

柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号炉 ヒアリング資料

資料番号

KK67-地0097-2-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので、公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所における津波評価について

平成 29 年 2 月 20 日

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

目次

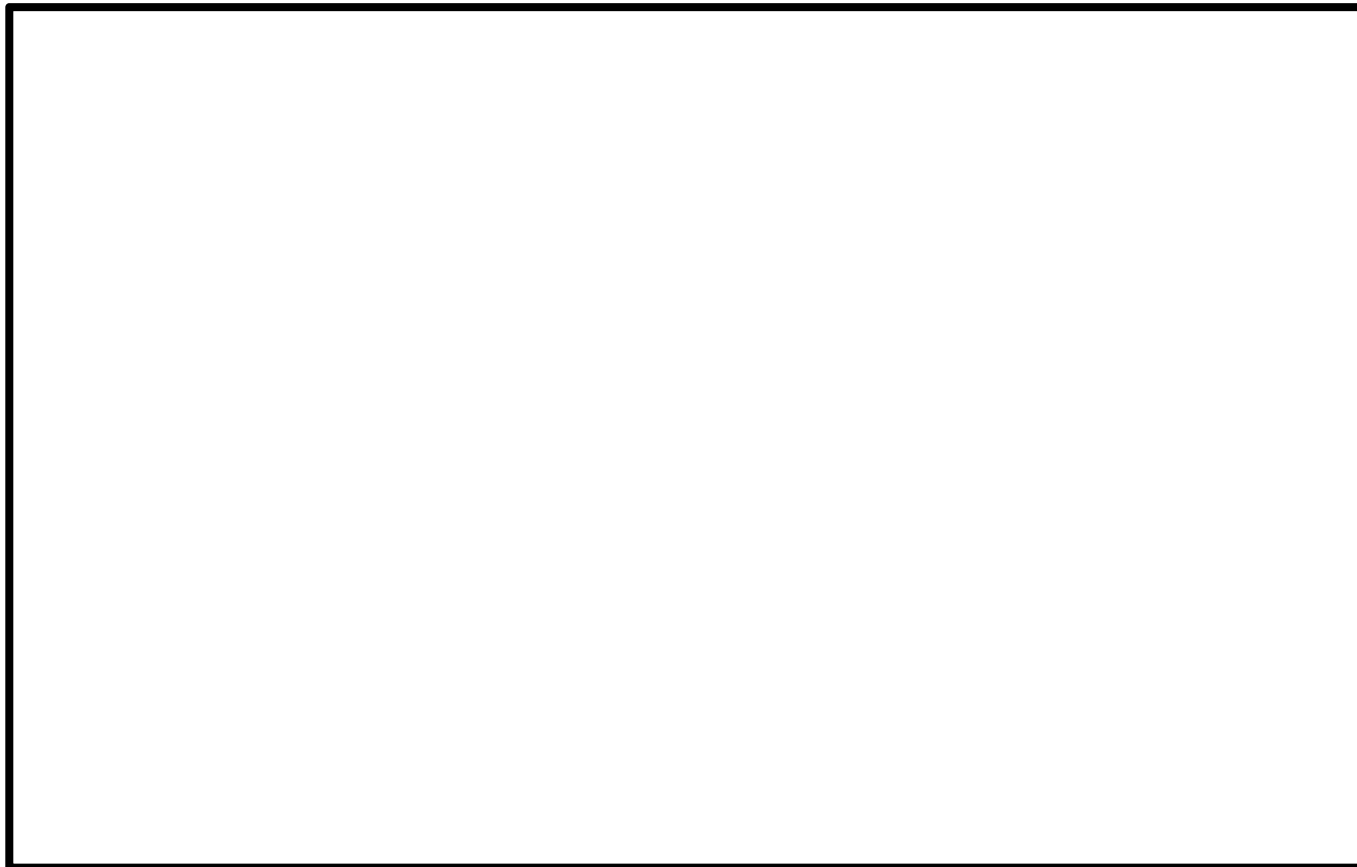
1. 全体概要	.....	2
2. 文献調査	.....	12
3. 地震による津波	.....	19
4. 地震以外の要因による津波	.....	58
5. 地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せ	.....	90
6. 基準津波の評価	.....	98
7. 津波堆積物調査	.....	106
8. 行政機関による津波評価	.....	118
9. 基準津波による安全性評価	.....	125
10. 超過確率の参照	.....	141

1. 全体概要

- 1. 1 柏崎刈羽原子力発電所の概要
- 1. 2 津波水位評価の検討方針
- 1. 3 津波水位評価の検討結果
- 1. 4 行政機関による津波評価
- 1. 5 基準津波による安全性評価
- 1. 6 津波堆積物及び超過確率の参照

1. 1 柏崎刈羽原子力発電所の概要

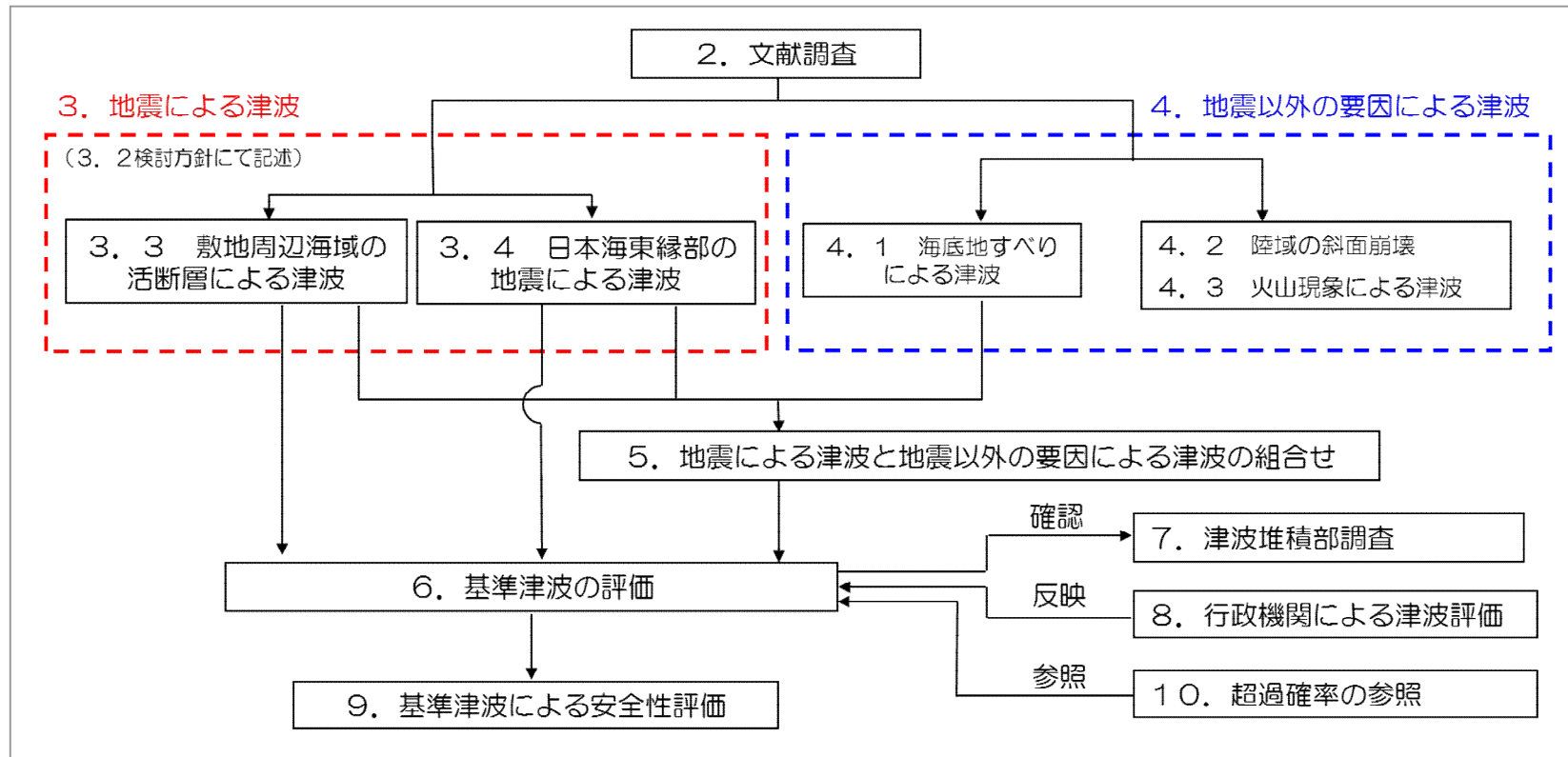
- 「重要な安全機能を有する施設及び常設重大事故等対処設備」を内包する建屋，屋外に設置する同施設・設備は，T.M.S.L.+12mの敷地及びこれよりも高所に配置
 - ✓ 循環水ポンプ，重要な安全機能を有する海水ポンプはタービン建屋地下に設置
- 重大事故等対処設備のうち可搬型設備は，大湊側高台保管場所（T.M.S.L.+35m），荒浜側高台保管場所（T.M.S.L.+37m）に保管
- アクセスルートはT.M.S.L.+12mより高所に設定



※施設位置や構造等，変更となる可能性あり

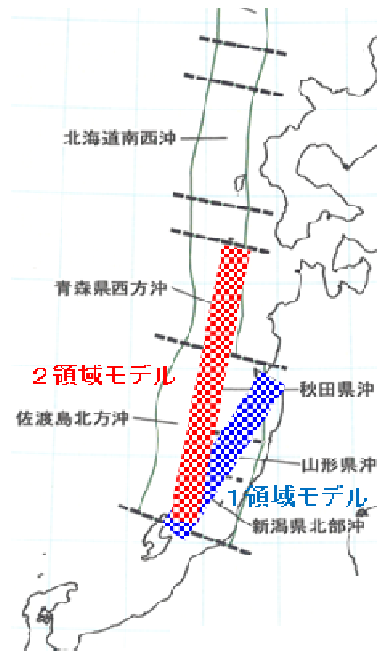
1. 2 津波水位評価の検討方針

- 基準津波は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、波源海域から敷地周辺までの海底地形、地質構造及び地震活動性等の地震科学的見地から想定することが適切なものとして策定する。
- 地震による津波のほか、地すべりによる津波など、地震以外の要因及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施して策定する。
- 新規制基準に従い、供用期間中に施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波を評価した。
- 津波水位評価の検討方針フローを下記に示す。
- なお、審査会合などでの議論を踏まえ、当初申請時から港湾内海底地形等の地形データを更新している。

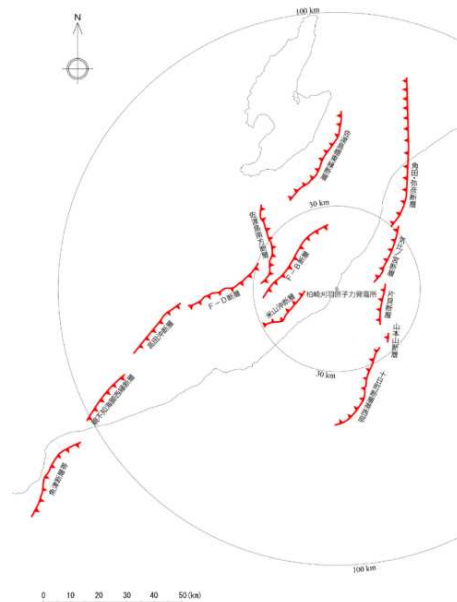


1. 3 津波水位評価の検討結果（地震による津波）

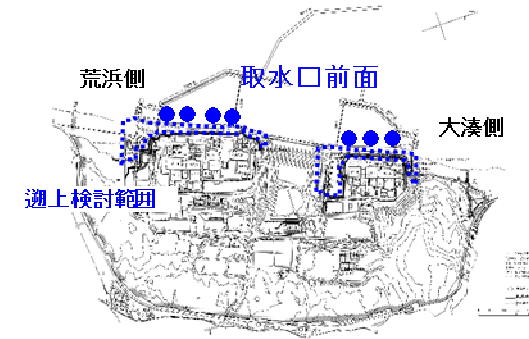
- 地震による津波として、「敷地周辺海域の活断層による津波」および「日本海東縁部の地震による津波」について、津波水位評価を実施した。
- 「敷地周辺海域の活断層による津波」については、敷地周辺海域における活断層調査結果および活断層の連動を考慮し、「日本海東縁部の地震による津波」については、領域の連動を考慮した。
- 取水口前面における最高水位は、「日本海東縁部の地震による津波」のT.M.S.L.+6.5m
- 取水口前面における最低水位は、「日本海東縁部の地震による津波」のT.M.S.L.-5.4m
- 荒浜側防潮堤における最高水位は、「敷地周辺海域の活断層による津波」のT.M.S.L.+6.9m



日本海東縁部の想定波源図



敷地周辺海域の活断層分布図



津波水位評価位置

地震による津波の評価結果

水位	地震	波源のモデル化 (スケールリング 則)	水位 T.M.S.L. (m)									
			取水口前面							荒浜側 防潮堤	遡上域	
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉		荒浜側	大湊側
上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	+5.2	+5.5	+5.7	+5.6	+4.5	+4.5	+4.7	+6.9	+7.1	+7.3
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	+6.5	+6.3	+6.2	+6.1	+6.0	+6.0	+6.0	+6.6	+6.6	+7.4
下降側	海域の活断層 (長岡十日町連動モデル)	強震動予測 レシビ	-4.8	-4.6	-4.5	-4.5	-3.0	-3.5	-3.5	-	(+0.2)	(+1.0)
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	(+5.0)	(+5.1)	(+5.7)

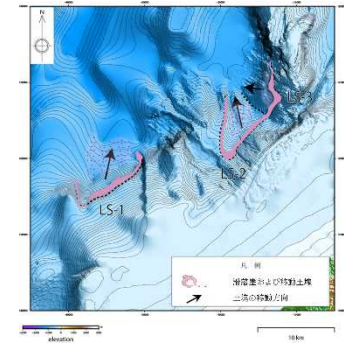
1. 3 津波水位評価の検討結果（地震以外の要因による津波）

■海底地すべりによる津波

- 海底地すべりによる津波においては、敷地周辺海域を対象とし、文献調査および海底地形判読結果から、3箇所（LS-1～LS-3）について詳細評価を実施。
- 詳細評価については、Watts et al.(2005)の予測式に基づく手法と二層流モデル(Maeno and Imamura, 2007)に基づく手法の2通りにて評価し、より保守的な二層流モデルを用いて、右表のような結果を得た。

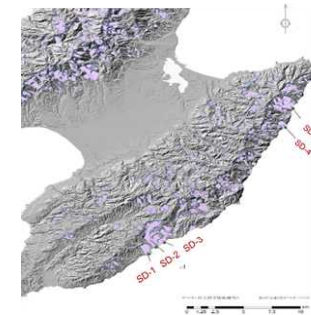
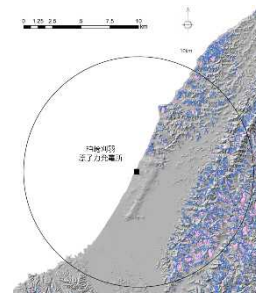
海底地すべりによる津波の評価結果

