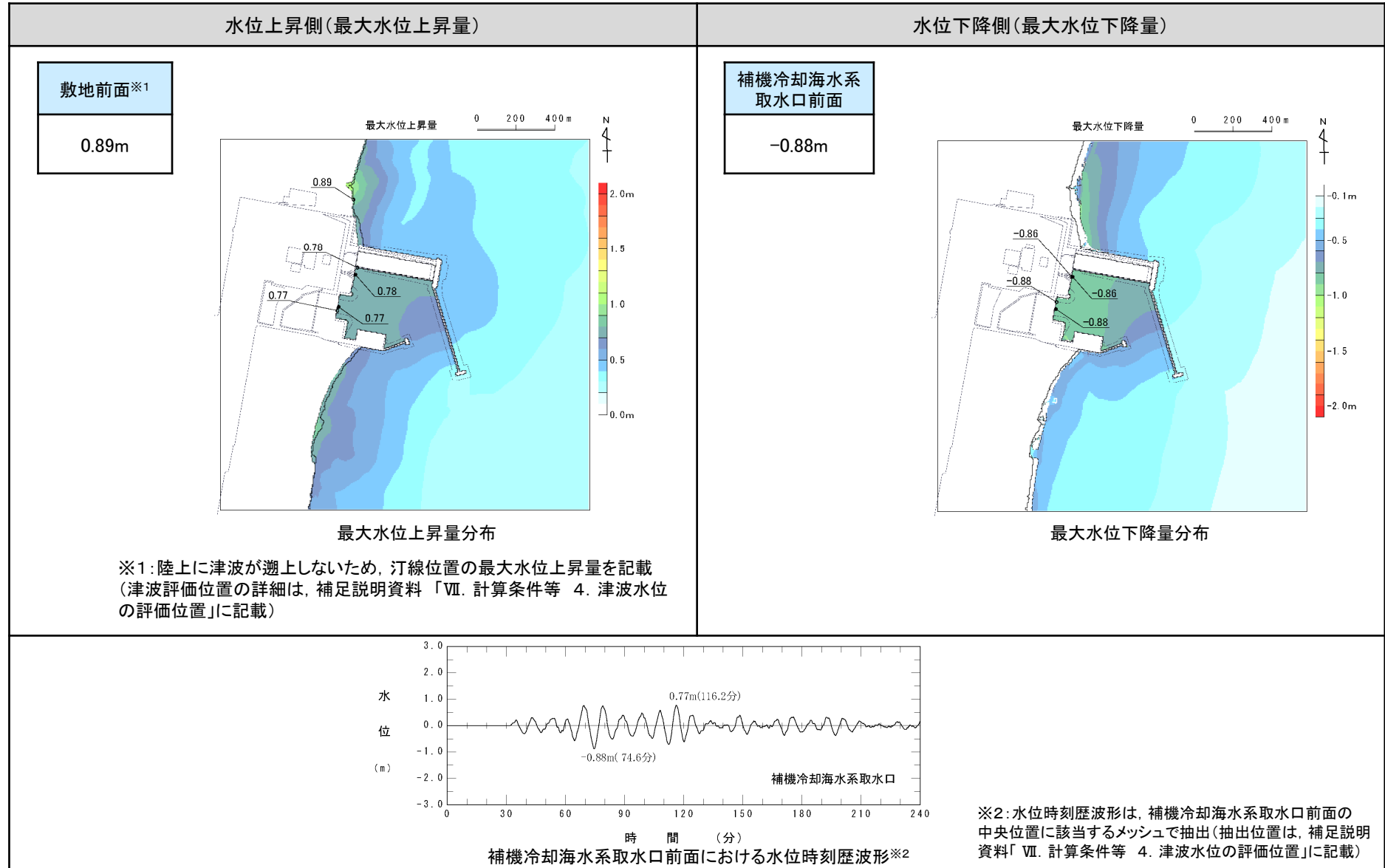
※3: 補機冷却海水系取水設備の詳細は, 補足説明資料「VII. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

※4: 取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。

II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

2.3 陸域の火山

■津波解析結果:最大水位上昇量・下降量分布及び水位時刻歴波形



## II. 地震以外に起因する津波の評価 2. 火山現象

### 2.4 「火山現象」に起因する津波の評価

- 各評価位置における最大水位上昇量及び最大水位下降量を以下に示す。

#### ■水位上昇側

種別	波源モデル		最大水位上昇量(m)			
			敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
海域の火山			敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない。			
陸域の火山	恵山	Kinematic landslideモデル	0.89 <sup>※1</sup>	0.78	0.77	— <sup>※2</sup>

※1:敷地前面まで津波が到達しないため、敷地周辺での最大水位上昇量を記載

※2:放水路護岸前面まで津波が到達しない。

#### ■水位下降側

種別	波源モデル		補機冷却海水系取水口前面	
			最大水位下降量(m)	取水口敷高 <sup>※3</sup> を下回る時間(分)
海域の火山			敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない。	
陸域の火山	恵山	Kinematic landslideモデル	-0.88	— <sup>※4</sup>
非常用海水ポンプの運転可能継続時間			約35	

※3:補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「VII. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

※4:取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。



## Ⅱ. 地震以外に起因する津波の評価

### 3. 地震以外に起因する津波の評価結果のまとめ

---

3. 1 水位上昇側

3. 2 水位下降側

## II. 地震以外に起因する津波の評価 3. 地震以外に起因する津波の評価結果のまとめ

### 3.1 水位上昇側

#### ■津波水位の比較

- ・ 水位上昇側の決定ケースは、海底地すべりに起因する津波のうち日高舟状海盆に起因する津波(二層流モデル)と評価した。

発生要因	種別	波源モデル		最大水位上昇量(m)			
				敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
地すべり等	陸上の地すべり及び斜面崩壊		発電所へ与える影響は極めて小さい				
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	二層流モデル	0.84 <sup>※1</sup>	0.78	0.77	— <sup>※2</sup>
			Kinematic landslideモデル	0.74 <sup>※1</sup>	0.56	0.53	— <sup>※2</sup>
		日高舟状海盆	二層流モデル	<u>4.25</u>	<u>1.99</u>	<u>2.13</u>	— <sup>※2</sup>
			Kinematic landslideモデル	1.61 <sup>※1</sup>	1.55	1.58	— <sup>※2</sup>
	日本海溝付近における海山		発電所へ与える影響は極めて小さい				
	ハワイ付近		日本沿岸における津波水位は最大で3.8m程度 <sup>※3</sup>				
火山現象	海域		敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない				
	陸域	恵山	Kinematic landslideモデル	0.89 <sup>※1</sup>	0.78	0.77	— <sup>※2</sup>

※1: 敷地前面まで津波が到達しないため、敷地周辺での最大水位上昇量を記載

※2: 放水路護岸前面まで津波が到達しない。

※3: 1975年Kalapana津波による宮城県鮎川検潮所での検潮記録(全振幅: 55cm)と「Alika-2」の地すべり体積(約105km<sup>3</sup>)から、Papadopoulos and Kortekaas(2003)による地すべり体積と津波水位の関係式を用いて算定。

## II. 地震以外に起因する津波の評価 3. 地震以外に起因する津波の評価結果のまとめ

### 3.2 水位下降側

#### ■津波水位の比較

- 水位下降側の決定ケースは、海底地すべりに起因する津波のうち日高舟状海盆に起因する津波(二層流モデル)と評価した。

発生要因	種別	波源モデル		補機冷却海水系取水口前面	
				最大水位下降量(m)	取水口敷高 <sup>※1</sup> を下回る時間(分)
地すべり等	陸上の地すべり及び斜面崩壊		発電所へ与える影響は極めて小さい		
	海底地すべり	下北太平洋側大陸棚外縁	二層流モデル	-0.63	— <sup>※2</sup>
			Kinematic landslideモデル	-0.55	— <sup>※2</sup>
		日高舟状海盆	二層流モデル	<u>-2.50</u>	— <sup>※2</sup>
			Kinematic landslideモデル	-1.24	— <sup>※2</sup>
	日本海溝付近における海山		発電所へ与える影響は極めて小さい		
	ハワイ付近		発電所へ与える影響は、日高舟状海盆の海底地すべりよりも小さい <sup>※3</sup>		
火山現象	海域		敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない		
	陸域	恵山	Kinematic landslideモデル	-0.88	— <sup>※2</sup>
非常用海水ポンプの運転可能継続時間				約35	

※1:補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「VII. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

※2:取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。

※3: Papadopoulos and Kortekaas (2003) による地すべり体積と津波水位の関係式は水位上昇側(遡上高)を算定する式であるため、水位下降側の水位を定量的に評価することはできないが、日高舟状海盆の海底地すべりによる敷地前面の最大水位上昇量(4.25m)とハワイ付近の海底地すべりによる津波水位(日本沿岸において最大3.8m程度)の比較から、発電所へ与える影響は、日高舟状海盆の海底地すべりの影響よりも小さいと考えられる。

余白

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

---

1. 評価対象とする津波の選定
2. 評価方針
3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定
4. 組合せ時間の算定位置
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定
6. 同波動場での津波解析
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 1. 評価対象とする津波の選定

##### ■基本方針

- 津波発生要因に係る敷地の地学的背景, 津波発生要因の関連性及び発電所の津波高さや補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間に与える影響を考慮して, 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せを評価する。

##### ■評価対象とする津波の選定

###### 【地震に起因する津波】

- 想定波源域, 地震規模が大きく, 発電所に与える影響が最も大きい「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」を評価対象とする。

###### 【地震以外に起因する津波】

- 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」の活動により地すべりが励起される可能性を考慮し, 発電所に与える影響が最も大きい「日高舟状海盆の海底地すべり(浦河沖の海底地すべり)」を評価対象とする※。
- 「ハワイ付近の海底地すべり」, 「恵山の山体崩壊」については, 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」の活動との関連性は無いと考えられることから, 評価対象外とする。
- 「日本海溝付近における海山の海底地すべり」のほか, 短周期の波を発生させる要因の1つとして考えられる未知なる分岐断層(=「その他の地震」)や海底地すべり等が存在する可能性については, 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」のうち特性化モデル④で考慮していることから(p.380), 本検討の対象外とする。

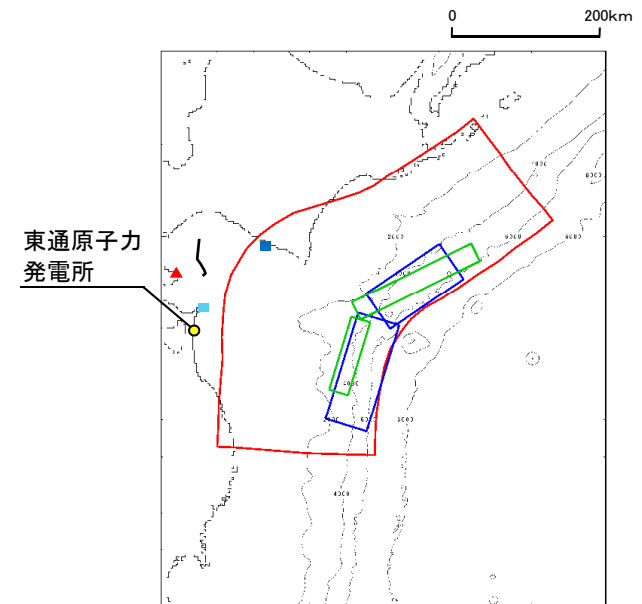
※: 海底地すべりに起因する津波のうち日高舟状海盆の海底地すべりを選定することの妥当性については, 補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せ評価」に記載。

###### <地震に起因する津波>

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 <右図中: 赤線>
- 津波地震 <右図中: 青線>
- 海洋プレート内地震(正断層型の地震) <右図中: 緑線>
- 海域の活断層による地殻内地震(恵山沖断層) <右図中: 黒線>

###### <地震以外に起因する津波>

- 陸上の地すべり及び斜面崩壊
- 下北太平洋側大陸棚外縁の海底地すべり <右図中: 水色四角>
- 日高舟状海盆の海底地すべり(浦河沖の海底地すべり) <右図中: 紺色四角>
- 日本海溝付近における海山の海底地すべり
- ハワイ付近の海底地すべり
- 恵山の山体崩壊 <右図中: 赤三角>



各津波波源の位置関係

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 1. 評価対象とする津波の選定

S210

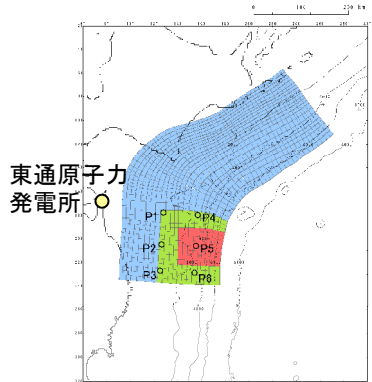
#### ■津波波源の選定

- 各津波発生要因の最大水位上昇量, 最大水位下降量及び補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間の決定ケースを対象とする。

#### 【地震に起因する津波】 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震

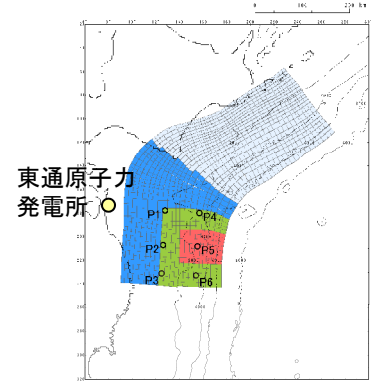
<水位上昇側>

<水位下降側>



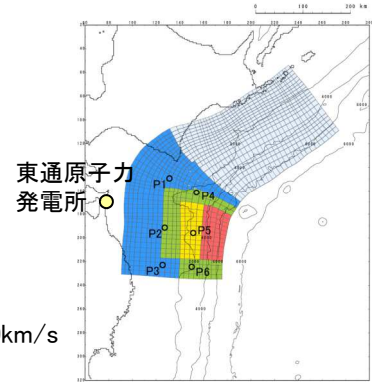
破壊開始点:P6  
破壊伝播速度:2.0km/s  
ライズタイム:60s

基準断層モデル①



破壊開始点:P4  
破壊伝播速度:1.0km/s  
ライズタイム:60s

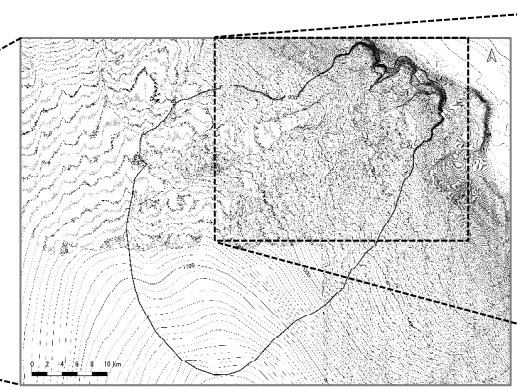
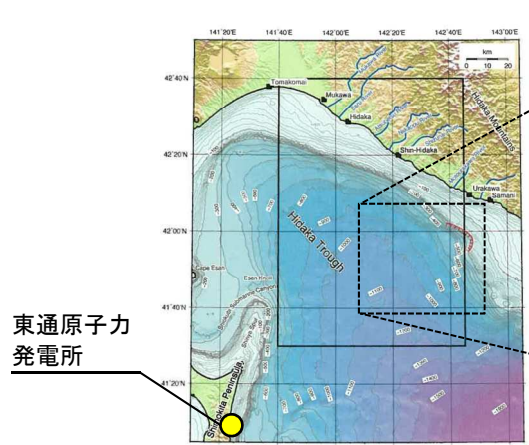
基準断層モデル②