水位	地すべり	水位 T.M.S.L. (m)									
		取水口前面							荒浜側 防潮堤	遡上域	
		1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉		荒浜側	大湊側
上昇側	LS-2	+4.5	+4.3	+4.1	+4.1	+3.6	+3.6	+3.6	+6.2	+6.3	+5.1
下降側	LS-3	-3.9	-3.6	-3.5	-3.4	-2.8	-2.7	-2.6	(+3.1)	(+5.9)	(+4.8)



■陸域の斜面崩壊による津波

- 敷地周辺陸域の海岸付近で確認される地すべり地形は、規模が小さく、敷地に向いていないことから、斜面崩壊を伴う津波の影響は小さいと判断した。
- 佐渡島においては、敷地から約50km以上離れているものの、南岸には比較的規模の大きな地すべり地形がある。
- 佐渡島の地すべりによる津波については、TITAN-2Dによる土砂崩壊シミュレーション結果を用い、二層流モデルによる津波評価を実施し、海底地すべりによる津波に比べて小さいことを確認した。



二層流モデルによる津波評価結果（SD-5）

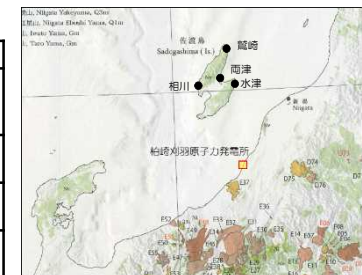
水位	取水口前面水位 T.M.S.L. (m)							遡上域水位	
	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	荒浜側	大湊側
上昇側	1.52	1.33	1.22	1.07	1.05	0.99	0.94	2.19	2.17
下降側	-0.69	-0.63	-0.47	-0.39	-1.00	-0.86	-0.73	-	-

■火山事象による津波

- 敷地周辺に海底火山の存在は認められない。
- 一方、1741年の津波は、渡島大島の火山活動に伴う山体崩壊による津波とされている。（佐竹・加藤，2002）
- この山体崩壊による津波高さが推定されている各地点において、地震による津波高さと比較し、地震による津波高さが上回っていることを確認した。

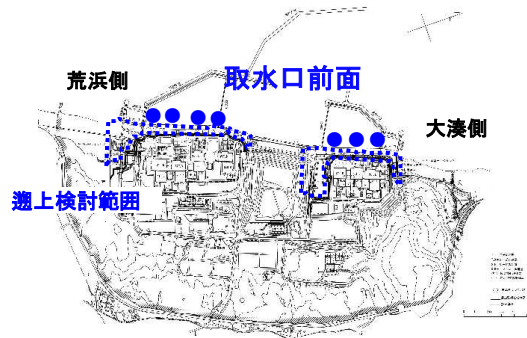
地震による津波高さとの比較

地点名	1741年渡島大島津波の推定高さ (m) (佐竹・加藤, 2002)	地震による津波のパラメータスタディ	
		沿岸における最大津波高さ (m)	波源
鷲崎	5	17.5	日本海東縁部（1領域モデル）
両津	8	18.1	日本海東縁部（1領域モデル）
水津	2	19.5	日本海東縁部（1領域モデル）
相川	4	8.9	日本海東縁部（2領域モデル）



1. 3 津波水位評価の検討結果（まとめ）

- 地震による津波のほか、地すべりによる津波など、地震以外の要因及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮して評価した結果、各号炉の取水口前面および荒浜側防潮堤、遡上域の水位は下表のとおり。
- 取水口前面における最高水位は、「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）と海底地すべり（LS-2）の組合せによるT.M.S.L.+6.8m
- 取水口前面における最低水位は、「地震による津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）のT.M.S.L.-5.4m
- 荒浜側防潮堤の最高水位は、「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、海域の活断層（5断層連動モデル）と海底地すべり（LS-2）の組合せによるT.M.S.L.+7.6m



津波水位評価位置



基準津波の想定波源図

地震による津波

水位	地震	波源のモデル化 (スケールリング 則)	水位 T.M.S.L. (m)										
			取水口前面							荒浜側		遡上域	
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側	大湊側	
上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	+5.2	+5.5	+5.7	+5.6	+4.5	+4.5	+4.7	+6.9	+7.1	+7.3	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	+6.5	+6.3	+6.2	+6.1	+6.0	+6.0	+6.0	+6.6	+6.6	+7.4	
下降側	海域の活断層 (長岡十日町連動モデル)	強震動予測 レシビ	-4.8	-4.6	-4.5	-4.5	-3.0	-3.5	-3.5	-	(+0.2)	(+1.0)	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	(+5.0)	(+5.1)	(+5.7)	

海底地すべりによる津波

水位	地すべり	水位 T.M.S.L. (m)										
		取水口前面							荒浜側		遡上域	
		1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側	大湊側	
上昇側	LS-2	+4.5	+4.3	+4.1	+4.1	+3.6	+3.6	+3.6	+6.2	+6.3	+5.1	
下降側	LS-3	-3.9	-3.6	-3.5	-3.4	-2.8	-2.7	-2.6	(+3.1)	(+5.9)	(+4.8)	

地震と地すべりの組み合わせによる津波

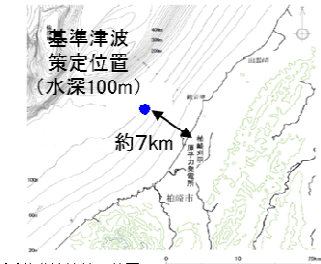
水位	地震	波源のモデル化 (スケールリング 則)	地すべり	水位 T.M.S.L. (m)										
				取水口前面							荒浜側		遡上域	
				1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側	大湊側	
上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	LS-2	+5.1	+5.3	+5.5	+5.4	+4.5	+4.5	+4.6	+7.6	+7.6	+7.5	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	LS-2	+6.8	+6.7	+6.5	+6.4	+6.2	+6.2	+6.1	+7.1	+7.4	+6.9	
下降側	海域の活断層 (長岡十日町連動モデル)	強震動予測 レシビ	LS-3	-4.9	-4.7	-4.6	-4.6	-3.0	-3.5	-3.5	-	(+3.1)	(+3.0)	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	LS-3	-5.2	-5.2	-5.2	-5.2	-3.0	-3.5	-3.5	(+6.7)	(+7.4)	(+6.4)	

1. 3 津波水位評価の検討結果 (基準津波の選定)

- これまでの検討を踏まえ、取水口前面における最高・最低水位となるケース、荒浜側防潮堤における最高水位となるケースを基準津波として下記のとおり選定した。
- なお、基準津波策定位置は、施設や沿岸からの反射波の影響、大陸棚の斜面の影響が微小となる、水深100 m (敷地の沖合約7 km) を選定した。

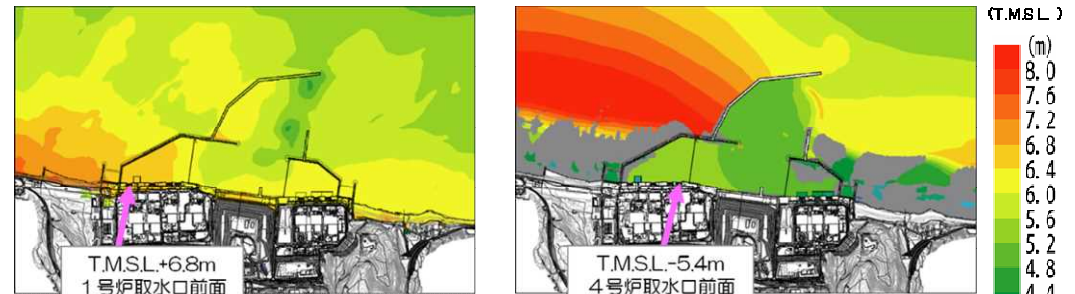
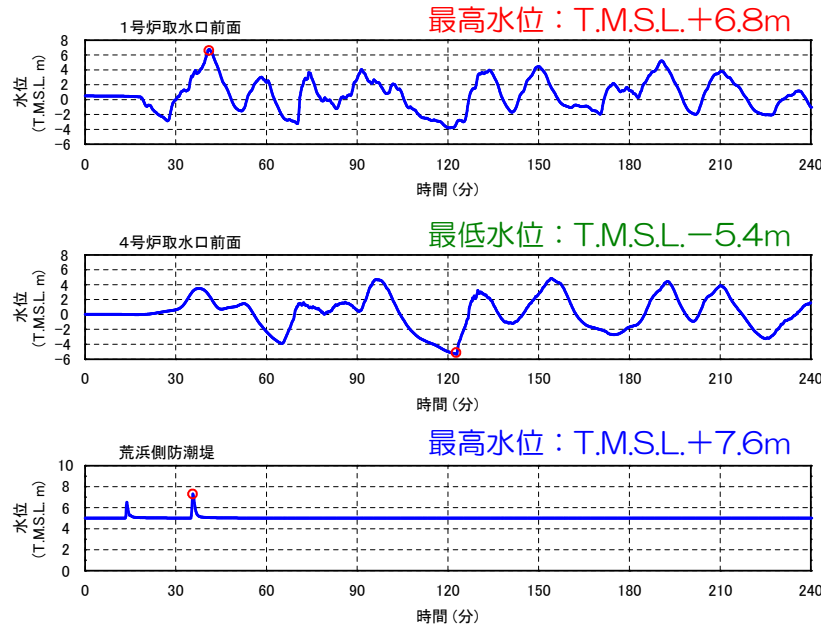
単位：T.M.S.L. (m)

基準津波	水位	地震	波源のモデル化 (スケーリング則)	組合せ	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	荒浜側 防潮堤内 敷地※	基準津波 策定位置
基準津波1	取水口前面 上昇側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位 +地すべり	+6.8	+6.7	+6.5	+6.4	+6.2	+6.2	+6.1	+6.7	+3.5
基準津波2	取水口前面 下降側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	-	-4.0
基準津波3	荒浜側防潮堤	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	地震+潮位 +地すべり	+7.6						-	+2.7	

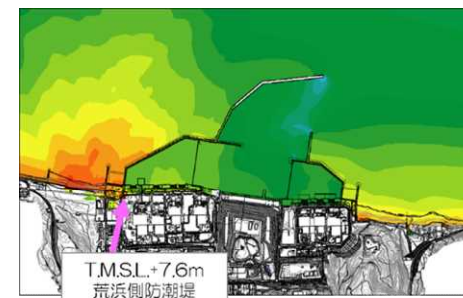


※基準津波策定位置：
施設や沿岸からの反射波の影響、大陸棚の斜面の影響が微小となる、水深100m (敷地の沖合約7km) を選定

※ 荒浜側防潮堤の損傷を考慮した場合の水位 (詳細は補足説明資料12.)



水位分布図 (左：取水口前面上昇側，右：取水口前面下降側)



水位分布図 (荒浜側防潮堤)

時刻歴波形 (上：取水口前面上昇側，中：取水口前面下降側，下：荒浜側防潮堤)

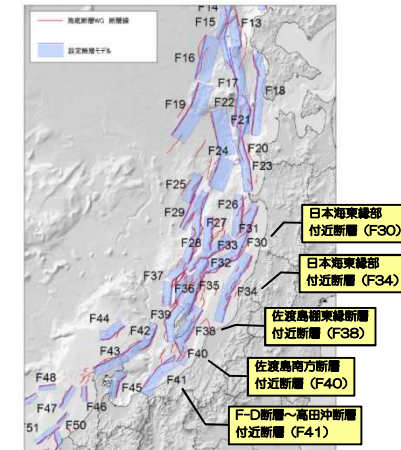
1. 4 行政機関による津波評価

■国の検討会によるモデル

- 国交省ほか（2014）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結果が示された。
- 国交省ほか（2014）のモデルの中から、柏崎刈羽原子力発電所への影響が大きい津波断層モデルを抽出して、当社の評価水位と比較し、当社評価が上回ることを確認した。

国の検討会モデルとの比較

	取水口前面の水位	最高水位 (T. M. S. L. [m])	最低水位 (T. M. S. L. [m])
国交省ほか	F 3 8	+ 3 . 1	- 2 . 3
	F 4 0	+ 2 . 8	- 1 . 9
	F 4 1	+ 3 . 8	- 2 . 7
	F 3 0	+ 2 . 2	- 1 . 9
	F 3 4	+ 3 . 2	- 2 . 3
当社評価	+ 6 . 8	- 5 . 4	



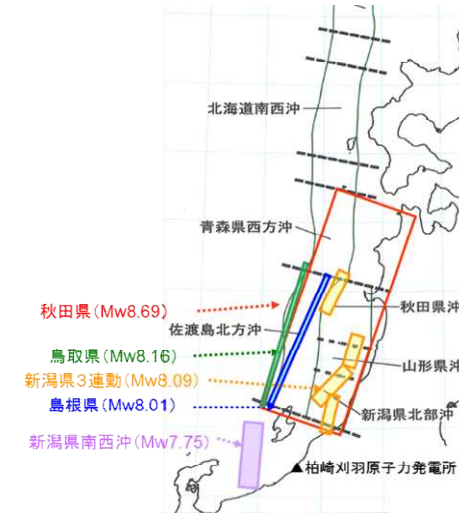
国の検討会によるモデル

■地方自治体によるモデル

- 日本海東縁部の地震に関する行政機関の津波想定のうち、日本海東縁部に規模の大きい波源（Mw8以上）を想定している、秋田県のモデル、新潟県のモデル、鳥取県のモデル、島根県のモデルについて評価を実施し、当社評価が上回ることを確認した。

自治体モデルとの比較

	取水口前面の水位	最高水位 (T. M. S. L. [m])	最低水位 (T. M. S. L. [m])
秋田県		+ 4 . 0	- 4 . 0
新潟県	3連動地震	+ 3 . 2	- 3 . 4
	新潟県 南西沖地震	+ 4 . 1	- 2 . 4
鳥取県		+ 3 . 3	- 2 . 7
島根県		+ 2 . 4	- 2 . 2
当社評価		+ 6 . 8	- 5 . 4

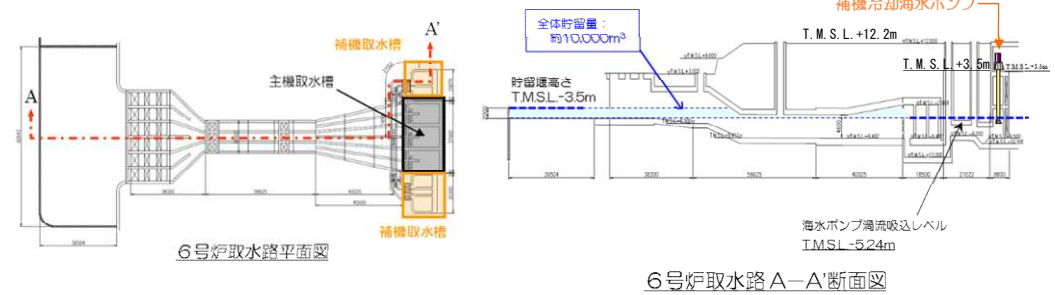


自治体が日本海東縁部に想定した波源の概要
地震調査研究推進本部（2003）に加盟

1. 5 基準津波による安全性評価

■ 取水路の水理特性による水位変動

- 6号炉，7号炉について，基準津波による取水路内の各ポンプ位置（補機取水槽）における水位を検討した結果，最高水位はいずれもT.M.S.L.+7m程度であった。
- 取水路の水位変動に対して，取水路点検用立坑の天端高はT.M.S.L.+12.2mであり，また補機取水槽の開口部（T.M.S.L.+3.5m）には浸水防止設備（閉止板）を設置しており，敷地及び建屋への津波の流入がないことを確認した。



取水路内の各ポンプ位置での水位

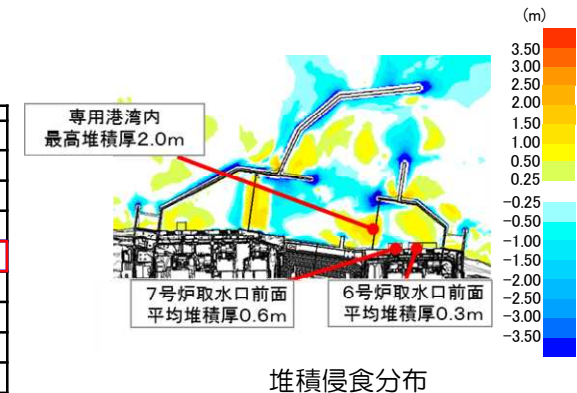
		水 位 T. M. S. L. (m)					
		取水口前面	補機海水ポンプ A系RSW	補機海水ポンプ B系北RSW	補機海水ポンプ B系TSW	補機海水ポンプ B系南RSW	補機海水ポンプ C系TSW
6号炉	日本海東縁部 (2領域モデル) +LS-2	+6.12	+6.27	+6.37	+6.35	+6.36	+6.36
7号炉	日本海東縁部 (2領域モデル) +LS-2	+6.09	+6.91	+6.24	+6.16	+6.17	+7.12

■ 津波による海底地形変化の検討結果

- 基準津波を評価対象として，砂移動の数値シミュレーションを実施した結果，取水口前面における最高堆積厚さは，3号炉取水口前面の約1.2m（取水路横断方向の平均値）。
- 6，7号炉取水口前面の最高堆積厚さは約0.6mであり，取水路の高さ（5m程度）に対して十分小さく，取水への影響はないことを確認した。

数値シミュレーション結果

水位	波源	手法	取水口前面堆積厚さ (m)						
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉
上昇側	海域の活断層 (5断層運動モデル)	藤井ほか (1998)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		高橋ほか (1999)	0.1	0.3	0.6	0.6	0.1	0.1	0.2
	日本海東縁部 (2領域モデル) +LS-2	藤井ほか (1998)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		高橋ほか (1999)	0.5	0.9	1.2	1.1	0.4	0.3	0.6
下降側	海域の活断層 (長岡十日程運動モデル) +LS-3	藤井ほか (1998)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		高橋ほか (1999)	0.2	0.4	0.5	0.4	0.1	0.1	0.2
	日本海東縁部 (2領域モデル)	藤井ほか (1998)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
		高橋ほか (1999)	0.2	0.7	1.0	0.8	0.2	0.2	0.4



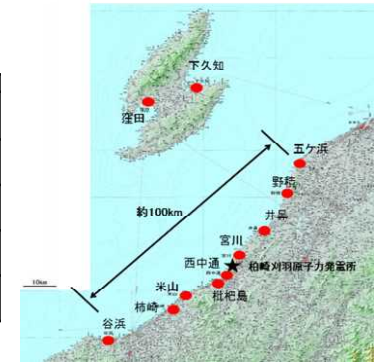
1. 6 津波堆積物及び超過確率の参照

■津波堆積物調査

- 発電所周辺の本州側沿岸地域および佐渡島沿岸地域において津波堆積物調査を実施し、数値シミュレーションとの比較を実施した。
- 数値シミュレーションにより評価した津波高さが、津波起因の可能性のあるイベント堆積物の分布標高及び歴史津波を十分に上回っていることを確認した。

数値シミュレーション結果との比較

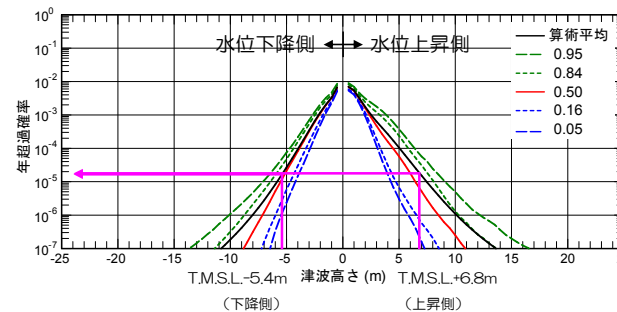
地区	津波高さの記録がある 既往最大の歴史津波 (m)	堆積物の 分布標高 (m)	数値シミュレーション結果	
			地震による津波 の最大津波高さ (m)	波源
佐渡市	約4~5 (両津) (1833年天保山形沖)	1.0 4.0	19.8	日本海東縁部 (1領域モデル)
	約0.7~1.1 (河原田) (1993年北海道南西沖)	2.5	5.8	日本海東縁部 (2領域モデル)
井ノ島	約2~3 (出雲崎) (1833年天保山形沖)	3.5	7.9	日本海東縁部 (2領域モデル)
西中通	約1.5 (柏崎)	0.5	6.5	海域の活断層 (5断層運動モデル)
	約1.5 (柏崎) (1964年新潟地震)	3.0		



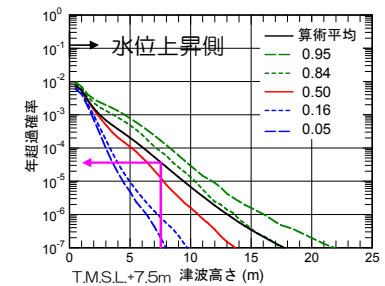
津波堆積物調査地点

■超過確率の参照

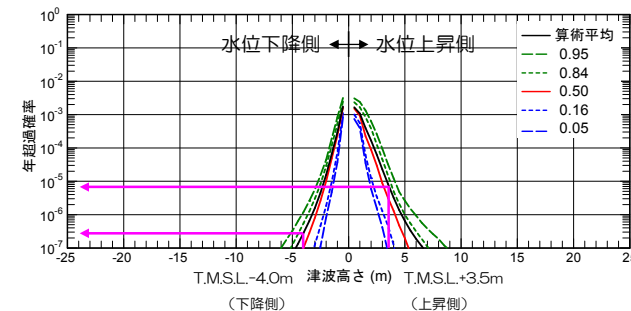
- 確率論的津波ハザードの検討にあたっては、地震による津波を検討対象とし、解析手順は日本原子力学会(2012)、土木学会(2011)に基づき実施した。
- 連動の不確かさを考慮するとともに、農林水産省ほか(1996)の想定D断層を検討対象に加えた。
- 基準津波策定位置において、最高水位の年超過確率は $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度、最低水位の年超過確率は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 程度である。
- 取水口前面において、最高水位・最低水位の年超過確率はいずれも $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度である。
- 大湊側遡上域において、最高水位の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度である。



フラクタルハザード曲線(1号炉取水口前面)



フラクタルハザード曲線(大湊側遡上域)

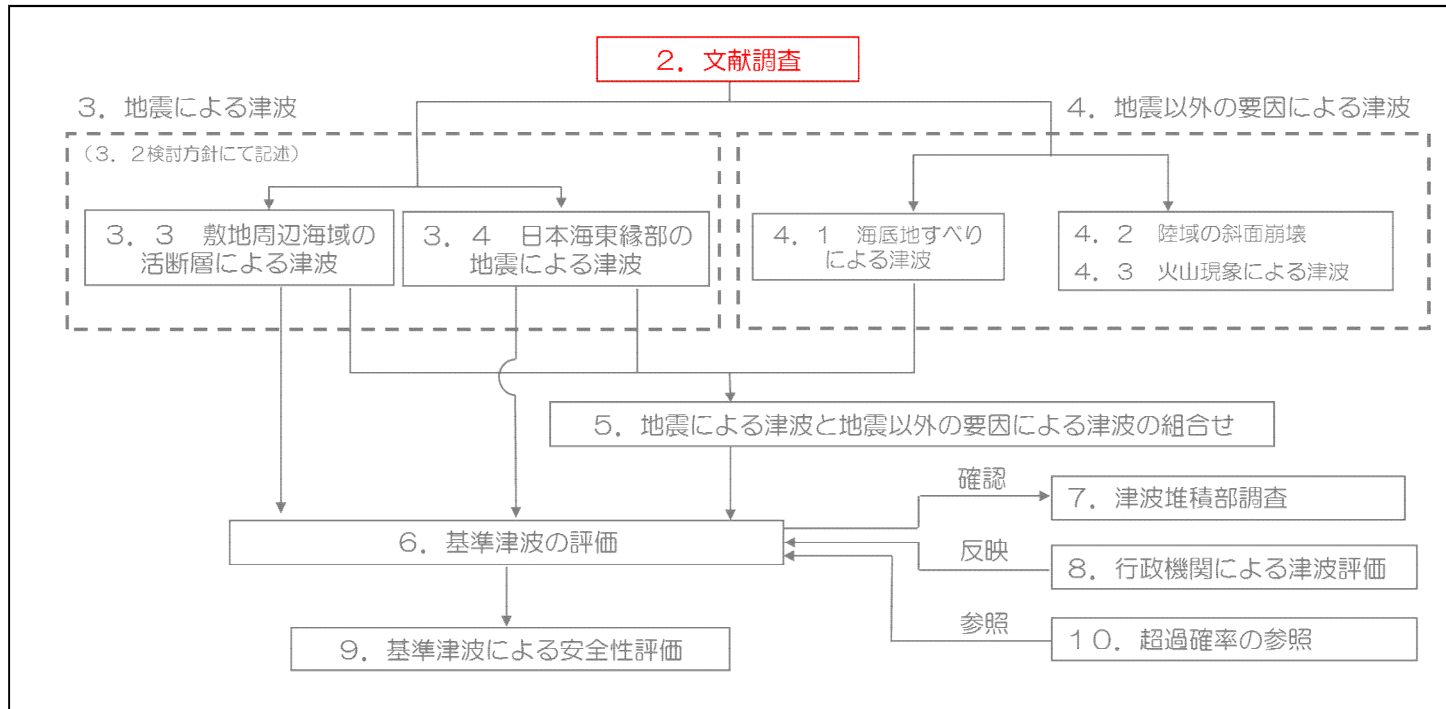


フラクタルハザード曲線(基準津波策定位置)

2. 文献調査

2. 1 敷地周辺における既往津波

2. 2 潮位条件



2. 1 敷地周辺における既往津波

- 敷地周辺における既往津波の被害状況及び日本海東縁部における津波の発生状況について、文献の調査を行った。

日本海沿岸に影響を及ぼした主な津波の一覧表

発成年月日 元号	震央位置 ^{注1)} (緯度・経度)	地震 規模 M ^{注1)}	津波 規模 m ^{注2)}	地震・津波の概要 ^{注3)}	発成年月日 元号	震央位置 ^{注1)} (緯度・経度)	地震 規模 M ^{注1)}	津波 規模 m ^{注2)}	地震・津波の概要 ^{注3)}
701. 5. 12 大宝1	若狭湾	—	—, — [2]	丹波 地震うこと3日。若狭湾内の丹海郷が海に没したという「冠島伝説」があるが疑わしい。	1833. 12. 7 天保4	山形県沖 38. 9° N 139. 25° E	7 $\frac{1}{2}$ ± $\frac{1}{4}$	2, — [2. 5]	羽前・羽後・越後・佐渡 地震被害は山形庄内地方で最も多い。湯野浜～鼠ヶ間間で最も激しい津波、局地的に7～8mに達した。波源から遠い輪島中部に津波襲上。
850. 11. 27 嘉祥3	山形県沿岸 39. 0° N 139. 7° E	≒7. 0	2, — [2]	出羽 地裂け、山崩れ、国府の城柵は傾倒し、山裂け圧死者多数。最上川の岸崩る。海水は国府から6里(3km)のところまで追った。	1940. 8. 2 昭和15	北海道西方沖 44. 22° N 139. 49° E	7. 5	2, 2 [2]	神威岬沖 震害ほとんどなく、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。
863. 7. 10 貞観5	新潟県沖	—	—, — [2?]	越中・越後 山崩れ谷埋まり、水湧き、民家破壊し、圧死者多数。直江津付近にあった数箇の小島、この地震のために潰滅したという。	1964. 6. 16 昭和39	新潟県沖 38° 22' N 139° 13' E	7. 5	2, 2 [2]	新潟県沖 [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。
887. 8. 2 仁和3	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。	1983. 5. 26 昭和58	秋田・青森県沖 40° 21. 6' N 139° 04. 7' E	7. 7	2. 5, 3 [3]	秋田県沖 [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。
1092. 9. 13 寛治6	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。	1993. 7. 12 平成5	北海道南西沖 42° 46. 9' N 139° 10. 8' E	7. 8	—, 3 [3]	北海道南西沖 [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なり、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を超えたところがある。
1741. 8. 28 寛保1	北海道南西沖 41. 6° N 139. 4° E	6. 9	3, — [3. 5]	渡島西岸・津軽・佐渡 渡島大島この月の下旬より活動、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。					
1792. 6. 13 寛政4	北海道西方沖 43 $\frac{3}{4}$ ° N 140. 0° E	≒7. 1	2, — [1]	後志 小樽から積丹岬辺で有感、津波あり。忍路で港頭の岸壁崩れ、海岸に引き揚げていた夷船漂流。出漁中の夷人5人溺死。美国でも溺死若干。					

注1) 震央位置(緯度,経度)及び地震規模Mは、宇佐美ほか(2013)を参照している

注2) 津波規模mは、宇佐美ほか(2013)によるが、下線付き数字は羽島による値(宇佐美ほか(2013)より)であり、[]内の値は羽島(1984)及び羽島(1996)による値を参照している