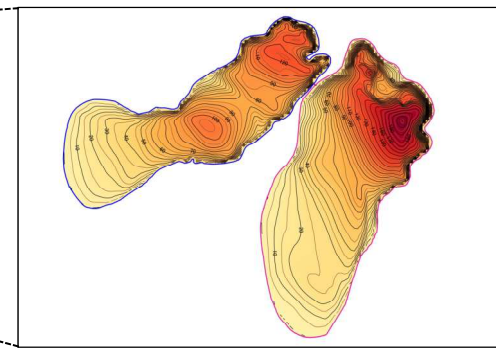
破壊開始点:P1  
破壊伝播速度:1.0km/s  
ライズタイム:60s

基準断層モデル③

#### 【地震以外に起因する津波】 日高舟状海盆の海底地すべり(浦河沖の海底地すべり)(二層流モデル)



海底地すべり地形(現地形)



海底地すべりの地すべり土塊(崩壊物)

海底地すべり位置(産業技術総合研究所(2013)に一部加筆)

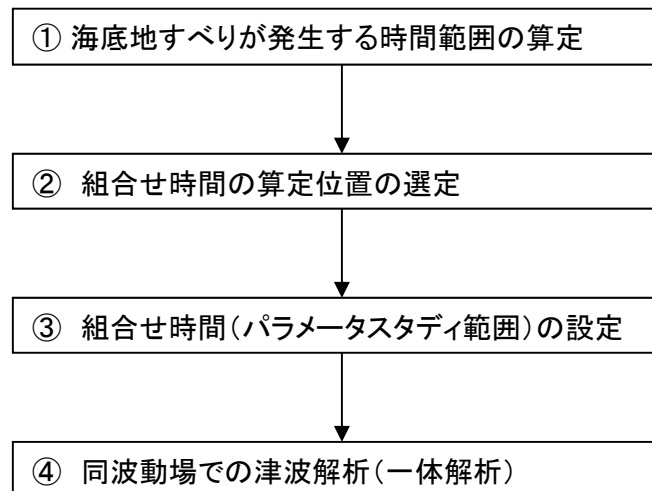
### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 2. 評価方針

S211 S212 S213

- 日高舟状海盆の海底地すべりは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震による地震動が海底地すべり位置に到達する時間( $T_s$ )から、海底地すべり位置での地震動継続時間( $T_d$ )の時間範囲( $T_s \sim T_s + T_d$ )で発生するものとし、津波解析は同波動場で実施する(一体解析)。
- 地震と海底地すべりの組合せ時間について、発電所敷地前面(遡上域)及び発電所港湾内(海域)の複数地点を対象に、各津波の水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、発電所の津波高さ及び補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間に及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。
- 津波解析は、上記線形足し合わせにより算定した組合せ時間が同波動場による解析においても影響が大きくなるとは限らないことを踏まえ、各位置で算定した組合せ時間を基本として、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の周期(約10分=約600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施し、津波高さ及び補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間を評価する。なお、±6秒の範囲でピークが確認できない場合には、ピークを確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

#### 【評価フロー】





### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

S211 S212

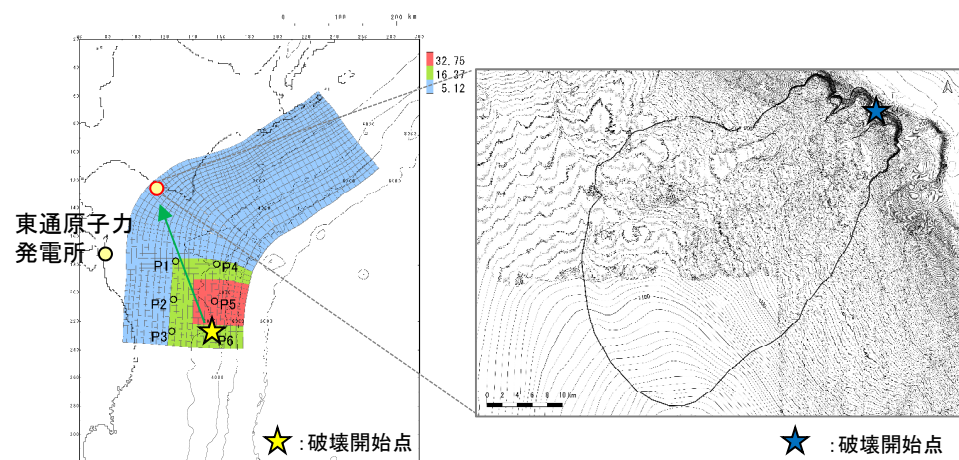
#### ■算定方針

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震による地震動が海底地すべり位置に到達する時間( $T_s$ )から, Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性から得られる地震動継続時間( $T_d$ )の範囲( $T_s \sim T_s + T_d$ )で, 日高舟状海盆の海底地すべりが発生することを想定する。

#### ■海底地すべりが発生する時間範囲の設定方法

##### ① 地震動の到達時間( $T_s$ )の算定

- 地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離)とS波速度(3.4km/s(地震調査研究推進本部(2009)))から, 海底地すべり位置に地震動が到達する時間( $T_s$ )を算定する。

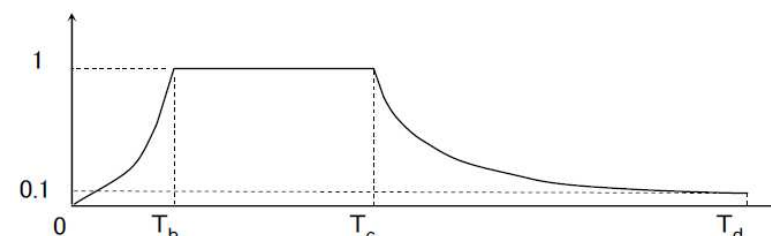


十勝沖・根室沖から岩手県沖北部  
の連動型地震  
水位上昇量決定ケース  
(破壊開始点:P6)

日高舟状海盆の海底地すべり  
(浦河沖の海底地すべり)

##### ② 海底地すべり位置での地震動継続時間( $T_d$ )の算定

- Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性から地震動が到達する時間( $T_d$ )を算定する。



$$T_b = 10^{0.5M - 2.93} \quad (\text{立ち上がり部の継続時間})$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M - 1.0} \quad (\text{強震部の継続時間})$$

$$T_d - T_c = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6} \quad (\text{減衰部の継続時間})$$

Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

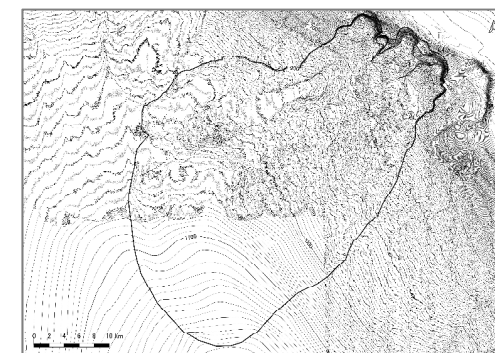
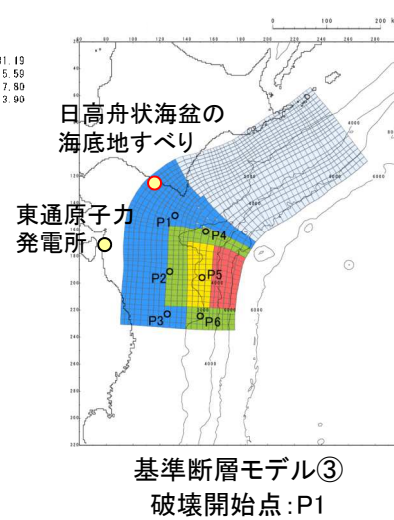
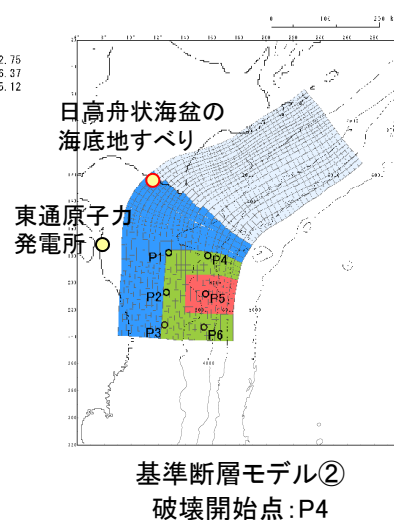
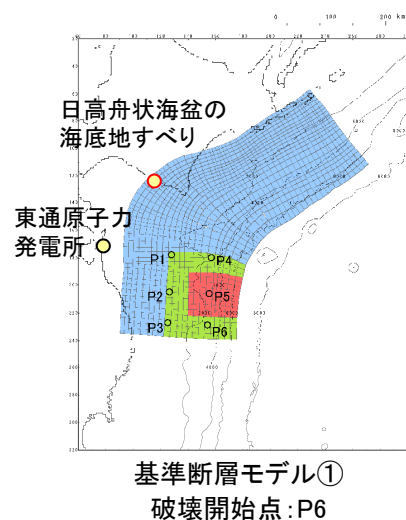
## 3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

S211 S212

#### ■地震動の到達時間( $T_s$ )の算定

- 各地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離)とS波速度(3.4km/s(地震調査研究推進本部(2009)))から、海底地すべり位置に地震動が到達する時間( $T_s$ )を以下のとおり算定した。

区分	波源モデル	破壊開始点位置	海底地すべり	地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(X)	S波速度	地震動到達時間( $T_s$ )
水位上昇側	基準断層モデル①	P6	日高舟状海盆	258.3(km)	3.4(km/s)	76.0(s)
水位下降側	基準断層モデル②	P4	日高舟状海盆	153.8(km)	3.4(km/s)	45.2(s)
	基準断層モデル③	P1	日高舟状海盆	60.9(km)	3.4(km/s)	17.9(s)



### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

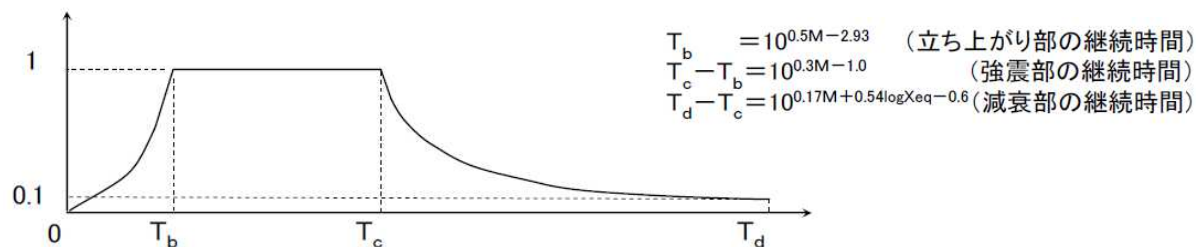
#### 3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

S211 S212

##### ■地震動継続時間( $T_d$ )の算定

- Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性を参考として、海底地すべり位置での地震動継続時間( $T_d$ )を以下のとおり算定した。

区分	波源モデル	破壊開始点	地震規模	各地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離)	振幅包絡線の経時特性		
					$T_b$	$T_c$	$T_d$
水位上昇側	基準断層モデル①	P6	9.04	258.3(km)	38.9(s)	90.4(s)	263.9(s)
水位下降側	基準断層モデル②	P4	9.05	153.8(km)	39.4(s)	91.2(s)	222.9(s)
	基準断層モデル③	P1	9.04	60.9(km)	38.9(s)	90.4(s)	170.0(s)



Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性

##### ■海底地すべりが発生する時間範囲の算定

- 海底地すべり位置に地震動が到達する時間( $T_s$ )と地震動継続時間( $T_d$ )から、海底地すべりが発生する時間範囲を以下のとおり算定した。

区分	波源モデル	破壊開始点	地震動到達時間( $T_s$ )	地震動継続時間( $T_d$ )	海底地すべりが発生する時間範囲( $T_s \sim T_s + T_d$ )
水位上昇側	基準断層モデル①	P6	76.0(s)	263.9(s)	76.0(s) ~ 339.9(s)
水位下降側	基準断層モデル②	P4	45.2(s)	222.9(s)	45.2(s) ~ 268.1(s)
	基準断層モデル③	P1	17.9(s)	170.0(s)	17.9(s) ~ 187.9(s)

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 4. 組合せ時間の算定位置

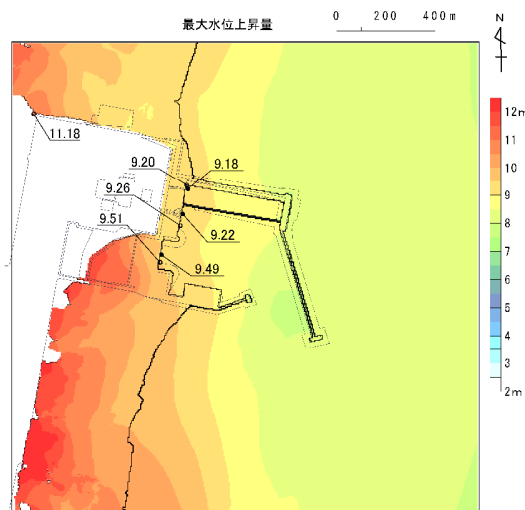
S211 S212

##### ■水位上昇側

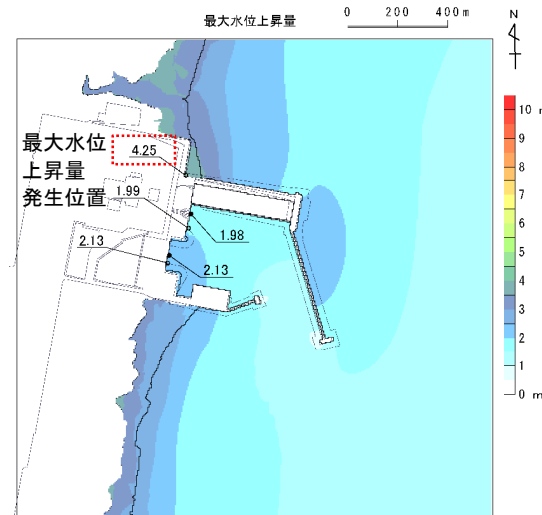
- 敷地前面(遡上域)については、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりの最大水位上昇量分布(遡上範囲)の比較から、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置を代表地点として、遡上域の津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。
- 発電所港湾内については、水位上昇側及び水位下降側の評価点である水位時刻歴波形抽出位置のうち十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波が到達する補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置を対象に、津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。

##### ■水位下降側

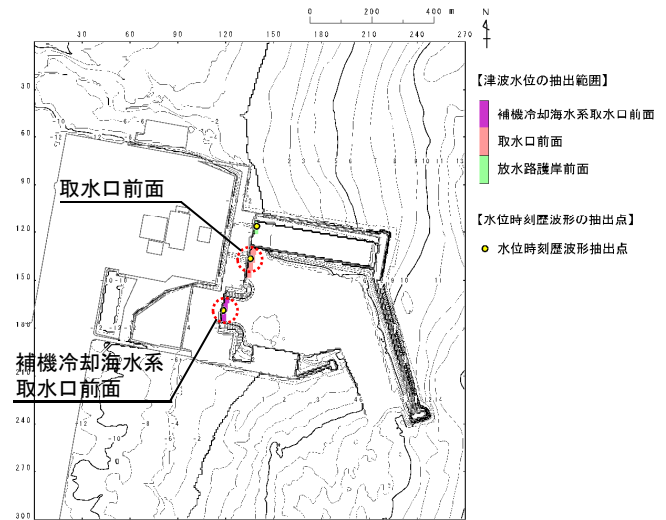
- 水位上昇側及び水位下降側の評価点である水位時刻歴波形の抽出位置のうち十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波が到達する補機冷却海水系取水口前面、取水口前面位置を対象に、津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波の最大水位上昇量分布  
(基準断層モデル①)