注3) 地震・津波の概要は、宇佐美ほか(2013)、渡辺(1998)、国立天文台編(2014)を参照している

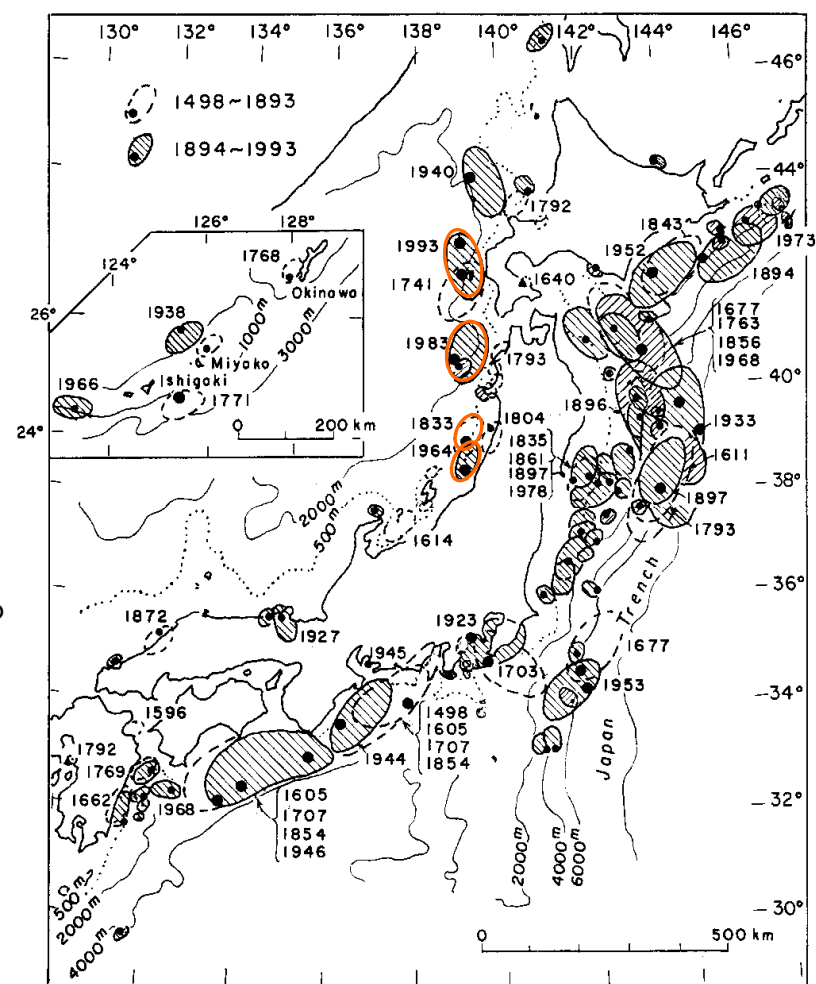
2. 1 敷地周辺における既往津波

■ 敷地周辺において痕跡高が記録されている津波

- 敷地周辺において痕跡高が記録されている津波は、いずれも日本海東縁部を波源としている。

- 1833年の津波 (Mw7.82)
- 1964年新潟地震津波 (Mw7.35)
- 1983年日本海中部地震津波 (Mw7.74)
- 1993年北海道南西沖地震津波 (Mw7.84)

注：Mwは土木学会（2002）による



○ 敷地周辺において痕跡高が記録されている津波

羽鳥（1994）に加筆

津波の波源域

2. 1 敷地周辺における既往津波

- 敷地周辺における既往津波の痕跡高・観測値を整理した。
- 柏崎周辺の沿岸で観測された津波は最大で3m程度である。
- 敷地周辺において、海底地すべり、陸上の斜面崩壊及び火山活動に伴う津波の記録は知られていない。

■ 地震による津波

- 1833年の津波
 - ・ 出雲崎 2～3m
(羽鳥(1990)より)
- 1964年新潟地震津波
 - ・ 出雲崎 約1.3m
 - ・ 柏崎 約1.5m
 - ・ 直江津 約1.1m
(相田ほか(1964), 土木学会(1966)より)
- 1993年北海道南西沖地震津波
 - ・ 寺泊 約1.7m
 - ・ 大湊 約1.5m
 - ・ 敷地前面 約0.9m
 - ・ 米山海岸 約1.9m
(阿部ほか(1994)より)
- 1983年日本海中部地震津波
 - ・ 寺泊 約0.5m
 - ・ 出雲崎 約0.6m
 - ・ 敷地前面 約0.6m
(首藤(1984), 気象庁(1984)より)

■ 発電所における記録

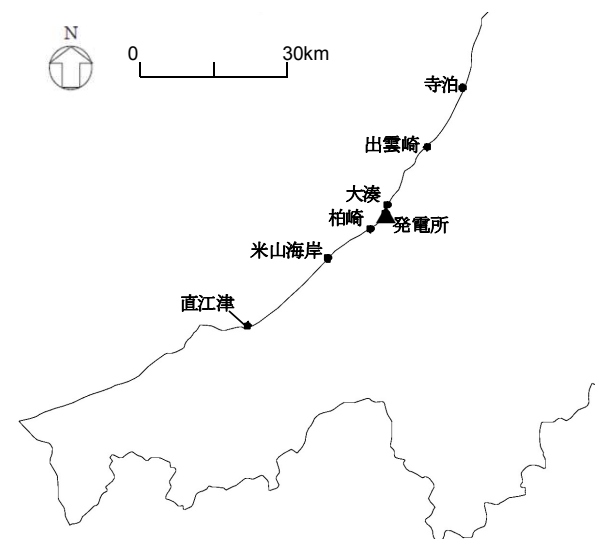
- 1983年日本海中部地震津波：敷地前面 約0.6m
- 1993年北海道南西沖地震津波：敷地前面 約0.9m
- 2007年新潟県中越沖地震津波：
港外海象計 上昇量0.27m, 下降量0.44m

■ 海底地すべり及び陸上の斜面崩壊に伴う津波

- 敷地周辺における記録は知られていない

■ 火山活動に伴う津波

- 敷地周辺における記録は知られていない
- 佐渡島では2～8mの津波高さが推定されている
(1741年渡島大島津波, 佐竹・加藤(2002)より)



2. 文献調査

2. 1 敷地周辺における既往津波

2. 2 潮位条件

2. 2 潮位条件

■ 発電所近傍における潮位観測結果

- 発電所近傍における潮位の観測は、発電所の南西約1.1kmの観測地点「柏崎」（国土交通省国土地理院柏崎験潮場）で実施されている。
- 観測地点「柏崎」における過去60年（昭和30年～平成26年）の年最高潮位を表に示す。
- 最高潮位は2004年のT.M.S.L. + 1.05mである。

※ T.M.S.L.：東京湾平均海面（旧称T.P.）

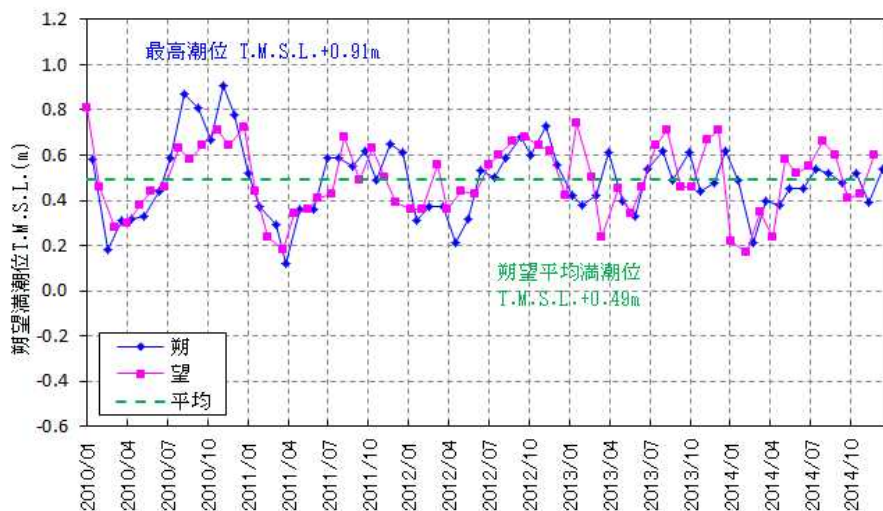
観測地点「柏崎」における年最高潮位

年	年最高潮位			潮位 T.M.S.L.(m)
	月	日	時	
1955	7	22	16	0.62
1956	12	5	17	0.93
1957	12	18	23	0.72
1958	8	21	6	0.65
1959	9	18	13	0.82
1960	1	5	20	0.69
1961	8	7	1	0.83
1962	8	4	7	0.79
1963	11	9	5	0.86
1964	11	23	19	0.78
1965	12	12	20	0.81
1966	12	1	1	0.73
1967	8	29	5	0.71
1968	1	14	17	0.71
1969	12	3	10	0.74
1970	12	4	6	0.84
1971	9	27	4	0.73
1972	12	2	0	0.96
1973	11	17	8	0.72
1974	11	18	20	0.78
1975	8	23	15	0.75
1976	10	29	21	0.97
1977	12	26	1	0.66
1978	8	3	13	0.69
1979	3	31	5	0.74
1980	10	26	17	0.88
1981	8	23	7	0.92
1982	10	25	3	0.70
1983	11	18	17	0.76
1984	8	23	2	0.81
1985	11	13	16	0.73
1986	8	30	6	0.71
1987	1	1	2	0.81
1988	7	1	14	0.54
1989	11	30	2	0.69
1990	12	27	14	0.75
1991	2	17	3	0.65
1992	12	14	1	0.74
1993	2	23	16	0.67
1994	9	20	15	0.72
1995	12	24	19	0.77
1996	6	19	14	0.76
1997	1	3	21	0.74
1998	11	17	16	0.83
1999	10	28	3	0.81
2000	2	9	4	0.97
2001	1	2	19	0.73
2002	10	28	5	0.76
2003	9	13	18	0.74
2004	8	20	5	1.05
2005	12	5	3	0.73
2006	11	7	17	0.78
2007	1	7	18	0.85
2008	2	24	5	0.73
2009	12	21	5	0.75
2010	11	10	3	0.91
2011	1	1	0	0.69
2012	4	4	5	0.73
2013	1	26	17	0.74
2014	12	17	23	1.04

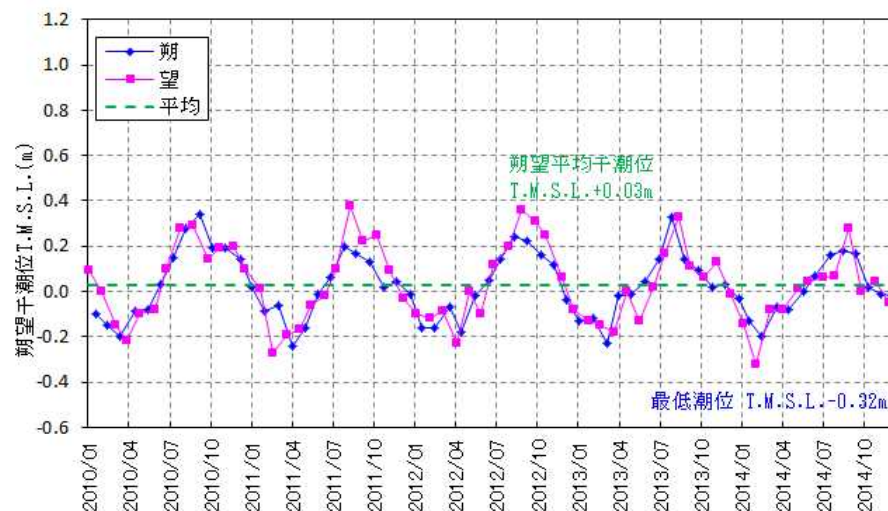
2. 2 潮位条件

■ 朔望満潮位・朔望干潮位の整理（平成22年1月～平成26年12月）

- 潮位条件は、国土交通省国土地理院の「柏崎験潮場」におけるデータを整理した。
- 津波水位評価では、朔望平均満潮位、平均潮位、朔望平均干潮位を適用した。



各月の朔望満潮位の推移



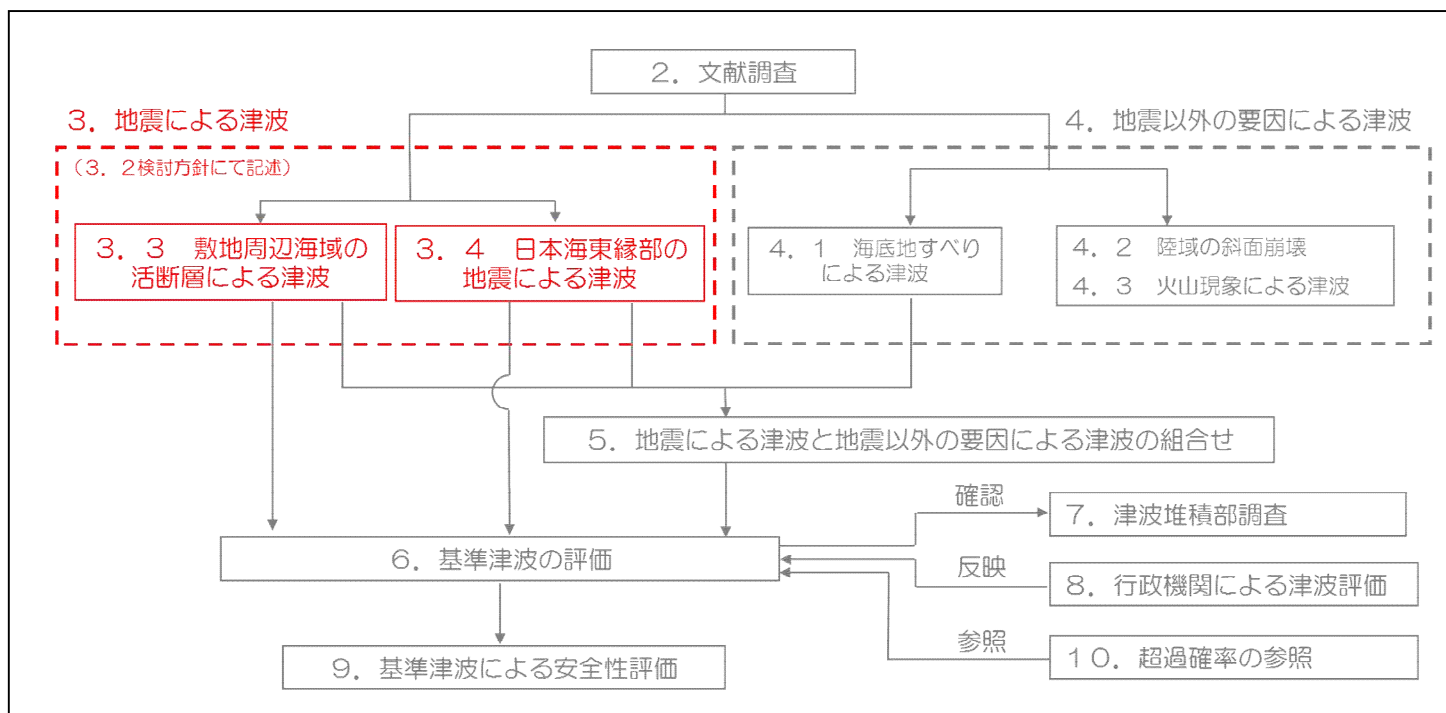
各月の朔望干潮位の推移

● 最高潮位	T.M.S.L.+0.91m
● 朔望平均満潮位	T.M.S.L.+0.49m
● 平均潮位	T.M.S.L.+0.26m
● 朔望平均干潮位	T.M.S.L.+0.03m
● 最低潮位	T.M.S.L.-0.32m

なお、津波の影響が含まれた水位としては、昭和39年新潟地震津波のT.M.S.L.+1.80mの記録がある。（土木学会、1966）

3. 地震による津波

- 3. 1 数値シミュレーション手法
- 3. 2 地震による津波の検討方針
- 3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波
- 3. 4 日本海東縁部の地震による津波
- 3. 5 潮位条件の重ね合わせ