日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量分布



水位時刻歴波形の抽出位置※

※:水位時刻歴波形は、各取放水設備前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

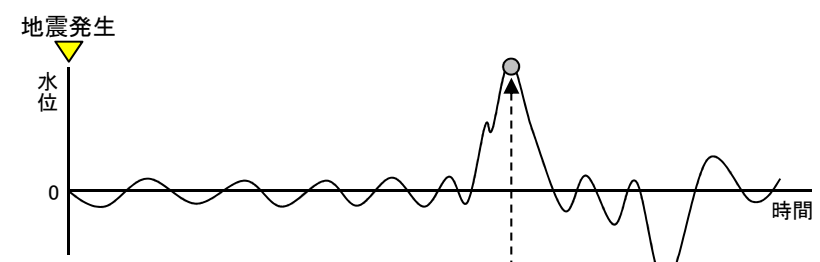
#### ■設定方針

- 津波水位の大小と補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間の長短には相関性があることを踏まえ※1, 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)は、津波水位に着目して設定する。具体的には、各算定位置における水位時刻歴波形を用いて、津波水位が最も高くなる、もしくは最も低くなる組合せ時間( $T_{max}$ )を線形足し合わせにより算定する(【STEP1】)。
- 各位置で算定した組合せ時間( $T_{max}$ )を基本として、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の周期(約10分=約600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施する(【STEP2】)。

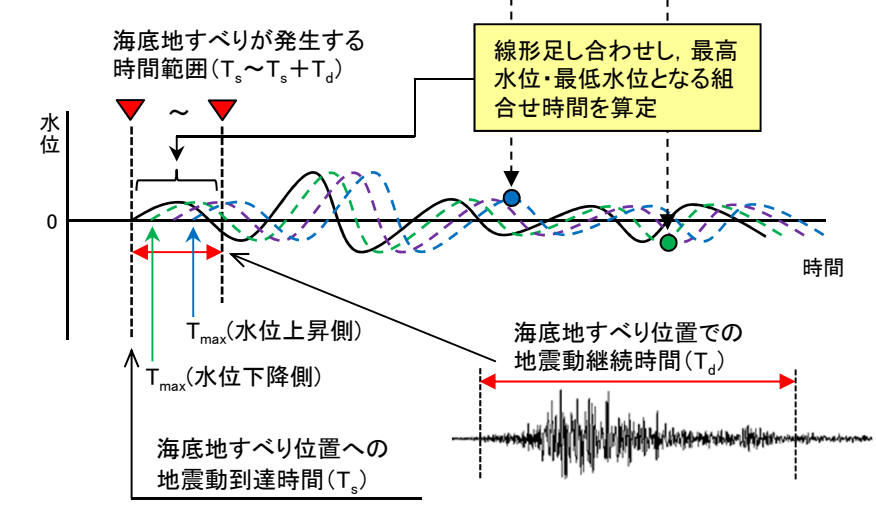
※1:水位下降側の評価方法の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 5. 水位下降側の評価方法」に記載。

#### 【STEP1】線形足し合わせによる組合せ時間( $T_{max}$ )の算定

##### 地震に起因する津波の水位時刻歴波形



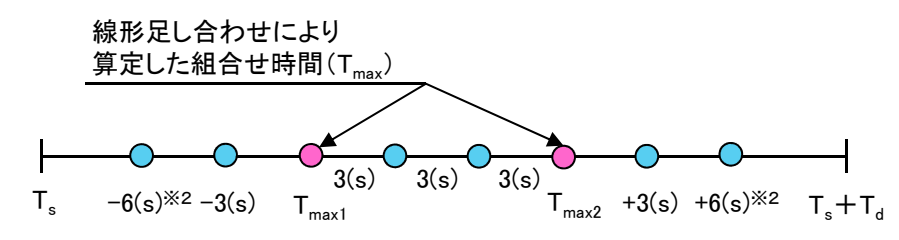
##### 海底地すべりに起因する津波の水位時刻歴波形



#### 【STEP2】組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

- STEP1で算定した各算定位置の組合せ時間( $T_{max}$ )を基本に、日高舟状海盆の海底地すべりの津波周期(約10分=600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施する。
- 上記±6秒の範囲でピークが確認できない場合には、ピークを確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

#### パラメータスタディ範囲の設定(概念)



※2: ±6秒の範囲でピークが確認されない場合には、ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

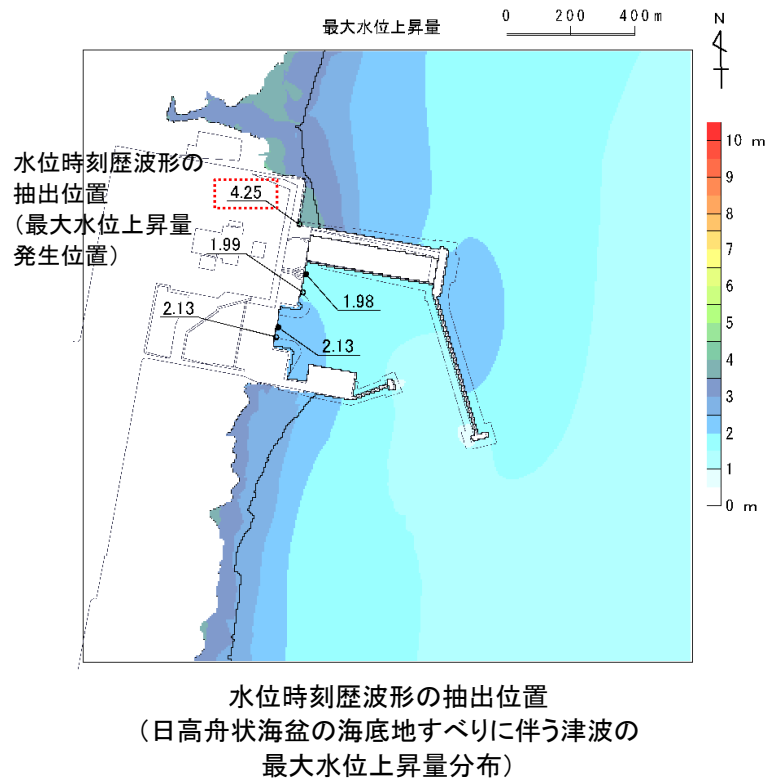
#### 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

S211 S212

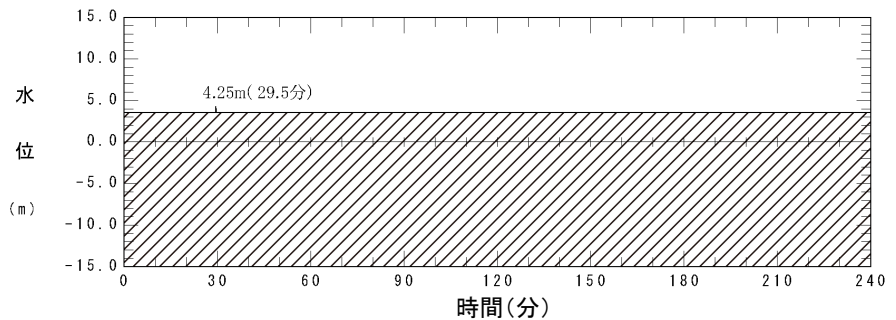
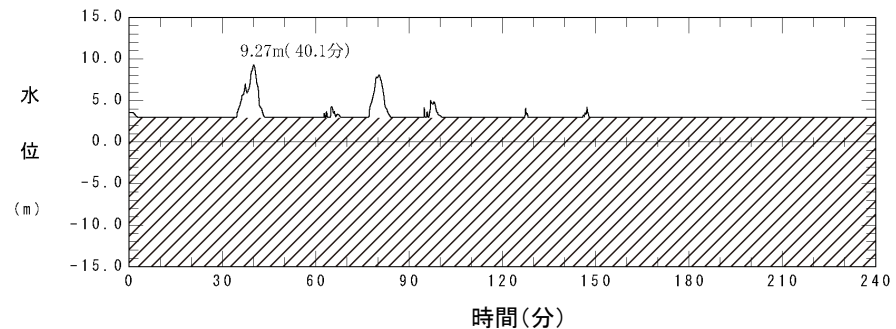
##### ■線形足し合わせによる組合せ時間(Tmax)の算定(1/4)

##### 【水位上昇側(基準断層モデル①)】敷地前面(日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置)(1/2)

- ・ 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置における各津波の水位時刻歴波形を以下に示す。
- ・ 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波は、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波よりも早く敷地前面(遼上域)に到達するとともに、第1波のみしか陸域に遡上しないことから(詳細は、次頁に記載)、海底地すべりが発生する時間範囲:76.0s~339.9sでは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波の水位上昇に影響しないことを確認した。



##### 【各津波の水位時刻歴波形】



※: 図中斜線部は水位抽出点の地盤の標高を示す

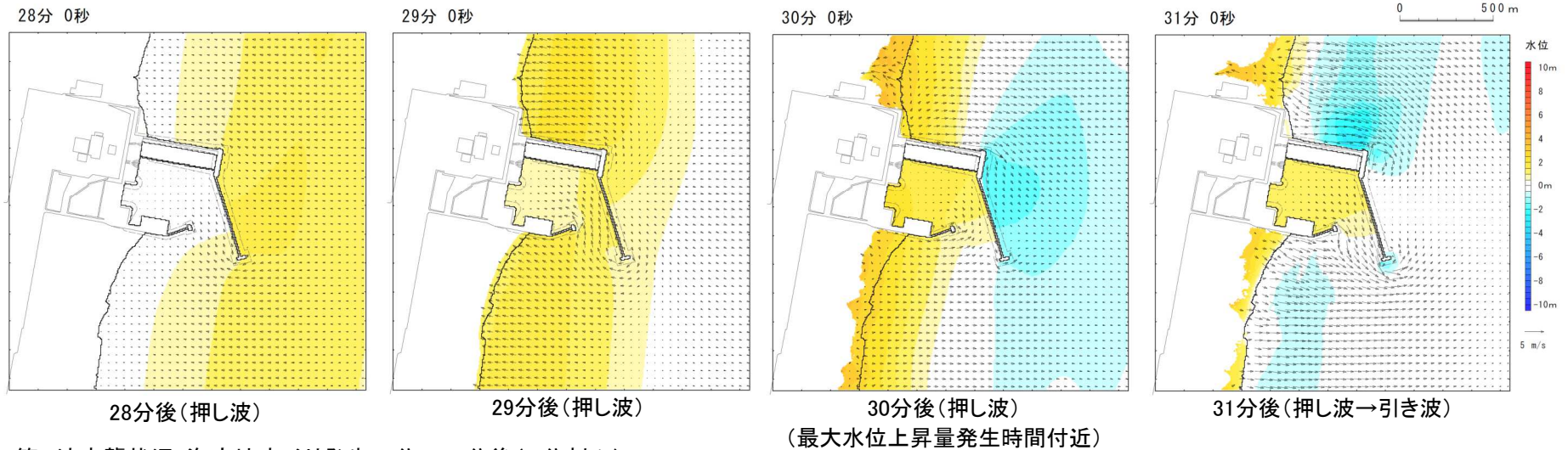
### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

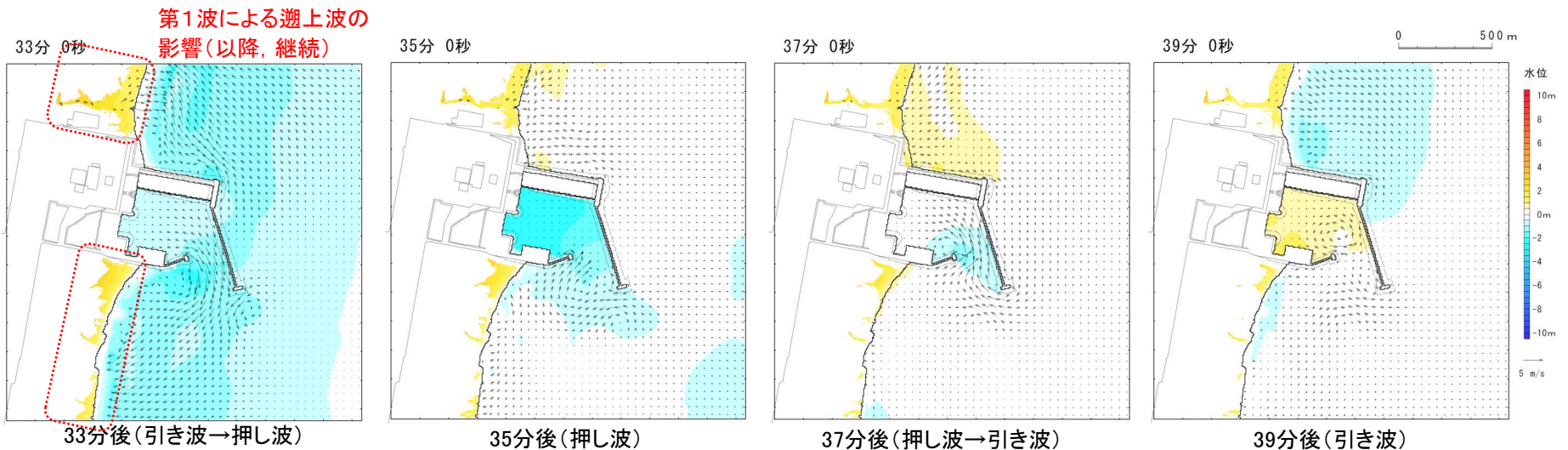
【水位上昇側(基準断層モデル①)】敷地前面(日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置)(2/2)

- 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波が敷地前面(遡上域)に到達する第1波及び第2波の来襲状況(スナップショット)を以下に示す。

##### ■第1波来襲状況:海底地すべり発生28分~31分後(1分刻み)



##### ■第2波来襲状況:海底地すべり発生33分~39分後(2分刻み)



### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

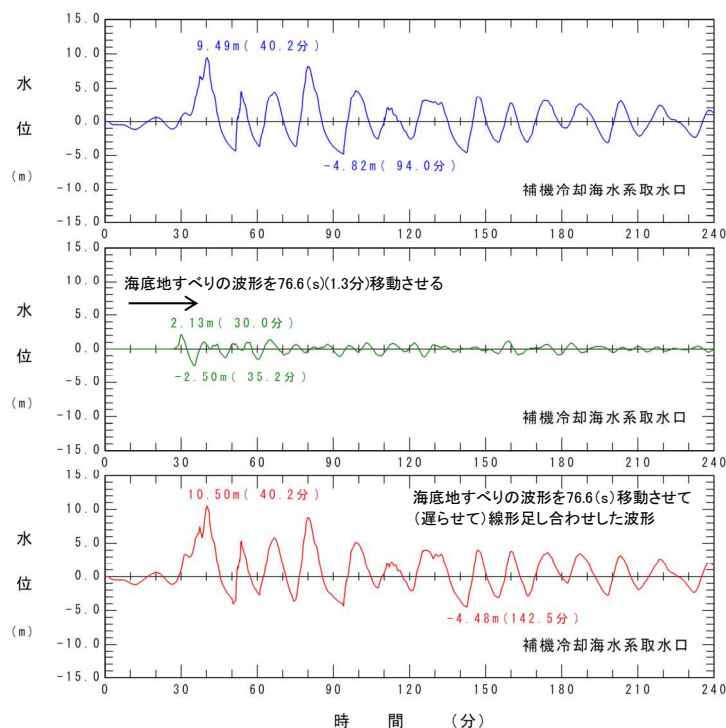
S211 S212

#### ■線形足し合わせによる組合せ時間( $T_{max}$ )の算定(2/4)

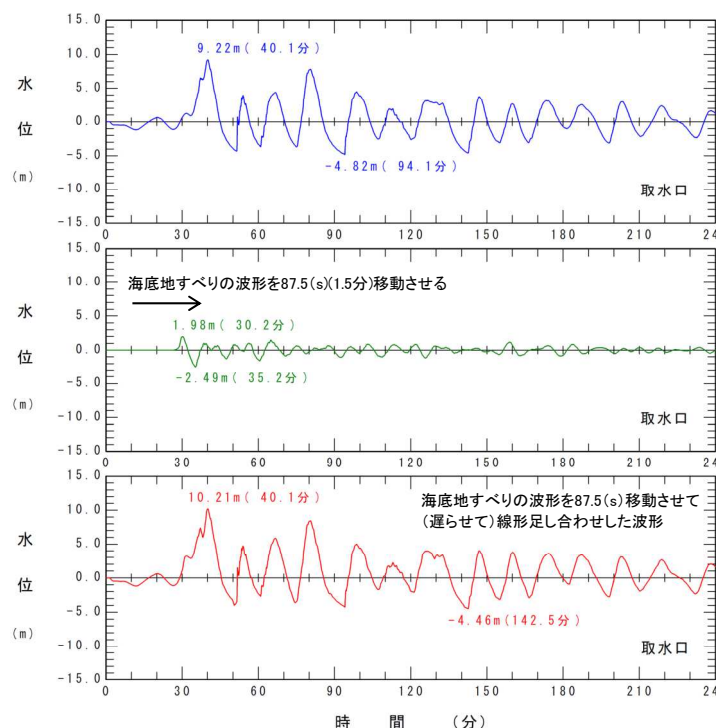
【水位上昇側(基準断層モデル①)】補機冷却海水系取水口前面, 取水口前面

- 各津波の補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における水位時刻歴波形を線形足し合わせし, 組合せ時間( $T_{max}$ )を以下のとおり算定した。