3. 1 数値シミュレーション手法

■ 基礎方程式及び計算条件

- 基礎方程式は、非線形長波理論（浅水理論）を用いた。
- 各計算項目における計算条件は、表のとおりとした。

■ 基礎方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - K_h \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - K_h \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

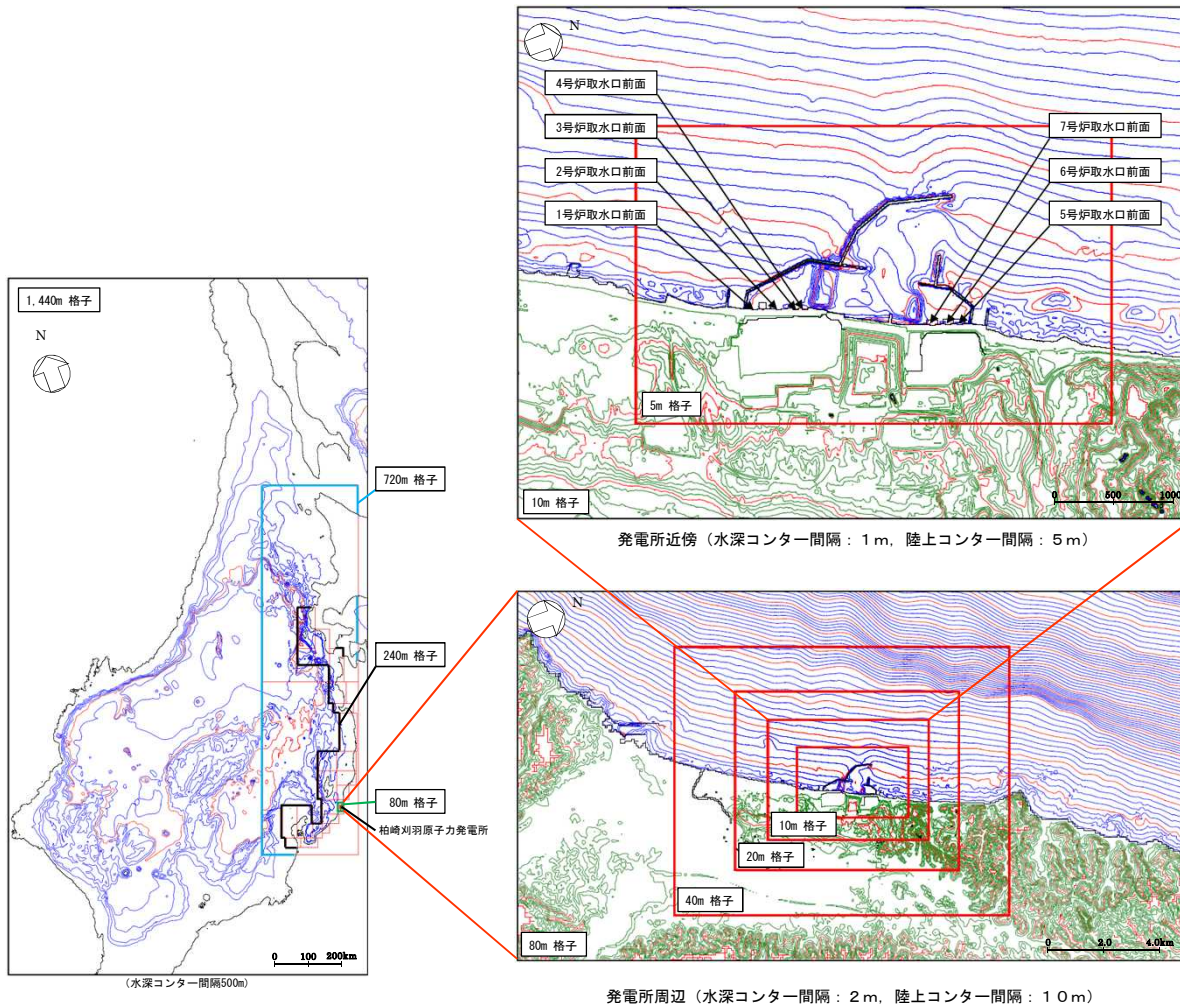
t : 時間
 η : 静水面から鉛直上方にとった水位変動量
 M : x 方向の線流量
 N : y 方向の線流量
 h : 静水深 D : 全水深 ($D = h + \eta$) g : 重力加速度
 K_h : 水平渦動粘性係数
 γ_b^2 : 摩擦係数 ($=gn^2/D^{1/3}$) , n : マニングの粗度係数
 x, y : 平面座標

■ 計算条件

項目	計算条件
計算時間間隔	C. F. L. 条件を満たすように0.1秒に設定
潮位条件	T. M. S. L. +0.26 m (平均潮位)
基礎方程式及び数値計算スキーム	非線形長波理論（浅水理論）に基づく後藤・小川(1982)の方法
沖側境界条件	後藤・小川(1982)の自由透過の条件
陸側境界条件	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地周辺：（計算格子間隔80m～5m）の領域は小谷ほか(1998)の陸上遡上境界条件 ・それ以外は完全反射条件
越流境界条件	越流を本間公式(1940)や相田公式(1977)で考慮
海底摩擦係数	マニングの粗度係数 ($n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$)
水平渦動粘性係数	考慮していない ($Kh = 0$)
初期条件	Mansinha and Smylie(1971)の方法により海底面の鉛直変位分布を求めて初期水位として与える
計算時間	4時間

3. 1 数値シミュレーション手法

- 地形データについては、日本水路協会や国土地理院等の最新の地形データ及び発電所近傍や港湾内の最新の深浅測量等の測量結果を数値シミュレーションモデルに反映した。



項目	データ
広域 海底地形	<ul style="list-style-type: none"> ➢ JTOP030v2 (2011. 8) : 日本水路協会 ➢ GEBCO_08 (2009. 11) : IOC, IHO ➢ M7000シリーズ (2008~2011) : 日本水路協会
陸域, 発電所近傍, 港湾内	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 基盤地図5mメッシュ (2013. 7) : 国土地理院 ➢ 深浅測量 (2014. 4) ➢ 防波堤標高測量 (2013. 10) ➢ 貯留堰の追加

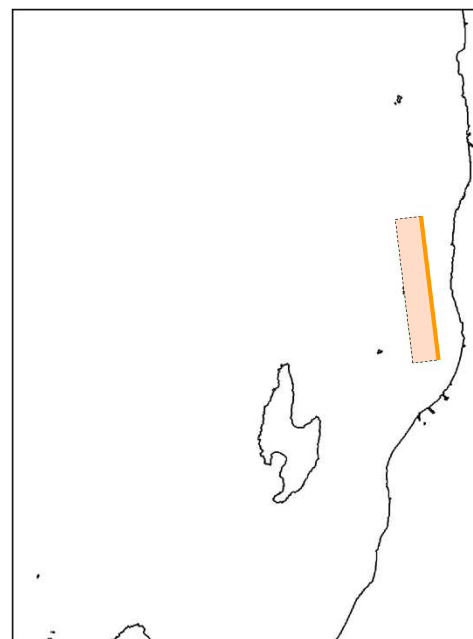
3. 1 数値シミュレーション手法

■ 既往津波の再現性の確認

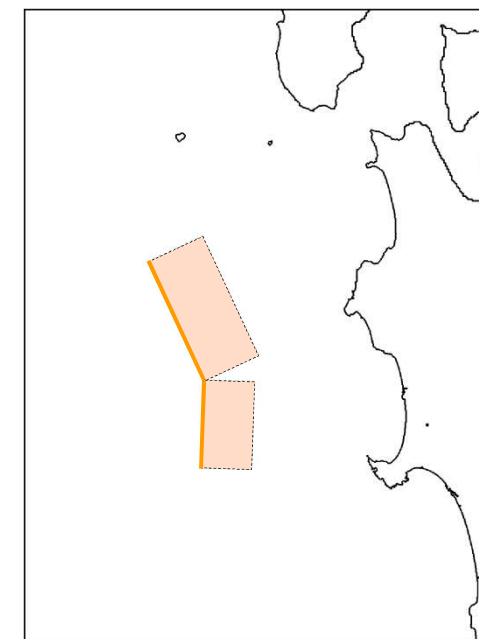
既往津波に対する数値シミュレーションを行い、再現性を確認することにより、数値シミュレーション手法の妥当性を確認する。

- 既往津波の対象は、文献調査結果を踏まえ、震源が発電所敷地に近く、痕跡高が比較的多く揃っている、以下の2地震を選定した。
 - 1964年新潟地震
 - 1983年日本海中部地震

- 既往津波の断層モデルは、1964年新潟地震津波では当社作成のモデルを、1983年日本海中部地震津波では相田（1984）の「Model-10」を用いた。



1964年新潟地震津波



1983年日本海中部地震津波

既往地震の断層モデル

	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	上縁深さ d (km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	備考
1964年 新潟地震	7.43	65	20	3.85	0.0	194	56	90	東電 オリジナル モデル
1983年 日本海 中部地震	7.74	40	30	7.60	2.0	22	40	90	相田 (1984) Model-10
		60	30	3.05	3.0	355	25	80	

3. 1 数値シミュレーション手法

- 再現性の評価の指標として、痕跡高と数値シミュレーションにより計算された津波高との比から求める幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ を用いた。
- 再現性の目安としては、土木学会（2002）より、次のとおり示されている。 $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

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

$$K_i = \frac{R_i}{H_i}$$

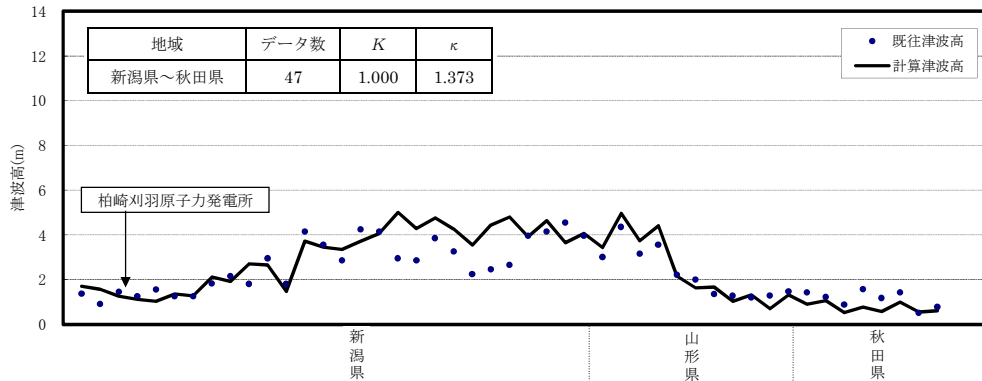
ここに、

R_i : i 番目の地点の観測値（痕跡高）

H_i : i 番目の地点の数値シミュレーションによる津波高

n : データ数

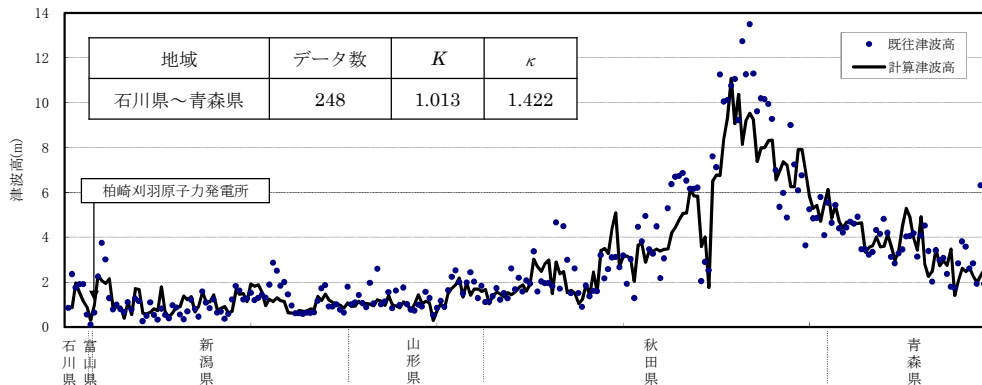
■ 1964年 新潟地震津波の再現性



$K=1.00$

$\kappa=1.37$

■ 1983年 日本海中部地震津波の再現性



$K=1.01$

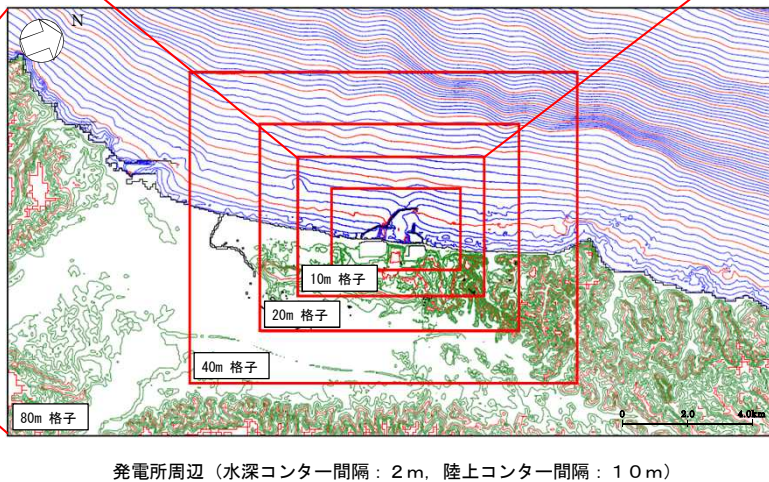
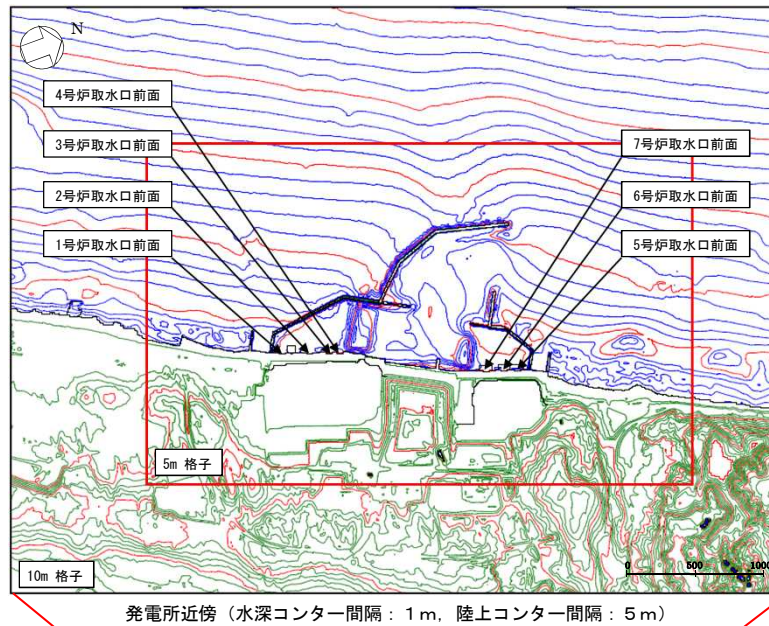
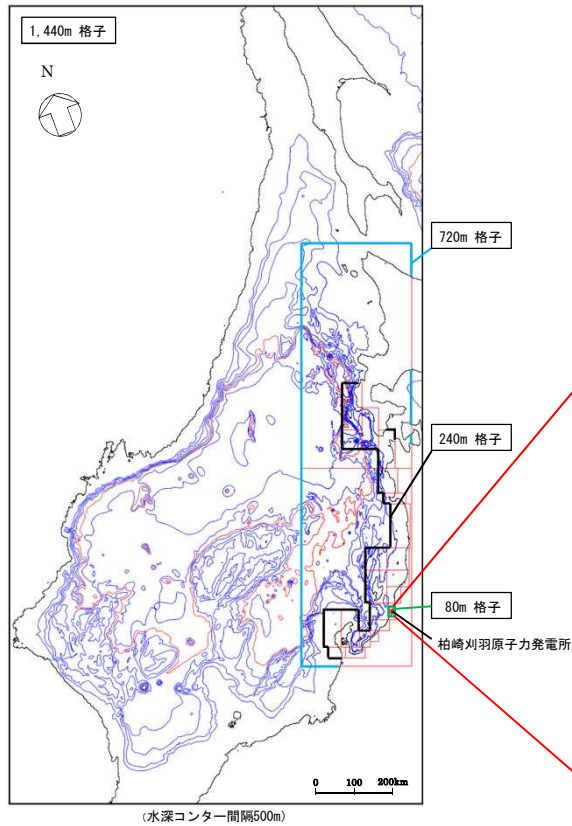
$\kappa=1.42$