波源モデル		海底地すべりが発生する時間範囲 ( $T_s \sim T_s + T_d$ )	組合せ時間( $T_{max}$ )	
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の運動型地震	日高舟状海盆の海底地すべり		補機冷却海水系取水口前面	取水口前面
基準断層モデル①	二層流モデル	76.0(s) ~ 339.9(s)	76.6(s)	87.5(s)



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

— 地震に起因する津波  
— 海底地すべりに起因する津波  
— 線形足し合わせ



### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

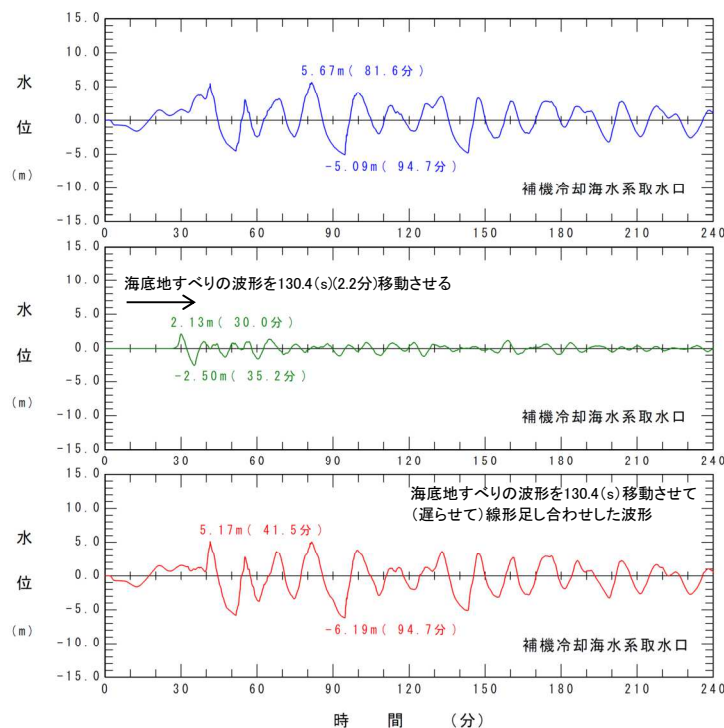
S211 S212

#### ■線形足し合わせによる組合せ時間(T<sub>max</sub>)の算定(3/4)

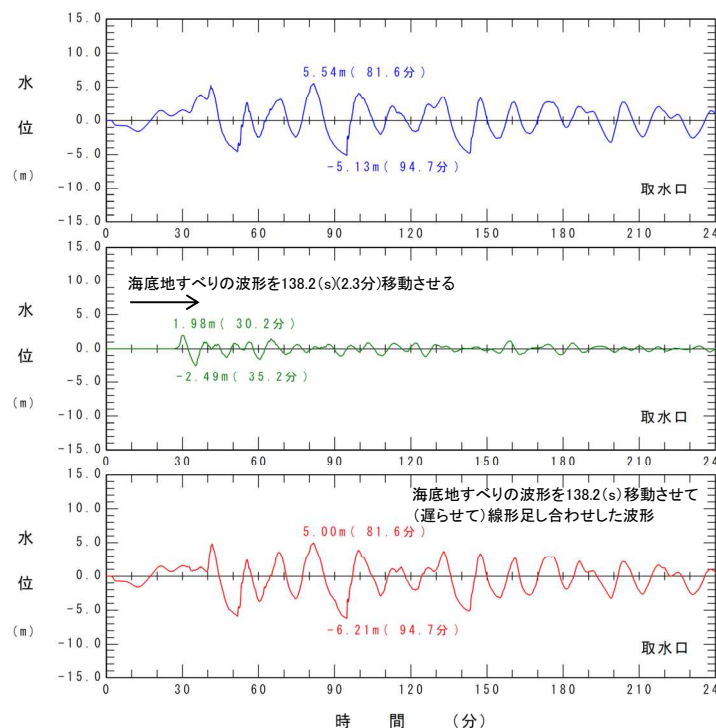
【水位下降側(基準断層モデル②)】補機冷却海水系取水口前面, 取水口前面

- 各津波の補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における水位時刻歴波形を線形足し合わせし, 組合せ時間(T<sub>max</sub>)を以下のとおり算定した。

波源モデル		海底地すべりが発生する時間範囲 (T <sub>s</sub> ~T <sub>s</sub> +T <sub>d</sub> )	組合せ時間(T <sub>max</sub> )	
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の運動型地震	日高舟状海盆の海底地すべり		補機冷却海水系取水口前面	取水口前面
基準断層モデル②	二層流モデル	45.2(s)~268.1(s)	130.4(s)	138.2(s)



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

—: 地震に起因する津波  
—: 海底地すべりに起因する津波  
—: 線形足し合わせ

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

## 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

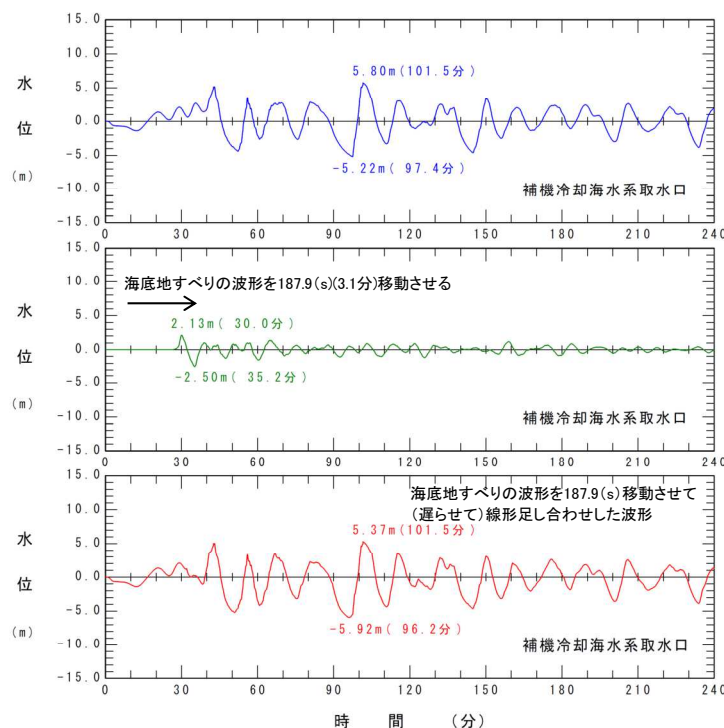
S211 S212

#### ■線形足し合わせによる組合せ時間( $T_{max}$ )の算定(4/4)

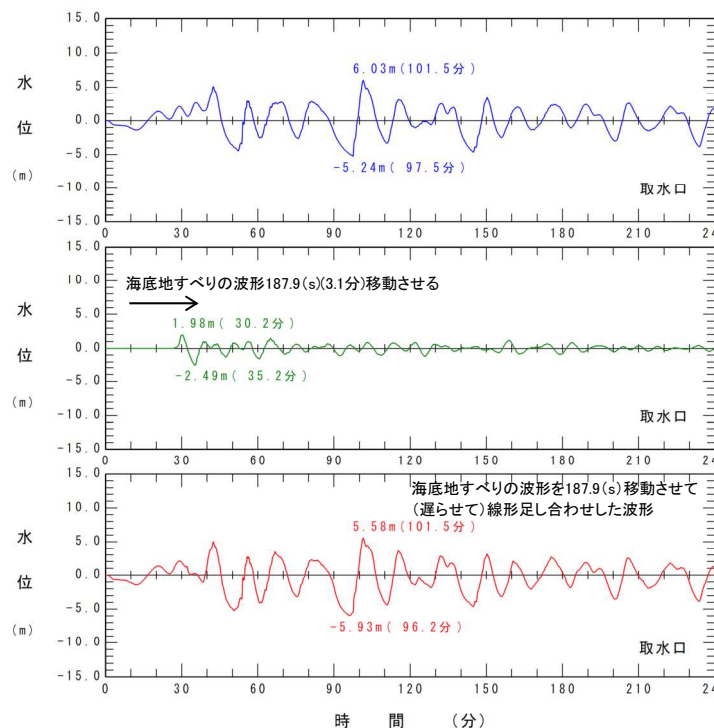
【水位下降側(基準断層モデル③)】補機冷却海水系取水口前面, 取水口前面

- 各津波の補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における水位時刻歴波形を線形足し合わせし, 組合せ時間( $T_{max}$ )を以下のとおり算定した。

波源モデル		海底地すべりが発生する時間範囲( $T_s \sim T_s + T_d$ )	組合せ時間( $T_{max}$ )	
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の運動型地震	日高舟状海盆の海底地すべり		補機冷却海水系取水口前面	取水口前面
基準断層モデル③	二層流モデル	17.9(s) ~ 187.9(s)	187.9(s)	187.9(s)



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

— 地震に起因する津波  
— 海底地すべりに起因する津波  
— 線形足し合わせ

### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

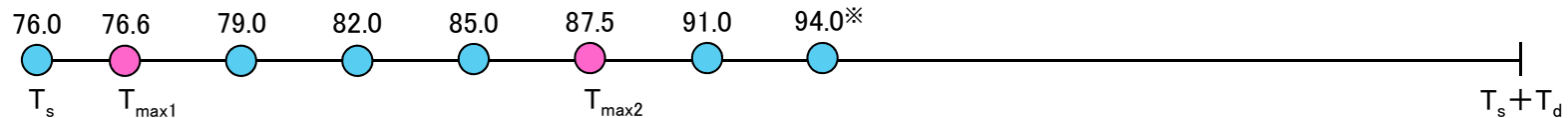
S211 S212

##### ■ 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

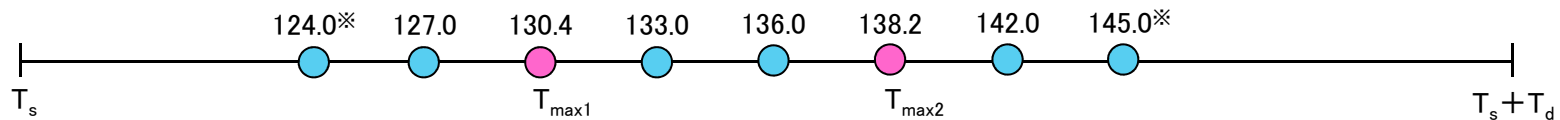
- 線形足し合わせによる組合せ時間( $T_{max}$ )を基本に、組合せ時間(パラメータスタディ範囲)を以下のとおり設定した。

	波源モデル		海底地すべりが発生する時間範囲( $T_s \sim T_s + T_d$ )	線形足し合わせによる組合せ時間		
	十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震	日高舟状海盆の海底地すべり		敷地前面	補機冷却海水系取水口前面( $T_{max1}$ )	取水口前面( $T_{max2}$ )
水位上昇側	基準断層モデル①	二層流モデル	76.0(s)～339.9(s)	重畳しない	76.6(s)	87.5(s)
水位下降側	基準断層モデル②	二層流モデル	45.2(s)～268.1(s)	—	130.4(s)	138.2(s)
	基準断層モデル③	二層流モデル	17.9(s)～187.9(s)	—	187.9(s)	187.9(s)

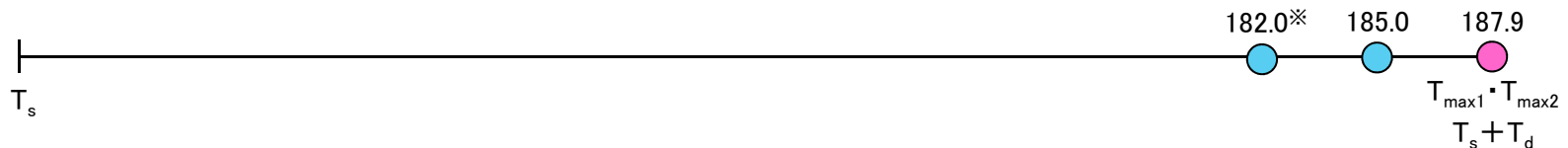
##### 【水位上昇側(基準断層モデル①)】



##### 【水位下降側(基準断層モデル②)】



##### 【水位下降側(基準断層モデル③)】



※:ピークが確認されない場合には、ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

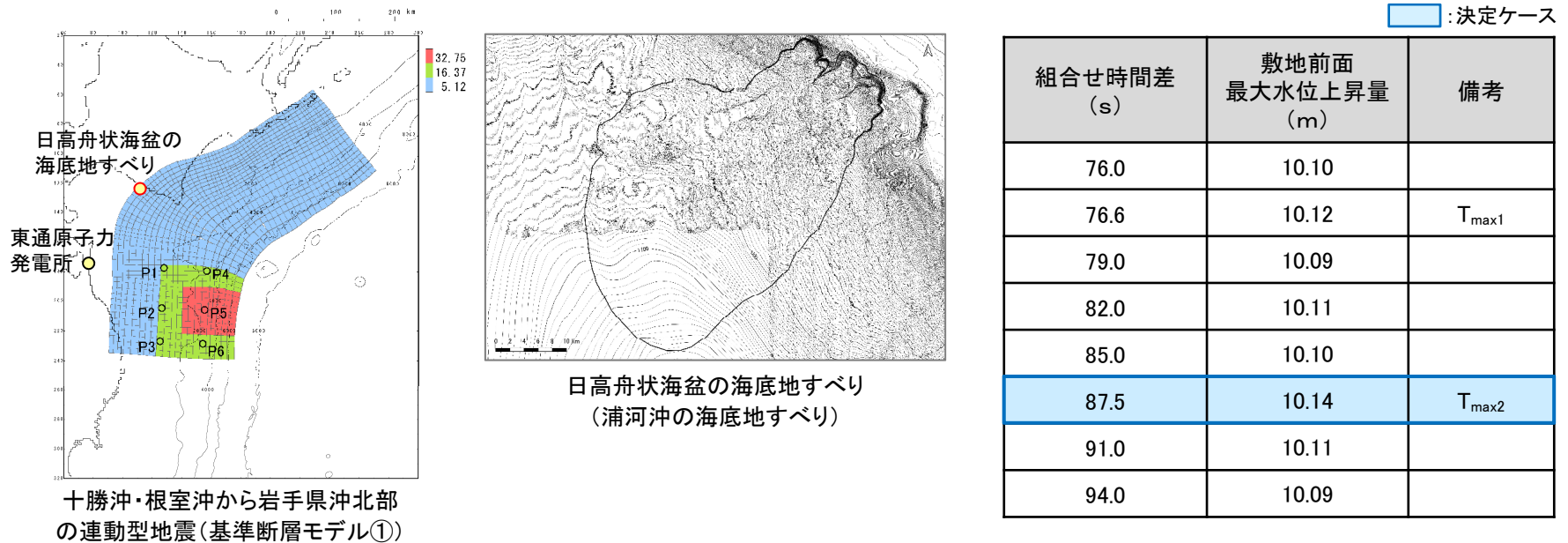
### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 6. 同波動場での津波解析: 水位上昇側

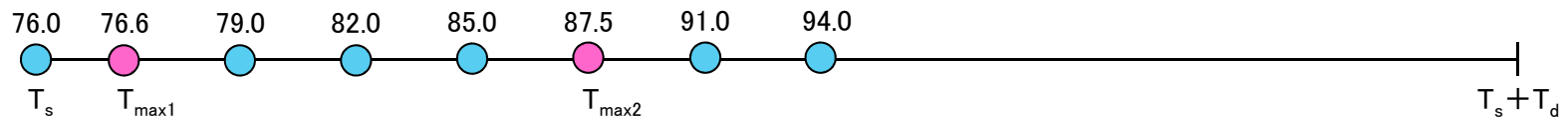
S211 S212

##### ■ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震: 基準断層モデル①

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ時間をパラメータスタディした結果を以下に示す。



##### 【パラメータスタディ範囲】



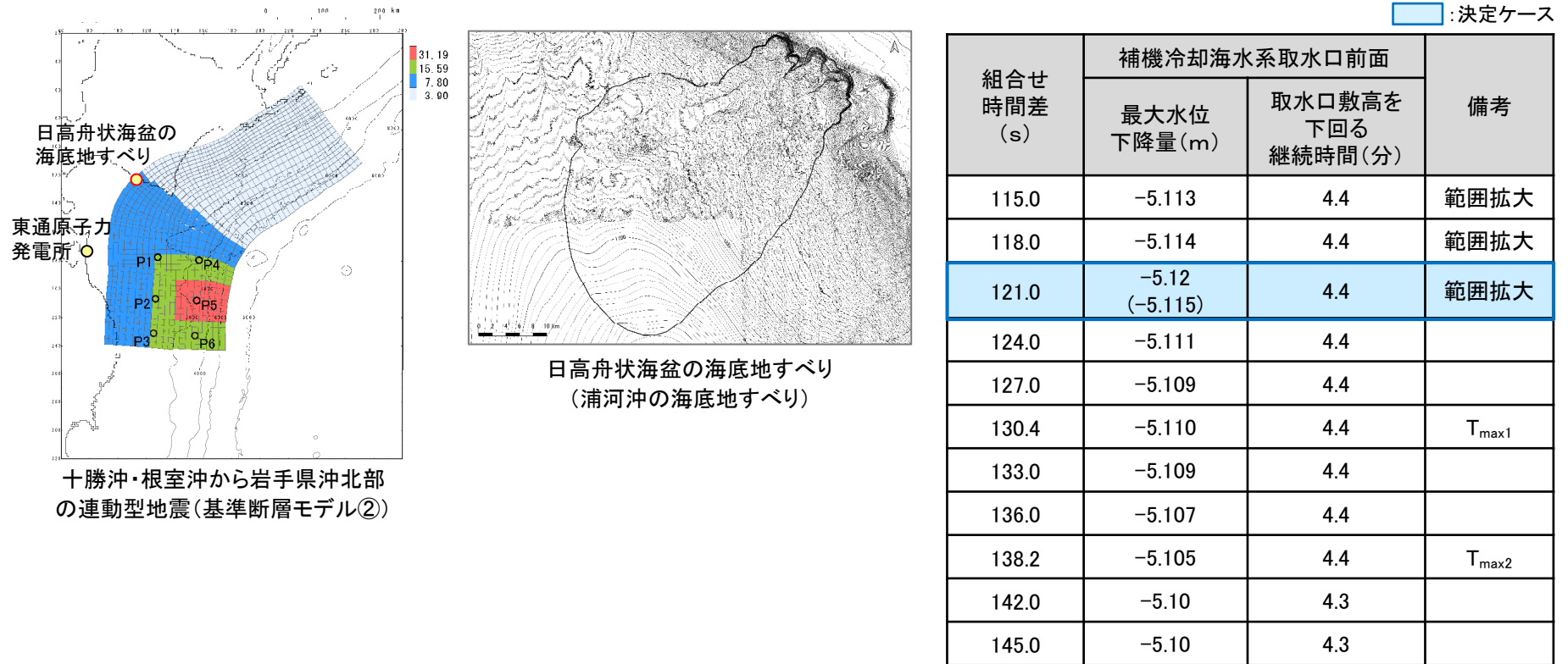
### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 6. 同波動場での津波解析: 水位下降側

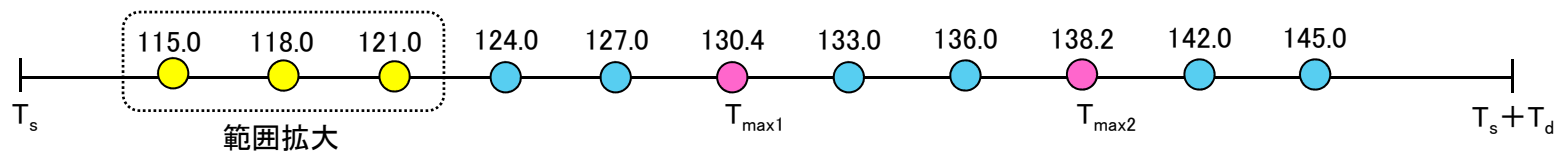
S211 S212 S213

##### ■ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震: 基準断層モデル②

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ時間をパラメータスタディした結果を以下に示す。



##### 【パラメータスタディ範囲】



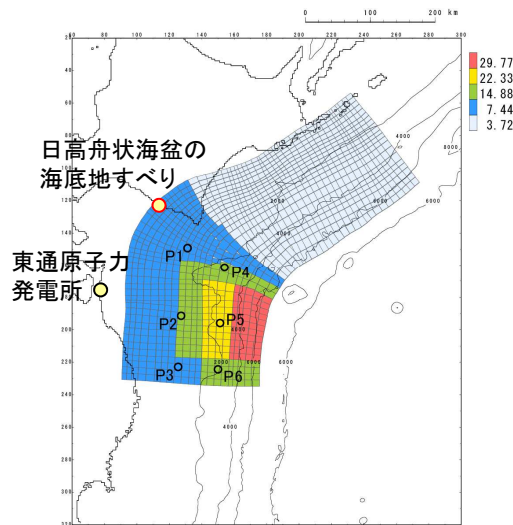
### Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

#### 6. 同波動場での津波解析: 水位下降側

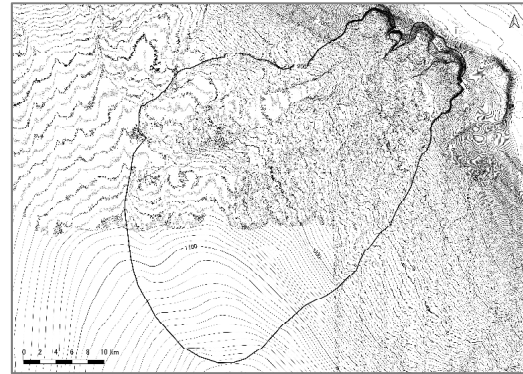
S211 S212 S213

##### ■ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震: 基準断層モデル③

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ時間をパラメータスタディした結果を以下に示す。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)

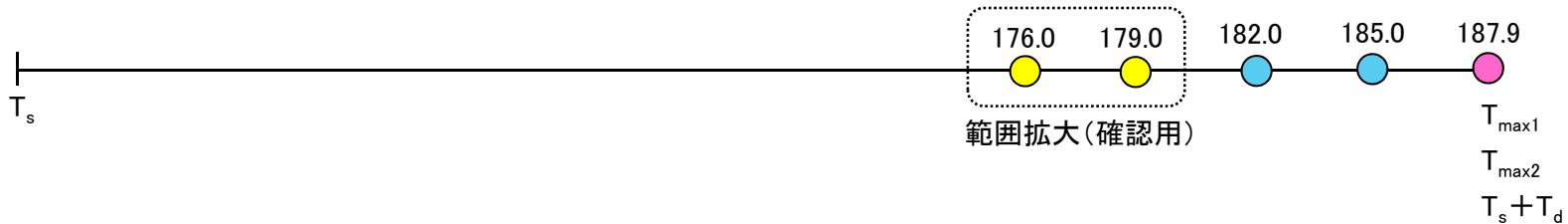


日高舟状海盆の海底地すべり  
(浦河沖の海底地すべり)

決定ケース

組合せ時間差 (s)	補機冷却海水系取水口前面		備考
	最大水位下降量 (m)	取水口敷高を下回る継続時間 (分)	
176.0	-5.21	4.2	範囲拡大
179.0	-5.25	4.3	範囲拡大
182.0	-5.286	4.4	
185.0	-5.288	4.5	
187.9	-5.29 (-5.290)	4.5	$T_{\max 1}$ $T_{\max 2}$

##### 【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

S211 S212

- 各評価位置における最大水位上昇量及び最大水位下降量を以下に示す。

【水位上昇側】

波源モデル		最大水位上昇量(m)			
地震	海底地すべり	敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型 (基準断層モデル①)	日高舟状海盆 (二層流モデル)	10.14	8.74	9.03	8.57

【水位下降側】

波源モデル		補機冷却海水系取水口前面	
地震	海底地すべり	最大水位下降量(m)	取水口敷高※を下回る継続時間(分)
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型 (基準断層モデル②)	日高舟状海盆 (二層流モデル)	-5.12	4.4
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型 (基準断層モデル③)	日高舟状海盆 (二層流モデル)	-5.29	4.5
非常用海水ポンプの運転可能継続時間			約35

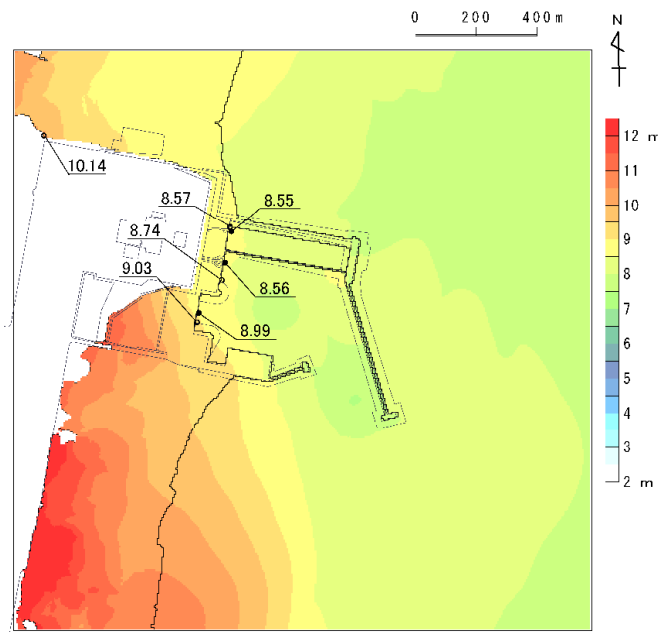
※:補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

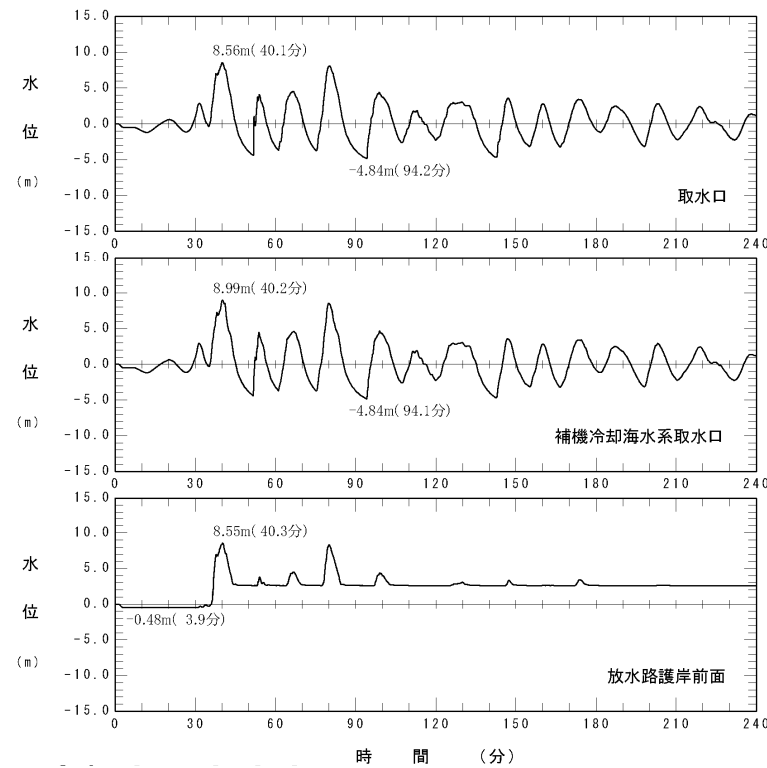
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

S211 S212

波源モデル		最大水位上昇量 (m)			
地震	海底地すべり	敷地前面	取水口前面	補機冷却海水系取水口前面	放水路護岸前面
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型(基準断層モデル①)	日高舟状海盆(二層流モデル)	10.14	8.74	9.03	8.57



最大水位上昇量分布



取水口前面, 補機冷却海水系取水口前面, 放水路護岸前面における水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放水設備前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は, 補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

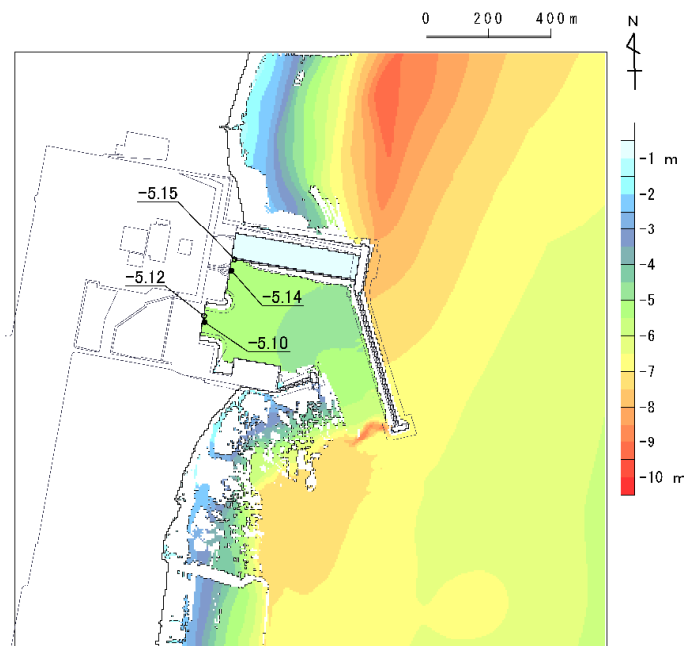


Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

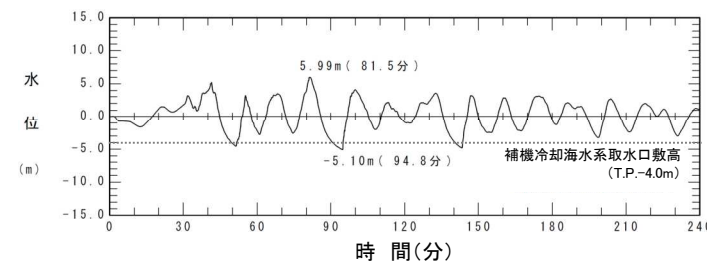
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

S211 S212

波源モデル		補機冷却海水系取水口前面	
地震	海底地すべり	最大水位下降量 (m)	取水口敷高を下回る時間 (分)
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型 (基準断層モデル②)	日高舟状海盆 (二層流モデル)	-5.12	4.4



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における  
水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出 (抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