再現性評価の指標が適合条件を満足しており、数値シミュレーション手法は妥当なものと判断した。

3. 1 数値シミュレーション手法

■ 空間格子間隔

- 水深と津波の周期から推定される津波の波長をもとに，長谷川ほか（1987）の方法を参考として，空間格子間隔を1440mから5mとした。



長谷川ほか（1987）提案の方法

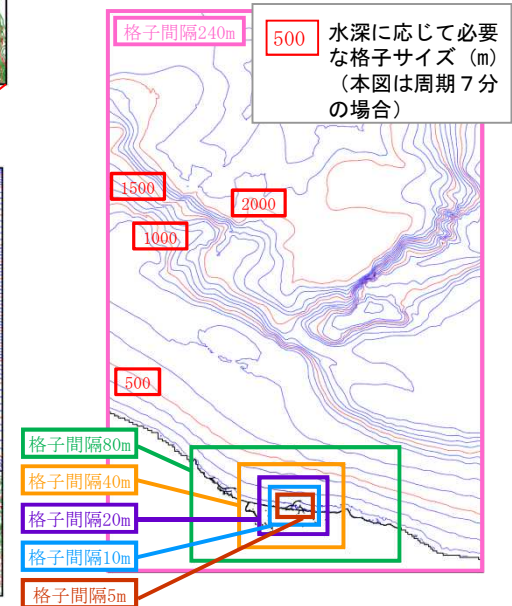
計算格子間隔は津波の空間波形の1波長Lの1/20以下に設定すればよい

$$\Delta x \leq \frac{L}{20}$$

ここに， Δx : 計算格子間隔
 L : 1波長

$$L = \sqrt{gh} \times T$$

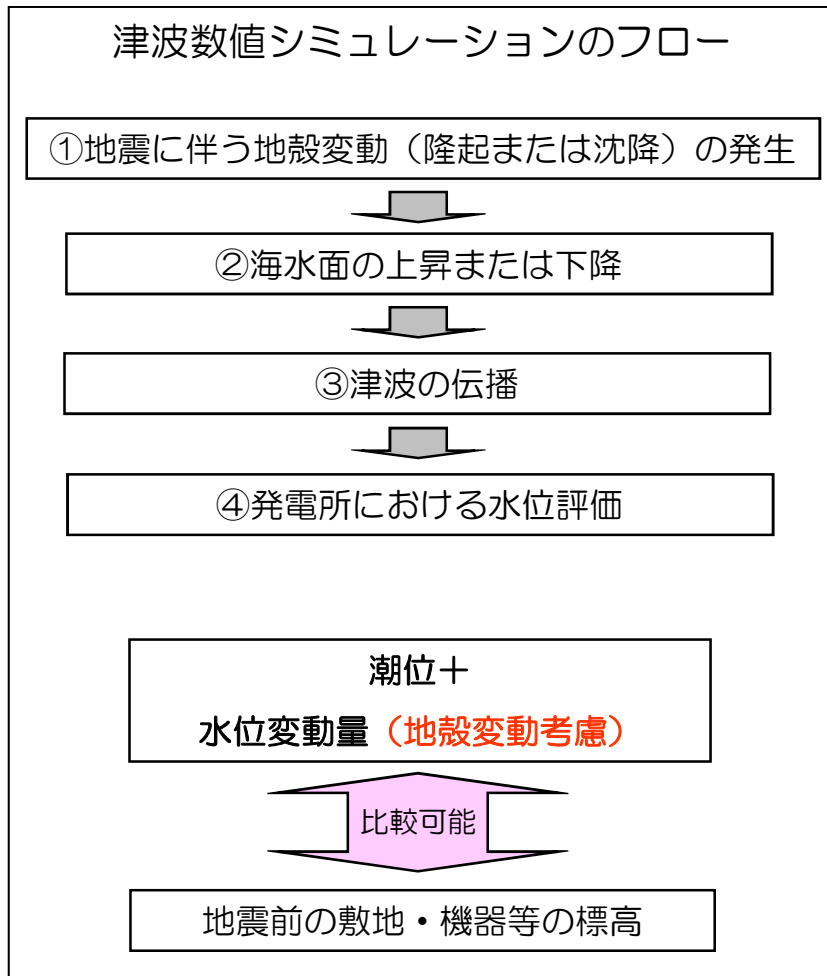
g : 重力加速度
 h : 水深
 T : 周期



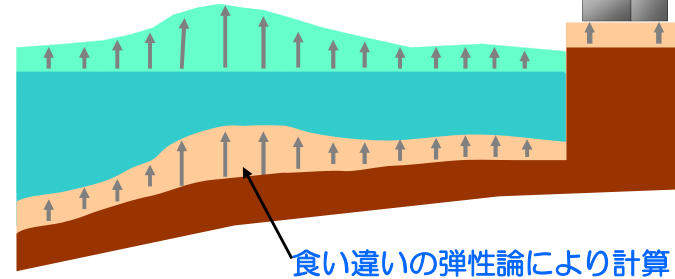
3. 1 数値シミュレーション手法

■ 地殻変動量の考慮

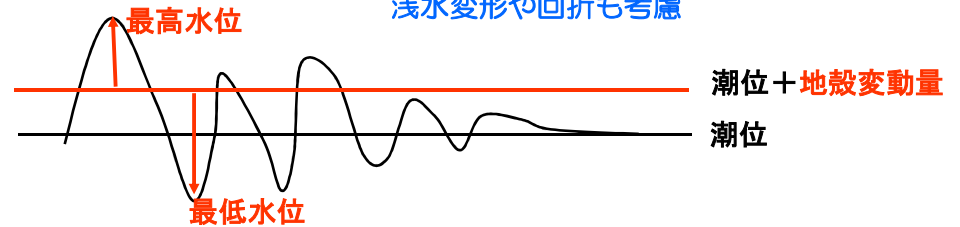
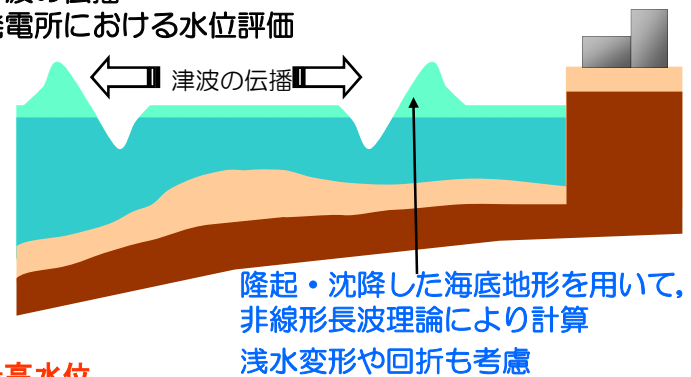
- 津波数値シミュレーションの結果の整理にあたっては、地殻変動量を考慮して整理した。



- ①地震に伴う地殻変動（隆起・沈降）の発生
- ②海水面の上昇または下降



- ③津波の伝播
- ④発電所における水位評価

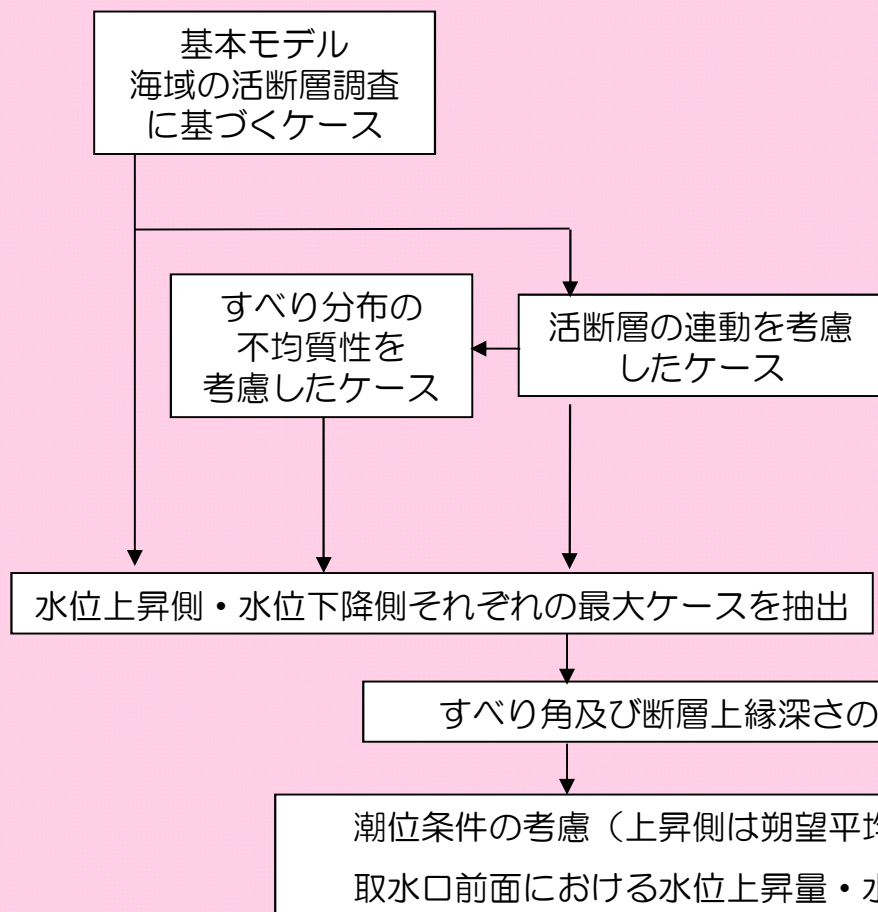


3. 地震による津波

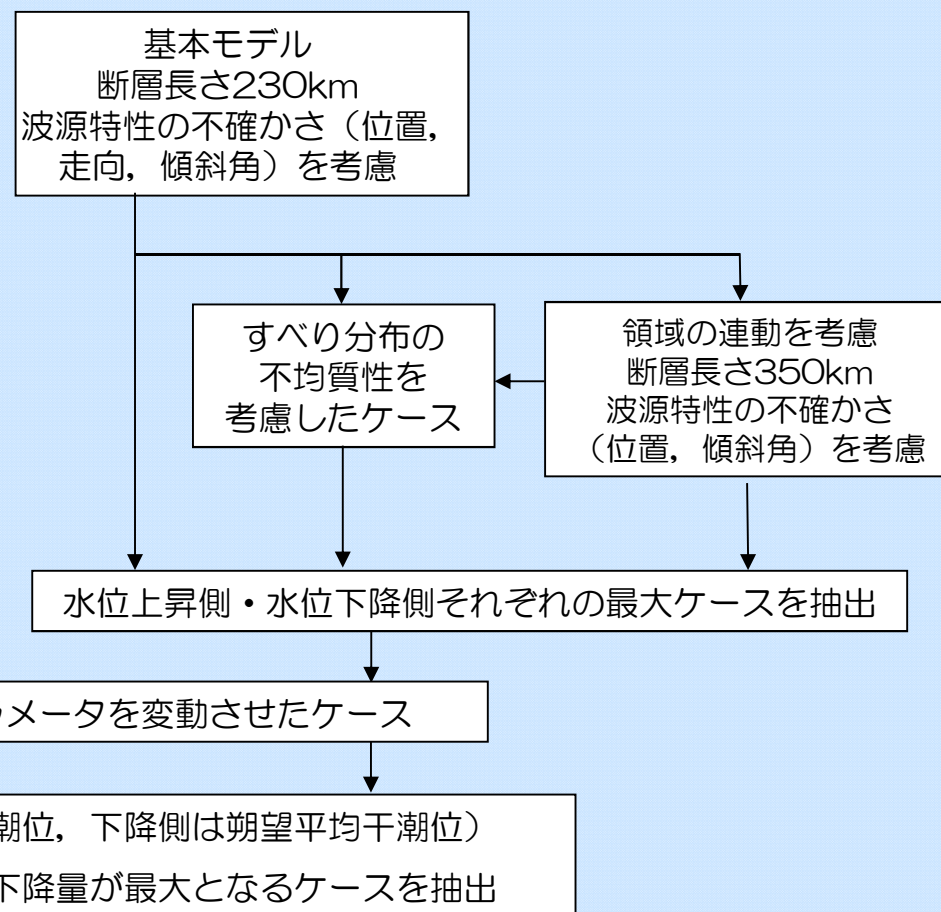
- 3. 1 数値シミュレーション手法
- 3. 2 地震による津波の検討方針
- 3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波
- 3. 4 日本海東縁部の地震による津波
- 3. 5 潮位条件の重ね合わせ

3. 2 地震による津波の検討方針

3.3 敷地周辺海域の活断層による津波



3.4 日本海東縁部の地震による津波



3. 2 地震による津波の検討方針

- 津波評価においては、福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、より保守的な評価となるように検討を実施。
- 原子力発電所の津波評価手法について取り纏められた「原子力発電所の津波評価技術、土木学会原子力土木委員会（2002）」（以下、土木学会手法という）に準拠することを基本としている。
- ただし、地震調査研究推進本部（2009）（以下、「強震動予測レシピ」という）の式については適合性申請時に国交省ほか（2014）で検討されていたこと、「確率論的津波ハザード解析の方法、土木学会原子力土木委員会（2011）」において確率論的津波ハザードのロジックツリーの分岐に設定されていることなどを勘案し、検討に加えた。

【土木学会津波評価技術の式：土木学会（2002）】

地震モーメントは断層長さ L (km) によって決まる

$$\log L(\text{km}) = 0.75M_w - 3.77 \quad (M_w \text{が大きいとき：武村(1998)の式})$$

$$\log M_0(\text{N}\cdot\text{m}) = 1.5M_w + 9.1$$

【強震動予測レシピの式：地震調査研究推進本部(2009)】

地震モーメントは断層面積 S (km²) によって決まる

$$M_0(\text{N}\cdot\text{m}) = \left(S / 4.24 \times 10^{11} \right)^2 \times 10^{-7}$$