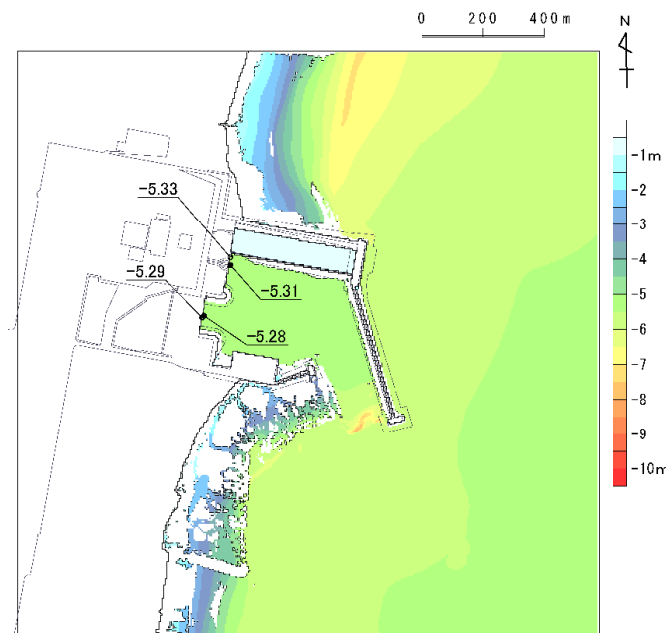
※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

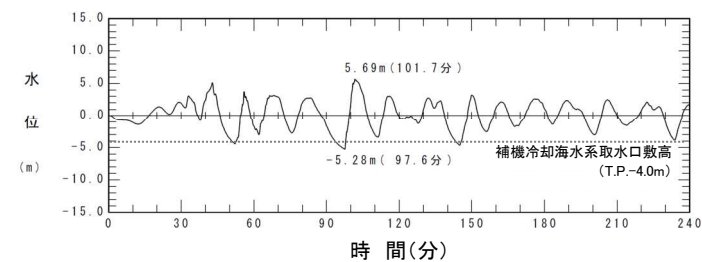
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

S211 S212

波源モデル		補機冷却海水系取水口前面	
地震	海底地すべり	最大水位下降量 (m)	取水口敷高を下回る時間 (分)
十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型 (基準断層モデル③)	日高舟状海盆 (二層流モデル)	-5.29	4.5



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における  
水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出 (抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

## 参考文献

---

## 参考文献①

1. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019):日本海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)
2. 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会(2016):原子力発電所の津波評価技術 2016
3. 相田勇(1977):三陸沖の古い津波のシミュレーション, 地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101
4. 内閣府(2020):日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告), 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会
5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター:津波堆積物データベース, [https://gbank.gsj.jp/tsunami\\_deposit\\_db](https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db)
6. Satoko Murotani, Kenji Satake and Yushiro Fujii(2013):Scaling relations of seismic moment, rupture area, average slip and asperity size for M~9 subduction zone earthquakes, Geophysical Research Letters, Vol.40, pp.5070-5074
7. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017a):千島海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)
8. 杉野英治・岩渕洋子・橋本紀彦・松末和之・蛭澤勝三・亀田弘行・今村文彦(2014):プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案, 日本地震工学会論文集, 第14巻, 第5号
9. 内閣府(2012):南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告) 巻末資料, 南海トラフの巨大地震モデル検討会
10. Koji Minoura, Shinichi Hirano, Tsutomu Yamada(2013):Identification and possible recurrence of an oversized tsunami on the Pacific coast of northern Japan, Nat Hazards 68:631-643, Springer, DOI 10.1007/s11069-013-0640-z
11. Naoki Uchida, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa, Toru Matsuzawa(2009):What controls interplate coupling?: Evidence for abrupt change in coupling across a border between two overlying plates in the NE Japan subduction zone, Earth and Planetary Science Letters 283,111-121
12. Masanao Shinohara, Tomoaki Yamada, Kazuo Nakahigashi, Shin'ichi Sakai, Kimihiro Mochizuki, Kenji Uehira, Yoshihiro Ito, Ryusuke Azuma, Yuka Kaiho, Tetsuo No, Hajime Shiobara, Ryota Hino, Yoshio Murai, Hiroshi Yakiwara, Toshinori Sato, Yuya Machida, Takashi Shinbo, Takehi Isse, Hiroki Miyamachi, Koichiro Obana, Narumi Takahashi, Shuichi Kodaira, Yoshiyuki Kaneda, Kenji Hirata, Sumio Yoshikawa, Kazushige Obara, Takaya Iwasaki, and Naoshi Hirata(2011):Aftershock observation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake by using ocean bottom seismometer network, Earth Planets Space, 63, 835-840
13. 宍倉正展(2013):1960年チリ地震(Mw 9.5)の履歴と余効変動, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-7
14. Kusala Rajendran(2013):On the recurrence of great subduction zone earthquakes, CURRENT SCIENCE, VOL.104, NO.7,pp.880-892
15. Daniel Melnick, Bodo Bookhagen, Manfred R. Strecker, and Helmut P. Echtler(2009):Segmentation of megathrust rupture zones from fore-arc deformation patterns over hundreds to millions of years, Arauco peninsula, Chile, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, B01407, doi:10.1029/2008JB005788
16. Genyang Tang, Penny J. Barton, Lisa C. McNeill, Timothy J. Henstock, Frederik Tilmann, Simon M. Dean, Muhammad D. Jusuf, Yusuf S. Djajadihardja, Haryadi Permana, Frauke Klingelhoefer, and Heidrun Kopp(2013):3-D active source tomography around Simeulue Island offshore Sumatra: Thick crustal zone responsible for earthquake segment boundary, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 48-53, doi:10.1029/2012GL054148
17. Emily S. Finzel, Jeffrey M. Trop, Kenneth D. Ridgway, Eva Enkelmann(2011):Upper plate proxies for flat-slab subduction processes in southern Alaska, Earth and Planetary Science Letters 303,348-360, doi:10.1016/j.epsl.2011.01.014
18. Aaron G. Wech(2016):Extending Alaska's plate boundary: Tectonic tremor generated by Yakutat subduction, GEOLOGY, v.44, no.7, p.587-590, doi:10.1130/G37817.1

## 参考文献②

19. Roland Von Huene, John J. Miller, and Wilhelm Weinrebe (2012) : Subducting plate geology in three great earthquake ruptures of the western Alaska margin, Kodiak to Unimak, *Geosphere*, v.8, no. 3, p.628–644, doi:10.1130/GES00715
20. Ian Shennan, Natasha Barlow, Gary Carver, Frank Davies, Ed Garrett, and Emma Hocking (2014) : Great tsunamigenic earthquakes during the past 1000 yr on the Alaska megathrust, *GEOLOGY*, doi:10.1130/G35797.1
21. Richard W. Briggs, Simon E. Engelhart, Alan R. Nelson, Tina Dura, Andrew C. Kemp, Peter J. Haeussler, D. Reide Corbett, Stephen J. Angster, and Lee-Ann Bradley (2014) : Uplift and subsidence reveal a nonpersistent megathrust rupture boundary (Sitkinak Island, Alaska), *Geophys. Res. Lett.*, 41, 2289–2296, doi:10.1002/2014GL059380.
22. Gene Ichinose, Paul Somerville, Hong Kie Thio, Robert Graves, and Dan O'Connell (2007) : Rupture process of the 1964 Prince William Sound, Alaska, earthquake from the combined inversion of seismic, tsunami, and geodetic data, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 112, B07306, doi:10.1029/2006JB004728
23. 長谷川昭・中島淳一・内田直希・弘瀬冬樹・北左枝子・松澤暢 (2010) : 日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動, *地学雑誌*, 第119巻, 第2号, pp.190–204
23. 木村学 (2002) : プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会
24. Charles Demets (1992) : Oblique Convergence and Deformation Along the Kuril and Japan Trenches, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, Vol.97, No.B12, pp.17,615–17,625
25. 伊藤谷生 (2000) : 日高衝突帯—前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造, *石油技術協会誌*, 第65巻, 第1号, pp.103–109
26. Xin Liu, Dapeng Zhao and Sanzhong Li (2013) : Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, *Geophysical Journal International*, 1069–1090, doi:10.1093/gji/ggt150
27. 文部科学省 (2008) : プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造の推定, 東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究, 平成20年度成果報告書, 3.1.1.2
28. JUNZO KASAHARA, TOSHINORI SATO, KIMIHIRO MOCHIZUKI AND KAZUO KOBAYASHI (1997) : Paleotectonic structures and their influence on recent seismo-tectonics in the south Kuril subduction zone, *The Island Arc*, 6, 267–280
29. 文部科学省 (2012) : 根室沖等の地震に関する調査研究 成果報告書 (平成23年度)
30. 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第二版) について
31. 内閣府中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 (2006) : 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告について
32. 文部科学省測地学分科会 (2013a) : 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度年次報告 (機関別), 課題番号1002, 北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築
33. Kenji Satake, Kelin Wang, Brian F. Atwater (2003) : Fault slip and seismic moment of the 1700 Cascadia earthquake inferred from Japanese tsunami descriptions, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 108, NO. B11, 2535

## 参考文献③

34. Robert C. Witter, Yinglong Zhang, Kelin Wang, Chris Goldfinger, George R. Priest and Jonathan C. Allan (2012) : Coseismic slip on the southern Cascadia megathrust implied by tsunami deposits in an Oregon lake and earthquake-triggered marine turbidites, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B10303
35. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2012) : 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について
36. Shinzaburo Ozawa, Takuya Nishimura, Hisashi Suito, Tomokazu Kobayashi, Mikio Tobita & Tetsuro Imakiire(2011) : Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-Oki earthquake, nature LETTER
37. 西村卓也(2013) : 測地データから推定された環太平洋地域のプレート間カップリング, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-15
38. Akira Hasegawa, Keisuke Yoshida, Youichi Asano, Tomomi Okada, Takeshi Iinuma, Yoshihiro Ito(2012) : Change in stress field after the 2011 great Tohoku-Oki earthquake, Earth and Planetary Science Letters 355-356, pp231-243
39. JAMSTEC(2013) : 東北地方太平洋沖地震における巨大地震・津波発生メカニズムの解明～地球深部探査船「ちきゅう」の科学的成果が「SCIENCE」誌に3編同時掲載～, プレリリリース
40. Lin, W., M.Conin, J.C. Moore, F.M. Chester, Y. Nakamura, J.J. Mori, L. Anderson, E.E. Brodsky, N.Eguchi, B. Cook, T.Jeppson, M. Wolfson-Schwehr, Y.Sanada, S.Saito, Y.Kido, T.Hirose, J.H.Behrmann, M.Ikari, K.Ujii, C.Rowe, J.Kirkpatrick, S.Bose, C.Regalla, F.Remitti, V. Toy, P. Fulton, T.Mishima, T. Yang, T. Sun, T. Ishikawa, J. Sample, K.Takai, J. Kameda, S.Toczko, L. Maeda, S.Kodaira, R.Hino, D.Saffer(2013) : Stress state in the largest displacement area of the 2011 Tohoku-oki Earthquake, Science, Vol.339, 687-69
41. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2011) : 地質学的データを用いた西暦869年貞観地震津波の復元について, 自然災害科学, 29-4, pp.501-516
42. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2013) : 貞観津波と東日本大震災の津波, 東日本大震災を分析する2 震災と人間・まち・記録, 明石書店, pp.179-188
43. 澤井祐紀・宍倉正展・岡村行信・高田圭太・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎・藤原治・佐竹健治・鎌滝孝信・佐藤伸枝(2007) : ハンディジオスライサーを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町)における古津波痕跡調査, 活断層・古地震研究報告, No.7, pp.47-80
44. 澤井祐紀・宍倉正展・小松原純子(2008) : ハンドコアラを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町)における古津波痕跡調査, 活断層・古地震研究報告, No.8, pp.17-70
45. 行谷佑一・佐竹健治・山木滋(2010) : 宮城県石巻・仙台平野および福島県請戸川河口低地における869年貞観地震津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, No.10, pp.1-21
46. 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than Tin Aung・石山達也・藤原治・藤野滋弘(2007) : 石巻平野における津波堆積物の分布と年代, 活断層・古地震研究報告, No.7, pp.31-46
47. 宍倉正展・藤原治・澤井祐紀・行谷佑一・谷川晃一郎(2012) : 2011年東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の仙台・石巻平野における分布限界, 活断層・古地震研究報告, No.12, pp.45-61

## 参考文献④

48. 文部科学省研究開発局・国立大学法人東北大学大学院理学研究科・国立大学法人東京大学地震研究所・独立法人産業技術総合研究所(2010):宮城県沖地震における重点的調査観測総括成果報告書, p.39
49. 佐竹健治(2011a):日本海溝の巨大地震のスーパーサイクル, 地震予知連絡会 会報, 第86巻, 3-15
50. 佐竹健治(2011b):東北地方太平洋沖地震の断層モデルと巨大地震発生のスーパーサイクル, 科学, Vol.81, No.10
51. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2002):三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について
52. R. McCaffrey(2008):Global Frequency of Magnitude 9 Earthquakes, *Geology*, DR2008063
53. YUSHIRO FUJII and KENJI SATAKE(2013):Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data, *Pure and Applied Geophysics*, DOI 10.1007/s00024-012-0524-2
54. Christopher H. Scholz and Jaime Campos(2012):The seismic coupling of subduction zones revisited, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, B05310, doi:10.1029/2011JB009003
55. Tetsuzo Seno(2014):Stress drop as a criterion to differentiate subduction zones where Mw 9 earthquakes can occur, *Tectonophysics* 621, 198-210
56. Yamanaka, Y. and M. Kikuchi(2004):Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, 109,B07307,doi:10.1029/2003JB002683
57. 永井理子・菊地正幸・山中佳子(2001):三陸沖における再来大地震の震源過程の比較研究－1968年十勝沖地震と1994年三陸はるか沖地震の比較－, *地震2*, 54, 267-280
58. Satoshi Ide, Annemarie Baltay, Gregory C. Beroza(2011):Shallow Dynamic Overshoot and Energetic Deep Rupture in the 2011 Mw9.0 Tohoku-Oki Earthquake, *Science*,vol. 332,1426,DOI:10.1126/science.1207020
59. 井出哲(2011):東北沖地震の二面性－浅部のすべり過ぎと深部の高周波震動－, 東京大学大学院理学系学科, プレスリリース
60. 長谷川昭(2015):2011年東北沖地震の震源域で何が起きたか?－東北沖地震の発生機構－, *地震ジャーナル*, 60号
61. Tetsuro Tsuru, Jin-Oh Park, Seiichi Miura, Shuichi Kodaira, Yukari Kido, Tsutomu Hayashi(2002):Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 107, NO. B12, 2357, doi:10.1029/2001JB001664
62. Koichiro Obana, Shuichi Kodaira, Masanao Shinohara, Ryota Hino, Kenji Uehira, Hajime Shiobara, Kazuo Nakahigashi, Tomoaki Yamada, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Yasuyuki Nakamura, Seiichi Miura, Tetsuo No, Narumi Takahashi(2013):Aftershocks near the updip end of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*,382,111-116, doi.org/10.1016/j.epsl.2013.09.007
63. 文部科学省測地学分科会(2014):「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成25年度年次報告(機関別), 課題番号1205, アスぺリティの特性解明に向けた観測研究
64. Jeremy E. Kozdon and Eric M. Dunham(2013):Rupture to the Trench: Dynamic Rupture Simulations of the 11 March 2011 Tohoku Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.103, No.2B, pp.1275-1289, doi: 10.1785/0120120136
65. 佐竹建治(2013):第197回地震予知連絡会 重点検討課題「世界の巨大地震・津波」概要, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-6