（入倉・三宅(2001)の提案式。地震モーメント $7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$ 以上）

3. 2 地震による津波の検討方針

- 強震動予測レシピは、地震動評価における震源断層のモデル化についてレシピ化したものであり、津波評価における波源設定に適用するにあたり、津波評価の特性を考慮して、保守的な設定を行っている。

- 長大断層に対するスケーリング則の適用

強震動予測レシピでは、長大断層に対しては、断層パラメータの設定に注意が必要であることが指摘されており、長岡平野西縁断層帯の地震動評価では、Murotani et al. (2010) を採用しているが、津波評価では、Mwおよびすべり量が大きくなる、入倉・三宅(2001)の提案式を保守的に採用している。

- 地震発生層厚さ

地震動評価では、地震発生層厚さを微小地震の深さ分布から設定しているが、津波評価では、地表面の地殻変動量の影響が大きいことを考慮し、土木学会手法で示されている上縁深さ（日本海東縁部では地表面0km）に設定するなど、保守的な設定をしている。

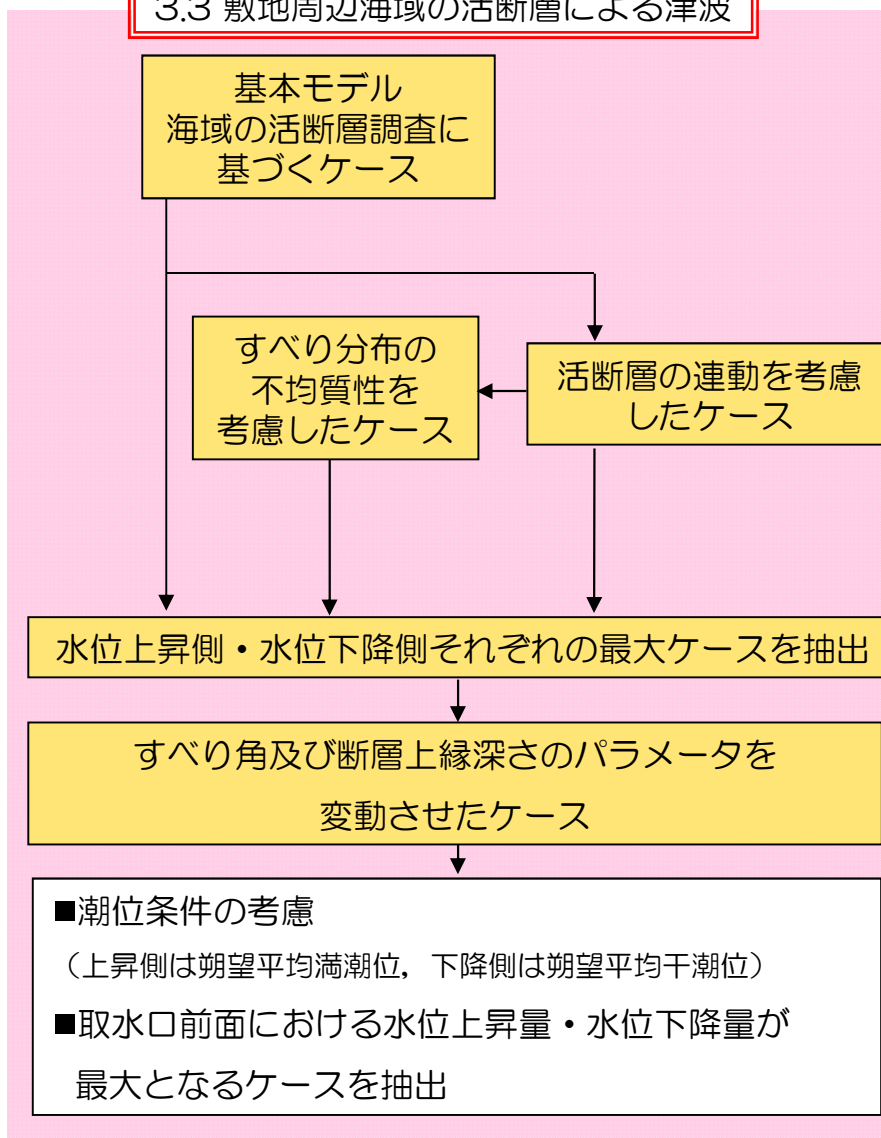
- すべり量の上限

適合性申請後、国交省ほか（2014）において日本海の震源断層におけるマグニチュードと断層面積等の関係（スケーリング則）を設定しており、平均モデルですべり量4.5m、最大モデルですべり量6.0mの上限を設けているが、津波評価では、保守的に上限を設けずすべり量を設定している。

3. 地震による津波

- 3. 1 数値シミュレーション手法
- 3. 2 地震による津波の検討方針
- 3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波
- 3. 4 日本海東縁部の地震による津波
- 3. 5 潮位条件の重ね合わせ

3.3 敷地周辺海域の活断層による津波



3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

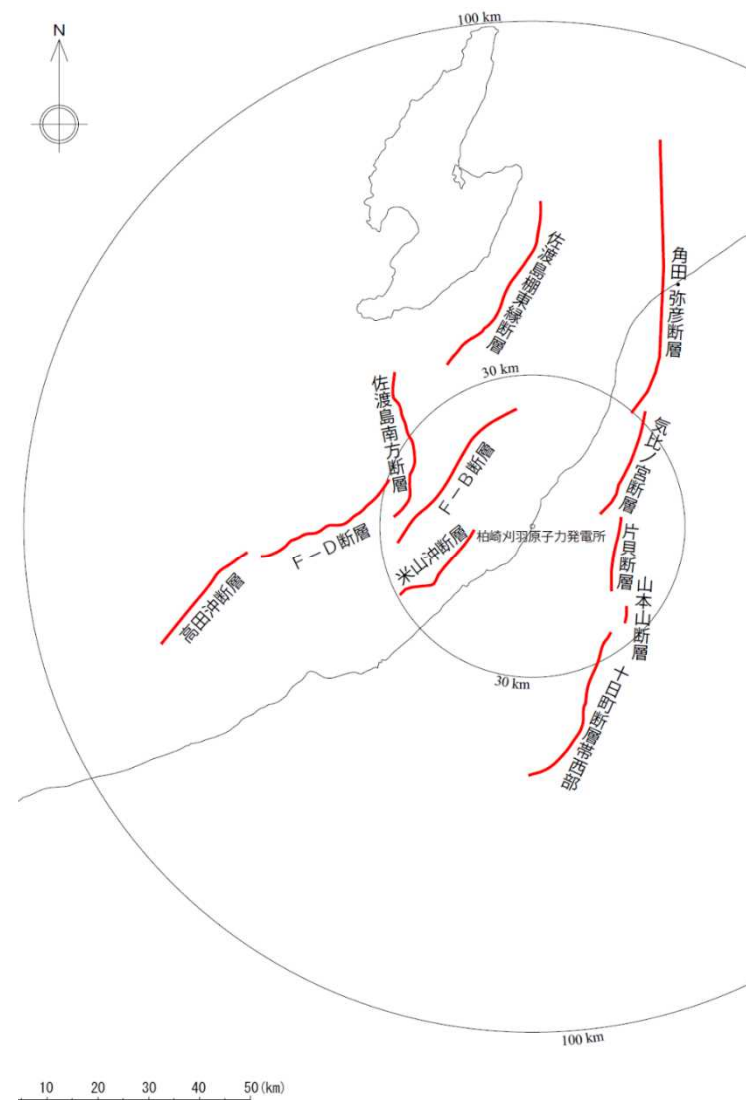
■ 基本モデル

- 基本モデルとして、敷地周辺海域における活断層調査結果に基づく地震について津波数値シミュレーションを行った。
- 検討対象と波源のモデル化方法を以下に示す。

○ 活断層調査結果に基づく地震を基本モデルとした。

- F-D断層～高田沖断層
- F-B断層
- 米山沖断層
- 佐渡島南方断層
- 佐渡島棚東縁断層
- 長岡平野西縁断層帯（角田・弥彦断層～気比ノ宮断層～片貝断層）

○ 波源のモデル化（スケーリング則）は、土木学会手法及び強震動予測レシピを用いた。



敷地周辺海域の活断層分布図

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

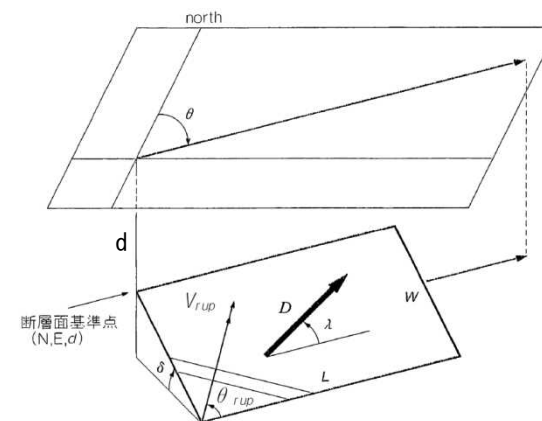
■ 波源のパラメータ：海域の活断層の基本モデル

- 地質調査結果に基づき、断層の位置・長さ・傾斜角を設定した。
- 長岡平野西縁部断層帯は傾斜角の不確かさとして、 35° 、 50° の2ケースを設定した。
- 断層上縁深さは、土木学会手法を参考とし、0kmとした。
- すべり角は、主応力軸の方向に基づき、断層面の走向・傾斜角にしたがって設定した。
- 地震発生層の厚さは、土木学会手法では15km、強震動予測レシビでは17kmとした。

断層名	波源のモデル化 (スケーリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ ($^\circ$)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ ($^\circ$)	すべり角 λ ($^\circ$)	すべり量 D (m)
F-D断層～高田沖断層	土木学会手法	7.3	55	26	55	0	35	96	2.6
F-D断層		7.1	36	24	39	0	35	90	1.7
米山沖断層		6.7	21	13	229	0	50	90	1.3
佐渡島南方断層		6.9	29	19	0	0	45	62	1.7
佐渡島棚東縁断層		7.1	37	18	209	0	55	90	2.5
長岡平野西縁断層帯 ($\delta=35^\circ$)		7.6	91	26	187	0	35	72	4.3
長岡平野西縁断層帯 ($\delta=50^\circ$)		7.6	91	20	187	0	50	72	5.8
F-D断層～高田沖断層	強震動予測レシビ	7.4	55	30	55	0	35	96	2.6
F-D断層		7.1	36	30	39	0	35	90	1.7
米山沖断層		6.5	21	20	229	0	50	90	0.5
佐渡島南方断層		6.9	29	24	0	0	45	62	1.1
佐渡島棚東縁断層		6.9	37	21	209	0	55	90	1.2
長岡平野西縁断層帯 ($\delta=35^\circ$)		7.7	91	30	187	0	35	72	4.3
長岡平野西縁断層帯 ($\delta=50^\circ$)		7.5	91	22	187	0	50	72	3.2



敷地周辺海域の活断層分布図



諸元の定義 (土木学会, 2002)

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

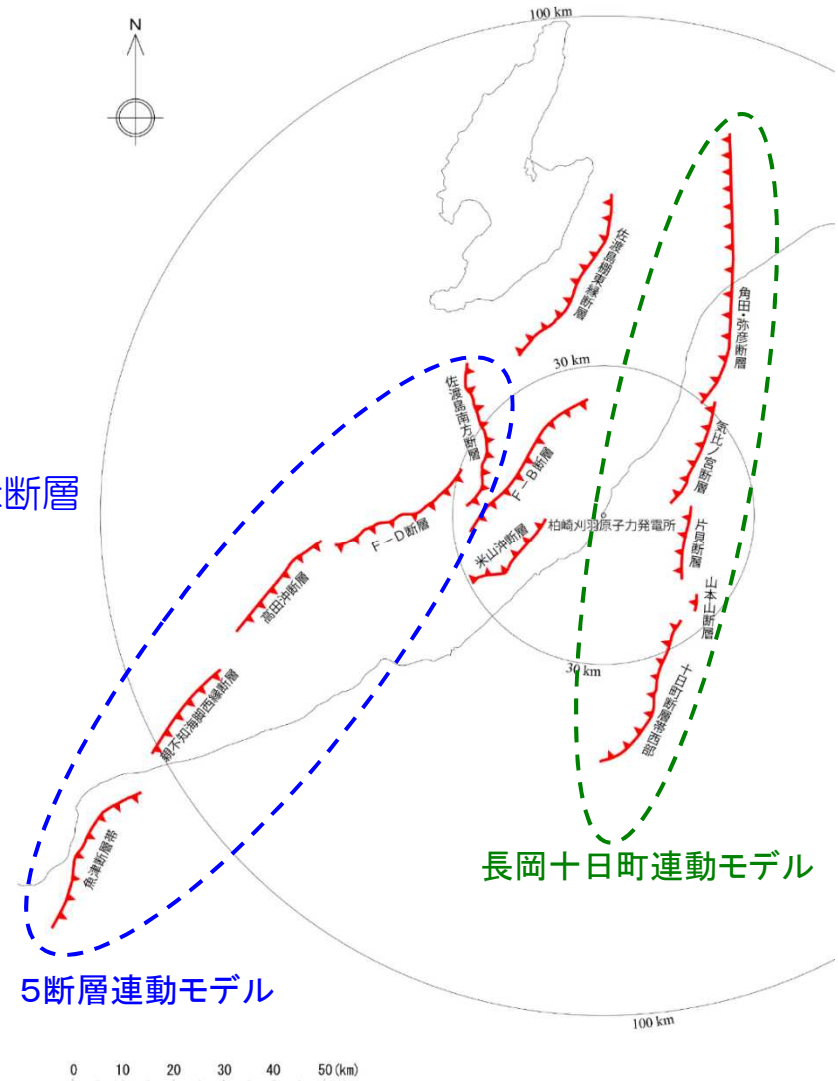
■ 活断層の連動を考慮

- 活断層の連動を考慮した検討を行うこととし、「5断層連動モデル」及び「長岡十日町連動モデル」を検討した。

■ 5断層連動モデル { 佐渡島南方断層 ~ F-D断層
 ~ 高田沖断層 ~ 親不知海脚西縁断層
 ~ 魚津断層帯

■ 長岡十日町連動モデル { 長岡平野西縁断層帯
 ~ 山本山断層
 ~ 十日町断層帯西部

○波源のモデル化（スケーリング則）は、土木学会手法及び強震動予測レシピを用いた。



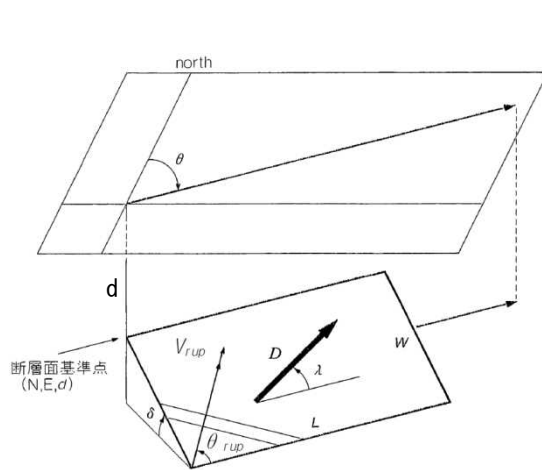
敷地周辺海域の活断層分布図

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

■ 波源のパラメータ：活断層の連動を考慮したモデル

波源モデルの諸元（5断層連動モデル）

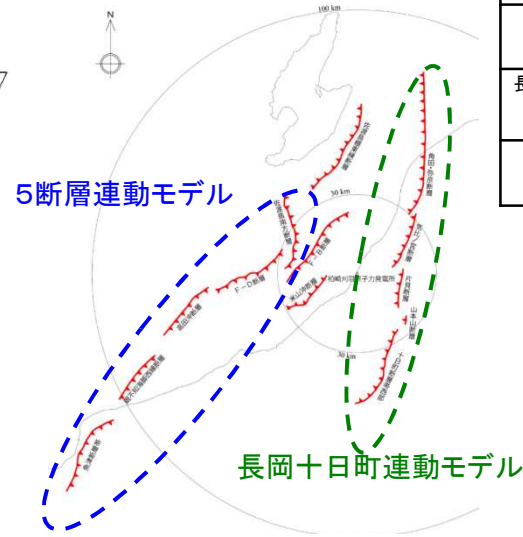
断層名	波源のモデル化 (スケーリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ ($^{\circ}$)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)	すべり量 D (m)
佐渡島南方断層	土木学会手法	8.0	29	21	0	0	45	62	7.7
F-D断層～高田沖断層			55	26	55		35	96	
親不知海脚西縁断層～魚津断層帯			72	26	30		35	90	
佐渡島南方断層	強震動予測レシピ	8.0	29	24	0	0	45	62	7.1
F-D断層～高田沖断層			55	30	55		35	96	
親不知海脚西縁断層～魚津断層帯			72	30	30		35	90	