## 参考文献⑤

66. 文部科学省(2007): 択捉島沖等の地震に関する調査研究成果報告書(平成19年度)
67. 内閣府中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006): 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告について
68. Ioki, K. and Y. Tanioka, Y(2016): Re-estimated fault model of the 17th century great earthquake off Hokkaido using tsunami deposit data, Earth and Planetary Science Letters, 433, 133-138
69. 東北大学理学研究科(2012): 千島海溝沿い小繰り返し地震の解析結果について, 地震予知連絡会 会報, 第88巻, 12-3
70. 国土地理院(2012): 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について, 地震予知連絡会 会報, 第88巻, 12-2
71. Robert McCaffrey(2009): The Tectonic Framework of the Sumatran Subduction Zone, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 37, 345-366, DOI: 10.1146/annurev.earth.031208.100212
72. 遠田晋次(2004): 断層セグメントの多重破壊とスケーリング則, 月刊地球号外, 46, 168-174
73. Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Meredith Nettles, Steven N. Ward, Richard C. Aster, Susan L. Beck, Susan L. Bilek, Michael R. Brudzinski, Rhett Butler, Heather R. DeShon, Goran Ekstrom, Kenji Satake, Stuart Sipkin(2005): The Great Sumatra-Andaman Earthquake of 26 December 2004, SCIENCE, VOL 308, 1127-1133
74. Cecep Subarya, Mohamed Chlieh, Linette Prawirodirdjo, Jean-Philippe Avouac, Yehuda Bock, Kerry Sieh, Aron J. Meltzner, Danny H. Natawidjaja & Robert McCaffrey(2006): Plate-boundary deformation associated with the great Sumatra-Andaman earthquake, ARTICLES, NATURE, Vol 440, doi:10.1038
75. Junji Koyama, Kazunori Yoshizawa, Kiyoshi Yomogida, and Motohiro Tsuzuki(2012): Variability of megathrust earthquakes in the world revealed by the 2011 Tohoku-oki Earthquake, Earth Planets Space, 64, pp.1189-1198
76. 小山順二・都筑基博・蓬田清(2012): 斜め衝突帯の巨大地震(1)相模トラフ, 北海道大学地球物理学研究報告, No.75, pp.161-174
77. Lingling Ye, Thorne Lay, and Hiroo Kanamori(2012): The Sanriku-Oki low-seismicity region on the northern margin of the great 2011 Tohoku-Oki earthquake rupture, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 117, B02305, doi:10.1029/2011JB008847
78. 羽鳥徳太郎(2000): 三陸沖歴史津波の規模の再検討, 津波工学研究報告17, pp.39-48
79. 佐竹健治・行谷佑一・山木滋(2008): 石巻・仙台平野における869年貞観津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, No.8, pp.71-89
80. 中央气象台(1933): 昭和八年三月三日三陸沖強震及津波報告, 験震時報, Vol.7, No.2別刷
81. 岸力(1969): 1968年十勝沖地震調査報告, 津波—北海道東北沿岸—, 1968年十勝沖地震調査委員会編『1968年十勝沖地震調査報告』, pp.207-256
82. 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター(2004): 2003年十勝沖地震津波調査報告, 津波工学研究報告, 第21号, 第2編
83. 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによるデータ(<http://www.coastal.jp/tjt/>), 2012/12/29
84. チリ津波合同調査班(1961): 1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告, 丸善



## 参考文献⑥

85. 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会
86. 内閣府中央防災会議事務局(2005):資料1 中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(第10回) 強震動及び津波高さの推計について
87. 渡辺偉夫(1998):日本被害津波総覧[第2版], 東京大学出版会
88. 気象庁(2007):千島列島東方の地震について(2006年11月15日Mj7.9 および2007年1月13日Mj8.2), 地震予知連絡会 会報, 第78巻, 2-4
89. 都司嘉宣・上田和枝・佐竹健治(1998):日本で記録された1700年1月(元禄十二年十二月)北米巨大地震による津波, 地震第2輯, 第51巻, pp.1-17
90. 菅原大助(2014):津波堆積物と津波の規模について, 地学雑誌, 123(6), 797-812
91. 文部科学省測地学分科会(2013b):「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度年次報告(成果の概要)
92. KOICHIRO TANIGAWA, YUKI SAWAI, MASANOBU SHISHIKURA, YUICHI NAMEGAYA and DAN MATSUMOTO(2014): Geological evidence for an unusually large tsunami on the Pacific coast of Aomori, Northern Japan, JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE, 29(2), 200-208, DOI: 10.1002/jqs.2690
94. 岡村行信・行谷佑一(2011):17世紀に発生した千島海溝の運動型地震の再検討, 活断層・古地震研究報告, No.11, p.15-20
95. 鎌田隆史・菅原大助・箕浦幸治・根本直樹・山田努(2015):猿ヶ森砂丘に挟在する再堆積層の成因:下北半島後期完新世砂丘の起源の考察, 日本地質学会第122年学術大会, 講演要旨, R21-O-4
96. 町田洋・新井房夫(2003):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]について, 東京大学出版会, p.336
97. Koji Minoura, Shu Nakaya and Masao Uchida(1994):Tsunami deposits in a lacustrine sequence of the Sanriku coast, northeast Japan, Sedimentary Geology,89, 25-31
98. 谷川晃一郎・澤井祐紀・宍倉正展・藤原治・行谷佑一・松本弾(2013):青森県太平洋岸で検出された津波堆積物, 日本第四紀学会講演要旨集, No.43, 16-17
99. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター:津波堆積物データベース, [https://gbank.gsj.jp/tsunami\\_deposit\\_db](https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db)
100. 谷川晃一郎(2017):青森県六ヶ所村平沼における津波堆積物調査, 活断層・古地震研究報告, No.17, p.1-14
101. 谷川晃一郎・澤井祐紀・宍倉正展・藤原治・行谷佑一(2014):青森県三沢市で検出されたイベント堆積物, 第四紀研究, 53(1), p.55-62
102. 藤原治・鎌滝孝信・田村亨(2003):内湾における津波堆積物の粒度分布と津波波形との関連-房総半島南端の完新統の例-, 第四紀研究, 42(2), p.67-81
103. 後藤和久・菅原大助・西村裕一・藤野滋弘・小松原純子・澤井祐紀・高清水康博(2017):津波堆積物の認定手順, 津波工学研究報告, 第33号, p.45-54
104. 千釜章・多田省一郎・青沼正光(1998):下北半島における津波の伝承の解釈と埋没ヒバ林の成因, 地震, 第2輯, 第51巻, 61-73頁
105. 小池一之(1974):砂浜海岸線の変化について(予報), 地理学評論, 47-11
106. 西村裕一(2009):津波堆積物の時空間分布に基づく古地震の調査研究, 地震, 第2輯, 第61巻特集号, S497-S508
107. 石村大輔, 市原季彦, 阪田知洋, 大畑雅彦, 高田裕哉(2015):高密度群列ハンディジオスライサー調査による津波堆積物の連続性と地層対比:岩手県山田町小谷島を例として, 活断層研究, 43号, 53-60

## 参考文献⑦

108. Takumi Yoshii, Shiro Tanaka, Masafumi Matsuyama(2017): Tsunami deposits in a super-large wave flume, *Marine Geology*, No.391, 98-107
109. 後藤和久・箕浦幸治(2012): 2011年東北地方太平洋沖地震津波の反省に立った津波堆積学の今後のあり方, *堆積学研究*, 第71巻, 第2号, 105-117
110. 伊藤谷生(2000): 日高衝突帯一前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造, *石油技術協会誌*, 第65巻, 第1号, pp.103-109
111. 国土地理院(2012): 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について, *地震予知連絡会 会報*, 第88巻, 12-2
112. 杉野英治・呉長江・是永真理子・根本信・岩渕洋子・蛭沢勝三(2013): 原子力サイトにおける2011東北地震津波の検証, *日本地震工学会論文集*, 第13巻, 第2号(特集号)
113. Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada and Yuichi Namegaya(2013): Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as 1 Inferred from Tsunami Waveform Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103 (2B): 1473-1492
114. YOSHINOBU TSUJI, KENJI SATAKE, TAKEO ISHIBE, TOMOYA HARADA, AKIHITO NISHIYAMA, and SATOSHI KUSUMOTO(2014): Tsunami Heights along the Pacific Coast of Northern Honshu Recorded from the 2011 Tohoku and Previous Great Earthquakes, *Pure and Applied Geophysics*
110. 清水水康博(2013): 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に, *地質学雑誌*, 119(9), pp.599-612
111. 佐竹健治(2017): 17世紀に千島・日本海溝で発生した巨大地震, *地震研究所彙報*, Vol.92, pp. 31-47
112. 高田圭太・穴倉正展・今井健太郎・蝦名裕一・後藤和久・越谷信・山本英和・五十嵐厚夫・市原季彦・木下博久・池田哲哉・岩手県県土整備部河川課(2016): 岩手県沿岸における津波堆積物の分布とその年代, *活断層・古地震研報*, Vol.16, pp.1-52
113. K.Satake, F.Nanayama and S.Yamaki: (2008) Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kuril trench, *Earth Planets Space*, 60, 925-935
114. Ryosuke Azuma, Yoshio Murai, Kei Katsumata, Yuichi Nishimura, Takuji Yamada, Kimihiro Mochizuki, Masanao Shinohara (2012): Was the 1952 Tokachi-oki earthquake ( $M_w = 8.1$ ) a typical underthrust earthquake?: Plate interface reflectivity measurement by an air gun-ocean bottom seismometer experiment in the Kuril Trench, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13(8), Q08015, doi.org/10.1029/2012GC004135
115. 東龍介(2012): 北海道太平洋沖海底構造調査結果及び海底地震観測レビュー, *地震予知連絡会 会報*, 第88巻, 12-7
116. BHASKAR KUNDU, V. K. GAHALAUT and J. K. CATHERINE (2012): Seamount Subduction and Rupture Characteristics of the March 11, 2011, Tohoku Earthquake, *JOURNAL GEOLOGICAL SOCIETY OF INDIA* Vol.79, pp.245-251
117. Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Keith D. Koper, Alexander R. Hutko, Lingling Ye, Han Yue, Teresa M. Rushing (2012): Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, B04311, doi:10.1029/2011JB009133
118. Xin Liu and Dapeng Zhao (2018): Upper and lower plate controls on the great 2011 Tohoku-oki earthquake, *SCIENCE ADVANCES*, Vol.4, No.6, pp.1-7
119. Kimihiro Mochizuki, Tomoaki Yamada, Masanao Shinohara, Yoshiko Yamanaka, Toshihiko Kanazawa (2008): Weak Interplate Coupling by Seamounts and Repeating  $M \sim 7$  Earthquakes, *SCIENCE*, VOL 321, 1194-1197
120. 望月公廣(2011): 茨城沖におけるアスペリティと地下構造, *地震予知連絡会 会報*, 第85巻, 12-17
121. Kelin Wang and Susan L. Bilek (2014): Invited review paper: Fault creep caused by subduction of rough seafloor relief, *Tectonophysics*, 610, 1-24

## 参考文献⑧

122. T. Nishikawa, T. Matsuzawa, K. Ohta, N. Uchida, T. Nishimura, S. Ide(2019): The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories, *Science* 23 Aug 2019; Vol. 365, Issue 6455, pp.808–813
123. Saeko Kita, Tomomi Okada, Akira Hasegawa, Junichi Nakajima, Toru Matsuzawa (2010) : Anomalous deepening of a seismic belt in the upper-plane of the double seismic zone in the Pacific slab beneath the Hokkaido corner: Possible evidence for thermal shielding caused by subducted forearc crust materials, *Earth and Planetary Science Letters* 290, 415–426
124. 長谷川昭・中島淳一・内田直希・梁田高広・岡田知己・趙大鵬・松澤暢・海野徳仁(2012) : 沈み込み帯の地震の発生機構— 地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, *地学雑誌*, 121(1), pp.128–160
125. Junichi Nakajima, Yusuke Tsuji, Akira Hasegawa (2009) : Seismic evidence for thermally-controlled dehydration reaction in subducting oceanic crust, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 36, L03303, doi:10.1029/2008GL036865
125. TOSHITSUGU YAMAZAKI and YUKINOBU OKAMURA (1989) : Subducting seamounts and deformation of overriding forearc wedges around Japan, *Tectonophysics*, 160, 207–229
126. 木戸ゆかり・小角幸代・仲西理子・鶴哲郎・金田義行(2002) : 日本海溝と千島海溝の接合点付近に沈み込む海山の地球物理学的特徴—地磁気およびアドミッタンス関数を用いた重力解析—, *情報地質*, 第13巻, 第3号, pp.141–151
127. S. Dominguez, S.E. Lallemand, J. Malavieille and R. vonHueneb(1998) : Upper plate deformation associated with seamount subduction, *Tectonophysics*, 293,207–224
128. Azusa Nishizawa, Kentaro Kaneda, Naoko Watanabe, and Mitsuhiro Oikawa(2009) : Seismic structure of the subducting seamounts on the trench axis: Erimo Seamount and Daiichi-Kashima Seamount, northern and southern ends of the Japan Trench, *Earth Planets Space*, 61, e5–e8
129. Kazushige Obara, Yoshikatsu Haryu, Yoshihiro Ito, Katsuhiko Shiomi(2004) : Low frequency events occurred during the sequence of aftershock activity of the 2003 Tokachi-Oki earthquake; a dynamic process of the tectonic erosion by subducted seamount, *Earth Planets Space*, 56, 347–351
130. Sachiko Tanaka , Takanori Matsuzawa , and Youichi Asano(2019): Shallow Low-Frequency Tremor in the Northern Japan Trench Subduction Zone, *Geophysical Research Letters*, Vol.46, Issue.10, pp.5217–5224
131. Yukinobu Okamura, Takumi Tsujino, Kohsaku Arai, Tomoyuki Sasaki, Kenji Satake and Masato Joshima (2008): Fore arc structure and plate boundary earthquake sources along the southwestern Kuril subduction zone, *Journal of Geophysical Research*, Vol.113, B06305
132. Takuya Nishimura, Tomowo Hirasawa, Shin'ichi Miyazaki, Takeshi Sagiya, Takashi Tada, Satoshi Miura and Kazuo Tanaka (2004) : Temporal change of interplate coupling in northeastern Japan during 1995–2002 estimated from continuous GPS observations, *Geophysical Journal International*, Vol.157, Issue 2, pp.901–916
133. Chihiro Hashimoto, Akemi Noda, Takeshi Sagiya and Mitsuhiro Matsu'ura (2009) : Interplate seismogenic zones along the Kuril–Japan trench inferred from GPS data inversion, *Nature Geoscience*, Vol.2, pp.141–144
134. Changjiang Wu, Hideaki Tsutsumi, Hongjun Si, Yusuke Saijo(2012) : Rupture Process of the 2011Mw9.0 Tohoku Earthquake And Strong Motion Simulation from the Viewpoint of NPP Seismic Design, 15th World Conference on Earthquake Engineering

## 参考文献⑨

135. 内閣府中央防災会議 東南海、南海地震等に関する専門調査会(2003): 東南海、南海地震等に関する専門調査会(第16回), 参考資料2 強震動と津波の高さの検討に関する資料集, 8. 津波計算における震源破壊伝播速度の効果について
136. 杉野英治・岩渕洋子・阿部雄太(2017): 破壊伝播特性の不確かさ影響を考慮した確率論的津波ハザード評価手法, 日本地震工学会論文集 第17巻, 第2号
137. 内閣府(2020a): 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告), 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会
138. Naoyuki Kato and Tetsuzo Seno(2003): Hypocenter depths of large interplate earthquakes and their relation to seismic coupling, *Earth and Planetary Science Letters* 210,53–63
139. S.T.G. RAGHUKANTH and S. SANGEETHA(2016): A stochastic model for earthquake slip distribution of large events, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, Vol. 7, No. 2, 493521, doi.org/10.1080/19475705.2014.941418
140. 内閣府(2020b): G空間情報センターHP, 内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討会/津波断層モデル(3)津波断層パラメータ(最終更新2020年12月16日), <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2-003>
141. Aki Ito, Gou Fujie, Tetsuro Tsuru, Shuichi Kodaira, Ayako Nakanishi, Yoshiyuki Kaneda(2004): Fault plane geometry in the source region of the 1994 Sanriku-oki earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*, 223, 163–175
142. P. Martin Mai, P. Spudich, and J. Boatwright(2005): Hypocenter Locations in Finite-Source Rupture Models, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 95, No. 3, pp. 965–980, doi: 10.1785/0120040111
143. Diego Melgar and Gavin P. Hayes(2019): The Correlation Lengths and Hypocentral Positions of Great Earthquakes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 109, No. 6, pp. 2582–2593, doi: 10.1785/0120190164
144. 社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2002): 原子力発電所の津波評価技術
145. 藤井雄士郎・佐竹健治: 2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源再現モデル, <http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/>
146. Yushiro Fujii and Kenji Satake(2007): Tsunami Source of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, No. 1A, pp. S192–S207, doi: 10.1785/0120050613
147. Kenji Hirata, Kenji Satake, Yuichiro Tanioka, Tsurane Kuragano, Yohei Hasegawa, Yutaka Hayashi, Nobuo Hamada(2006): The 2004 Indian Ocean tsunami: Tsunami source model from satellite altimetry, *Earth Planets Space*, 58, 195–201, 2006
148. S.Lorito, F.Romano, S.Atzori, X.Tong, A.Avallone, J.McCloskey, M.Cocco, E.Boschi and A.Piatanesi(2010): Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake, *nature geoscience LETTERS*, DOI:10.1038/NCEO107
149. 相田勇(1986): 津波波源の推定, 水工学シリーズ86-B-2, 土木学会水理委員会
150. 地震調査研究推進本部(2017b): 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
152. Mansinha, L. and D. E. Smylie(1971): The displacement fields of inclined faults, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol.61, No.5, pp.1433–1440
153. 青森県海岸津波対策検討会(2015): 第7回資料(平成27年3月19日)

## 参考文献⑩

154. Goto, K., Chagué-Goff, C., Fujino, S., Goff, J., Jaffe, B., Nishimura, Y., Richmond, B., Sugawara, D., Szczuciński, W., Tappin, D.R., Witter, R. and Yulianto, E. (2011) : New insights of tsunami hazard from the 2011 Tohoku-oki event. *Marine Geology*, 290, 46–50
155. 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014) : 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書
156. 小池一之・町田洋(2001) : 日本の海成段丘アトラス
157. Kanamori, H. and D. L. Anderson (1975) : Theoretical basis of some empirical relations in seismology, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 65, 1073–1095.
158. Somerville, P.G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada (1999) : Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seismological Research Letters*, 70, pp.59–80.
159. 入倉孝次郎(2004) : 強震動予測レシポ — 大地震による強震動の予測手法 —, 京都大学防災研究所年報 第47号 A
160. Satoko Murotani, Hiroe Miyake, and Kazuki Koketsu (2008) : Scaling of characterized slip models for plate-boundary earthquakes, *Earth Planets Space*, 60, 987–991.
161. Jean M. Johnson and Kenji Satake (1996) : The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 101, NO. B1, PAGES 523–532
162. Johnson, J.M., Y. Tanioka, L. J. Ruff, K. Satake, H. Kanamori, and L. R. Sykes (1994) : The 1957 great Aleutian earthquake, *Pure Appl. Geophys.*, 142, 3–28.
163. Jean M. Johnson and Kenji Satake (1999) : Asperity Distribution of the 1952 Great Kamchatka Earthquake and its Relation to Future Earthquake Potential in Kamchatka, *Pure and Applied Geophysics*, pp.541–553
164. 社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2009) : 確率論的津波ハザード解析の方法(案)
165. 青森県(2021) : 津波浸水想定について(解説)(令和3年5月27日)
166. 青森県海岸津波対策検討会(2012) : 青森県海岸津波対策検討会検討結果(平成24年10月)
167. 阿部勝征(2003) : 津波地震とは何か—総論—, 月刊地球, Vol.25, No.5, pp.337–342
168. 阿部勝征(1999) : 遡上高を用いた津波マグニチュードMtの決定—歴史津波への応用—, 地震第2輯, 第52巻, pp.369–377
169. JASCHA POLET and H. KANAMORI(2009) *Tsunami Earthquake Encyclopedia of Complexity and Systems Science* 200
170. 伊木常誠(1897) : 三陸地方津浪実況取調報告, 震災予防調査会報告, 第11号, pp.5–34.
171. 松尾春雄(1933) : 三陸津浪調査報告, 内務省土木試験所報告, 第24号, pp.83–112
172. 伊藤潔・大東明子(1996) : 地殻および上部マントルにおける $V_p/V_s$ 比, 日本地震学会講演予稿集, No.2, B83
173. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009) : 付録3 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシポ」)
174. Yuichiro Tanioka and Kenji Satake (1996) : Fault parameters of the 1896 Sanriku tsunami earthquake estimated from tsunami numerical modeling, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, Vol.23, No.13, pp.1549–1552

## 参考文献⑪

175. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014):全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~付録-1
176. 尾鼻浩一郎, 藤江剛(2017):アウターライズ地震学 —海溝海側太平洋プレートの地殻構造と地震活動—, 地学雑誌, 第126巻2号, pp.113-123
177. Thorne Lay, Charles J. Ammon, Hiroo Kanamori, Marina J. Kim, and Lian Xue(2011): Outer trench-slope faulting and the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Earth Planets Space, 63, pp.713-718
178. 中西正男(2017):北太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形. 地学雑誌, 126, pp.125-146.
179. Jose A. Alvarez-Gomez, Omar Q. Gutierrez Gutierrez, Inigo Aniel-Quiroga, M. Gonzalez(2012):Tsunamigenic potential of outer-rise normal faults at the Middle America trench in Central America, Tectonophysics 574-575, 133-143
180. 地震研究所(1934):昭和8年3月3日三陸地方津浪に関する論文及報告, 東京帝国大学地震研究所彙報, 別冊第1号
181. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014):全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~付録-1
182. 岩淵洋(2013):日本海溝海側斜面における地殻伸張速度及びそこで発生する正断層地震について, 海洋情報部研究報告第50号
183. 阿部勝征(1989):地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69
184. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会
185. 奥田義久(1993):20万分の1海洋地質図「下北半島沖海底地質図」, 地質調査所
186. 玉木賢策(1978):20万分の1海洋地質図「八戸沖海底地質図」, 地質調査所
187. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「室蘭沖」
188. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「日高舟状海盆」
189. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「下北半島沖」
190. 海上保安庁(1973):20万分の1海底地質構造図「八戸沖」
191. 海上保安庁(2001):5万分の1沿岸の海の基本図「鹿部」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
192. 海上保安庁(1981):5万分の1沿岸の海の基本図「恵山岬」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
193. 海上保安庁(1998):5万分の1沿岸の海の基本図「尻屋崎」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
194. 海上保安庁(1982):5万分の1沿岸の海の基本図「むつ小川原」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
195. 海上保安庁(1996):5万分の1沿岸の海の基本図「八戸」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
196. 海上保安庁(1999):5万分の1海底地質構造図「函館湾」(沿岸海域海底活断層調査)
197. 産業技術総合研究所・北海道立総合研究機構地質研究所(2012):沿岸地域における活断層調査 函館平野西縁断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月
198. 産業技術総合研究所・東海大学(2012):沿岸地域における活断層調査 青森湾西岸断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月

## 参考文献⑫

199. 電源開発株式会社(2008):大間原子力発電所発電用原子炉設置許可申請書 平成16年3月(平成17年6月一部補正,平成18年2月一部補正,平成18年10月一部補正,平成19年3月一部補正,平成20年3月一部補正)
200. 日本原燃株式会社(2009):核燃料物質加工事業許可申請書(MOX燃料加工施設)平成17年4月(平成19年2月一部補正,平成19年5月一部補正,平成20年10月一部補正,平成21年4月一部補正,平成21年6月一部補正)
201. 武村雅之(1998):日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—,地震第2輯,第51巻2号
202. Noda, A., Tuzino, T., Joshima, M. and Goto, S.(2013):Mass transport-dominated sedimentation in a foreland basin, the Hidaka Trough, northern Japan. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 14, no. 8, pp.2638–2660.
203. Papadopoulos, G. A. and S. Kortekaas (2003):Characteristics of Landslide Generated Tsunamis from Observational Data, Submarine Mass Movements and Their Consequences, Volume 19 of the series *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, pp.367–374
204. 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599–2012, 東京大学出版会
205. 渡辺偉夫(1998):日本被害津波総覧[第2版], 東京大学出版会
206. 気象庁(1951～2019):地震月報ほか
207. 国立天文台(2021):理科年表, 令和3年, 第94冊, 丸善出版
208. 防災科学技術研究所(2009):「地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」」, 地すべり地形分布図データベース, 防災科学技術研究所研究資料, 第329号, <http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/pdfview/s42-index.html>
209. 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壯・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史
210. 池原研(2005):すべりに伴う物質の移動と変形 第5回 Displacement and deformation of the sliding materials No.5 –海底地すべり Submarine slides–, *J.of the Jpn.Landslide Soc.*, Vol.41,No.5 558–562,pp.112–116
211. M. Canals, G. Lastras, R. Urgeles, J. L. Casamor, J. Mienet, A. Cattaneo, M. De Batist, H. Haflidason, Y. Imbo, J. S.Laberg, J. Locat, D. Long, O. Longva, D. G. Masson, N. Sultan, F. Trincardi, P. Bryn (2004): Slope failure dynamics and impacts from seafloor and shallow sub-seafloor geophysical data: case studies from the COSTA project, *Marine Geology* 213,pp.9–72
212. 山本博文(1991):福井沖大陸斜面の海底地すべり, 地質調査所月報, 第42巻第5号, pp.221–232
213. 小平秀一・富士原敏也・中村武史(2012):2011年東北地方太平洋沖地震:海底地形データから明らかにされた海底変動, 地質学雑誌, 第118巻, 第9号, pp.530–534
214. Kiichiro Kawamura, Tomoyuki Sasaki, Toshiya Kanamatsu, Arito Sakaguchi, and Yujiro Ogawa (2012): Large submarine landslides in the Japan Trench: A new scenario for additional tsunami generation, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 39, L05308, doi:10.1029/2011GL050661
215. B.G.McAdoo,L.F.Pratson,D.L.Orange(2000):Submarine landslide geomorphology, US continental slope, *Marine Geology*,169, 103–136
216. 独立行政法人産業技術総合研究所(2013):日高舟状海盆表層堆積図

## 参考文献⑬

- 217.野田篤・片山肇(2014):20万分の1海洋地質図「日高舟状海盆表層堆積図」の出版,GSJ地質ニュース,Vol.3, No. 2
- 218.野田篤・辻野匠・上嶋正人(2010):日高トラフにおける海底地すべり堆積物,日本地質学会,第117年学術大会, P-57
- 219.K.KAWAMATA, K.TAKAOKA, K.BAN, F.IMAMURA, S.YAMAKI AND E.KOBAYASHI(2005):MODEL OF TSUNAMI GENERATION BY COLLAPSE OF VOLCANIC ERUPTION:THE 1741 OSHIMA-OSHIMA TSUNAMI,Tsunamis:Case Studies and Recent Developments, pp.79-96
- 220.Kenji Satake(2007):Volcanic origin of the 1741 Oshima-Oshima tsunami in the Japan Sea, Earth Planets Space, 59, 381-390
- 221.殿最浩司, 志方建仁, 村上嘉謙(2015):海底地すべりに伴う津波の各種計算モデルの再現性検討,土木学会論文集B3(海洋開発),第71巻 2号, pp 1\_557-1\_562
- 222.田近淳(1995):堆積岩を起源とする地すべり堆積物の内部構造と堆積相,地下資源調査所報告,第67号, pp.59-145
- 223.渡邊奈保子・田賀傑・西下厚志・河原木一・及川光弘・倉持幸志・泉紀明(2007):第1鹿島海山および襟裳海山周辺海域における精密地殻構造探査:DKr1およびERr1測線,海上保安庁,海洋情報部技報, Vol.25, pp.40-50
- 224.海上保安庁(1984):ナローマルチビーム測深機等による第1鹿島海山の調査結果,地震予知連絡会 会報,第32巻, 3-17
- 225.大島章一・荻野卓司・桂忠彦・池田清・内田摩利夫・永野真男・林田政和・宗田賢二・春日茂・谷伸(1985):第1鹿島海山の日本海溝陸側海溝斜面へのもぐり込み現象,海上保安庁,水路部研究報告,第20号, pp.25-46
- 226.藤岡換太郎・平朝彦(1987):海山・島弧の衝突と付加テクトニクスー第一鹿島海山の衝突・付加一,月刊海洋科学, Vol.19, No.7, pp.390-394
- 227.西澤あずさ(2012):平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の概要,海上保安庁,海洋情報部研究報告第49号, pp.1-14
- 228.飯山敏道・中村一明・小林和男(1984):日仏共同研究“海溝(KAIKO)計画”第1期調査の実施と結果,地学雑誌, 93-7, pp.30-42
- 229.佐竹健治(1997):ハワイの津波堆積物ーアメリカ地質学会コルディレラ分科会および巡検に参加してー,地質ニュース518号, pp.21-28
- 230.Eakins, B. W., Robinson J. E., Kanamatsu, T., Naka, J., Smith, J. R., Takahashi, E., Clague, D. A.,(2003): Hawaii 's Volcanoes Revealed, U.S. Geological Survey Geologic Investigations Series I-2809, <http://geopubs.wr.usgs.gov/i-map/i2809>
- 231.羽鳥徳太郎(1976):1975年ハワイ島(Kalapana)津波と日本沿岸での挙動,地震第2輯,第29巻, pp.355-363. Nettles\_2004\_BSSA
- 232.Nettles M. and Göran Ekström(2004):Long-Period Source Characteristics of the 1975 Kalapana, Hawaii, Earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 94, No. 2, pp.422-429
- 233.Day, S. J., P. Watts, S. T. Grilland J. T. Kirby (2005):Mechanical models of the 1975 Kalapana, Hawaii earthquake and tsunami, Marine Geology, 215, pp.59-92
- 234.Ma, K-F., H. Kanamori and K. Satake (1999):Mechanism of the 1975 Kalapana, Hawaii, earthquake inferred from tsunami data, Journal of Geophysical Research, Vol. 104, Issue B6, pp.13153-13167
- 235.横瀬久芳(2007):ハワイ諸島における巨大海底地すべり,日本地質学会,第114年学術大会, S-10
- 236.横瀬久芳(2010):ハワイ諸島の巨大海底地すべり群と津波ー流山の高さ分布におけるフラクタル次元ー,月刊地球,号外No.61, pp.71-79



## 参考文献⑭

---

237. McMurtry G. M. P. Watts, S. T. Grilli and J. T. Kirby (2004) : Giant landslides, mega-tsunamis, and paleo-sea level in the Hawaiian Islands, Marine Geology, Vol. 203, Issues 3-4, pp.219-233
238. Moore, J. G., D. A. Clague, R. T. Holcomb, P. W. Lipman, W. R. Normark, and M. E. Torresan (1989) : Prodigious submarine landslides on the Hawaiian Ridge, J. Geophys. Res., 94(B12), pp.17465-17484, doi:10.1029/JB094iB12p17465
239. Guillou, H., M-O. Garcia, L. Turpin (1997) : Unspiked K-Ar dating of young volcanic rocks from Loihi and Pitcairn hot spot sediments, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.78, pp.239-249
240. 海上保安庁：海域火山データベース，海洋情報部，(<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>)
241. 佐竹健治・加藤幸弘 (2002) : 1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた，月刊海洋，号外No.28, pp.150-160
242. S. Noda, K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological SITES, OECD Data and Seismic Engineering Analysis. Oct.16-18, Istanbul