諸元の定義（土木学会，2002）

波源モデルの諸元（長岡十日町連動モデル）

断層名	波源のモデル化 (スケーリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ ($^{\circ}$)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)	すべり量 D (m)
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=35^{\circ}$)	土木学会手法	7.9	99	26	187	0	35	72	6.3
十日町断層帯西部 ($\delta=35^{\circ}$)			33		210			90	
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=50^{\circ}$)	土木学会手法	7.9	99	20	187	0	50	72	8.4
十日町断層帯西部 ($\delta=50^{\circ}$)			33		210			90	
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=35^{\circ}$)	強震動予測レシピ	7.9	99	30	187	0	35	72	6.2
十日町断層帯西部 ($\delta=35^{\circ}$)			33		210			90	
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=50^{\circ}$)	強震動予測レシピ	7.7	99	22	187	0	50	72	4.7
十日町断層帯西部 ($\delta=50^{\circ}$)			33		210			90	

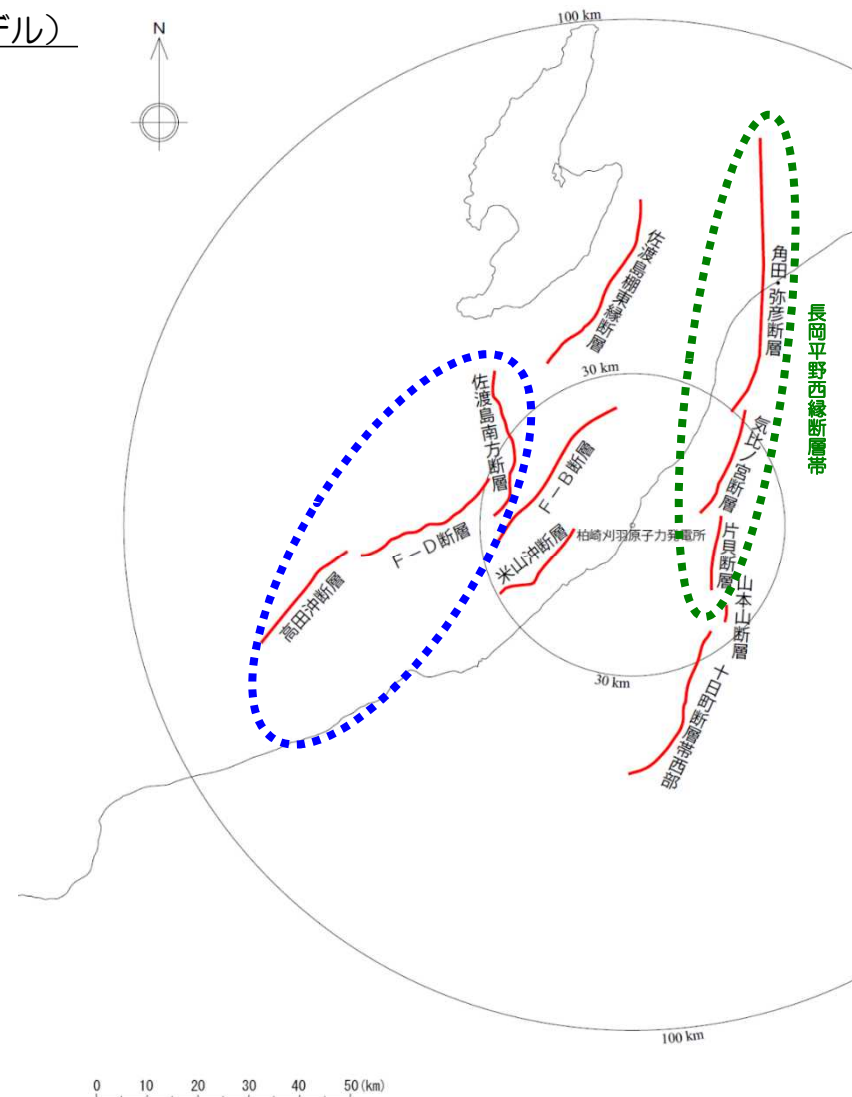


敷地周辺海域の活断層分布図

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

■ 海域の活断層の地震に係る数値シミュレーション結果（基本モデル）

断層名	波源のモデル化(スケーリング則)	取水口前面の最大水位				6号炉取水口前面		7号炉取水口前面		荒浜側防潮堤
		最大水位上昇量(m)	位置	最大水位下降量(m)	位置	最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)	最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)	
F-D断層～高田沖断層	土木学会手法	+1.66	1号炉	-1.73	1号炉	+1.56	-1.27	+1.49	-1.24	-
F-B断層		+1.36	1号炉	-2.51	1号炉	+1.07	-2.23	+1.10	-2.18	-
米山沖断層		+0.78	1号炉	-0.76	5号炉	+0.72	-0.73	+0.70	-0.71	-
佐渡島南方断層		+1.22	1号炉	-1.13	1号炉	+0.82	-0.98	+0.77	-0.92	-
佐渡島棚東縁断層		+1.68	1号炉	-1.56	1号炉	+1.28	-1.21	+1.27	-1.20	-
長岡平野西縁断層帯(δ = 35°)		+0.68	1号炉	-3.48	1号炉	+0.61	-3.35	+0.59	-3.29	-
長岡平野西縁断層帯(δ = 50°)		+1.36	5号炉	-3.36	1号炉	+1.34	-3.05	+1.29	-3.00	-
F-D断層～高田沖断層	強震動予測レシビ	+1.72	1号炉	-1.75	1号炉	+1.65	-1.29	+1.61	-1.24	-
F-B断層		+1.21	1号炉	-2.74	1号炉	+0.92	-2.52	+0.94	-2.43	-
米山沖断層		+0.52	5号炉	-0.48	1号炉	+0.52	-0.41	+0.49	-0.40	-
佐渡島南方断層		+0.88	1号炉	-0.89	1号炉	+0.63	-0.87	+0.61	-0.82	-
佐渡島棚東縁断層		+1.13	1号炉	-1.04	1号炉	+0.81	-0.84	+0.77	-0.81	-
長岡平野西縁断層帯(δ = 35°)		+0.58	1号炉	-3.82	2号炉	+0.34	-3.67	+0.33	-3.62	-
長岡平野西縁断層帯(δ = 50°)		+0.92	5号炉	-2.41	1号炉	+0.90	-2.19	+0.86	-2.16	-

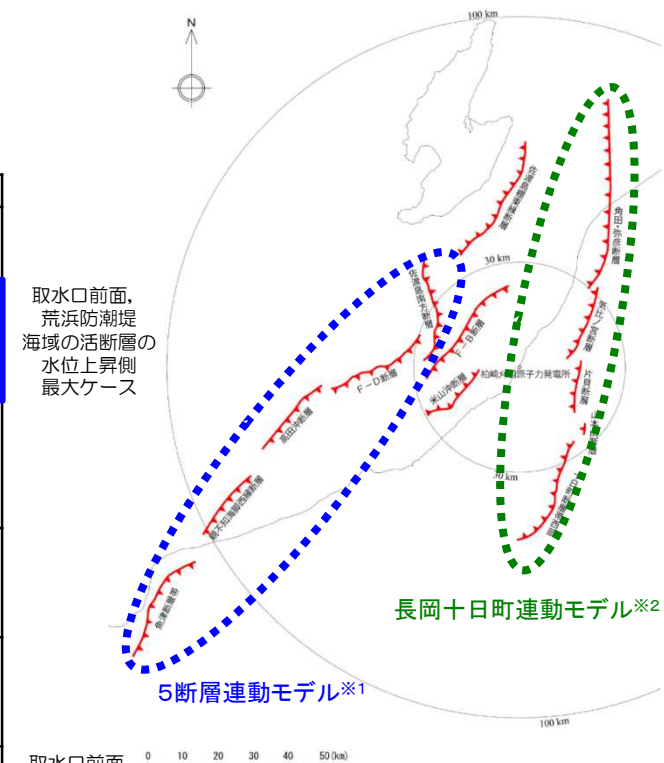


敷地周辺海域の活断層分布図

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

■ 海域の活断層の地震に係る数値シミュレーション結果（連動を考慮）

断層名	波源のモデル化 (スケールリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ ($^{\circ}$)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)	すべり量 D (m)	取水口前面の最大水位				荒浜側防潮堤 最大水位上昇量 (m)				
										最大水位上昇量 (m)	位置	最大水位下降量 (m)	位置		6号炉取水口前面 最大水位上昇量 (m)	6号炉取水口前面 最大水位下降量 (m)	7号炉取水口前面 最大水位上昇量 (m)	7号炉取水口前面 最大水位下降量 (m)
佐渡島南方断層	土木学会手法	8.0	29	21	0	0	45	62	7.7	+4.85	3号炉	-2.67	1号炉	+3.75	-2.44	+3.88	-2.35	+6.01
F-D断層～高田冲断層			55	26	55		35	96										
親不知海脚西縁断層～魚津断層帯			72	26	30		35	90										
佐渡島南方断層	強震動予測 レシビ	8.0	29	24	0	0	45	62	7.1	+4.75	3号炉	-2.91	1号炉	+3.88	-2.44	+3.90	-2.36	+5.36
F-D断層～高田冲断層			55	30	55		35	96										
親不知海脚西縁断層～魚津断層帯			72	30	30		35	90										
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=35^{\circ}$)	土木学会手法	7.9	99	26	187	0	35	72	6.3	+0.92	1号炉	-4.60	1号炉	+0.80	-3.77	+0.79	-3.77	-
十日町断層帯西部 ($\delta=35^{\circ}$)					33			210											90
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=50^{\circ}$)			7.9	99	20			187											0	50	72	8.4	+1.66	1号炉	-4.32	1号炉	+1.63	-3.77	+1.59	-3.76	-
十日町断層帯西部 ($\delta=50^{\circ}$)	33	210				90												
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=35^{\circ}$)	強震動予測 レシビ	7.9	99	30	187	0	35	72	6.2	+0.49	1号炉	-4.88	1号炉	+0.36	-3.77	+0.35	-3.77	-
十日町断層帯西部 ($\delta=35^{\circ}$)					33			210											90
長岡平野西縁断層帯～山本山断層 ($\delta=50^{\circ}$)			7.7	99	22			187											0	50	72	4.7	+1.01	5号炉	-3.28	1号炉	+0.99	-3.02	+0.95	-2.97	-
十日町断層帯西部 ($\delta=50^{\circ}$)	33	210				90												



取水口前面、荒浜防潮堤海域の活断層の水位上昇側最大ケース

取水口前面海域の活断層の水位下降側最大ケース

敷地周辺海域の活断層分布図

※1 佐渡島南方断層～F-D断層
～高田冲断層～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯

※2 長岡平野西縁断層帯～山本山断層～十日町断層帯西部

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

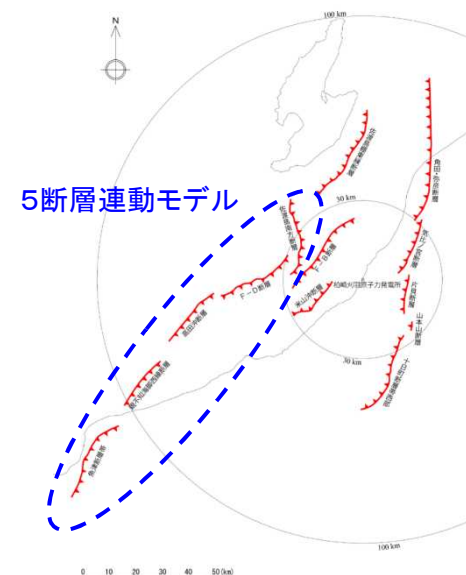
■ 波源のパラメータ：アスペリティーモデル

- 5断層連動モデルについて、すべり分布の不確かさとして、アスペリティーモデルの検討を行った。(6ケース)
- アスペリティーは、土木学会(2016)を参考とし、大すべり域のすべり量を背景領域のすべり量の2倍とし、大すべり域を全断層面積の25%に設定した。
- 大すべり域は各断層を走向方向に4分割し、そのうちの一方所に配置した。

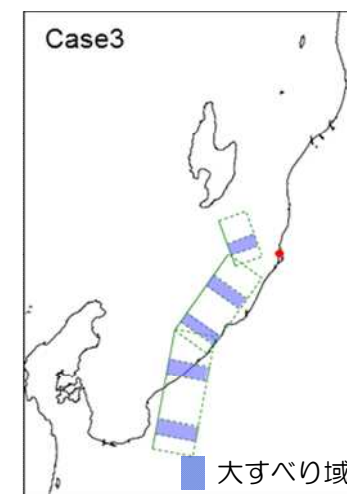
5断層連動モデル：大すべり設定モデル

断層名	波源のモデル化(スケールリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	すべり量 D (m)
佐渡島南方断層	強震動予測レシビ	8.0	29	24	0	0	45	62	9.0 3.0
F-D断層			25	30	55		35	96	9.0 3.0
高田冲断層			30	30	55		35	96	9.0 3.0
親不知海脚西縁断層			36	30	30		35	90	9.0 3.0
魚津断層帯			36	30	30		35	90	9.0 3.0

上段：大すべり域
下段：背景領域



敷地周辺海域の活断層分布図

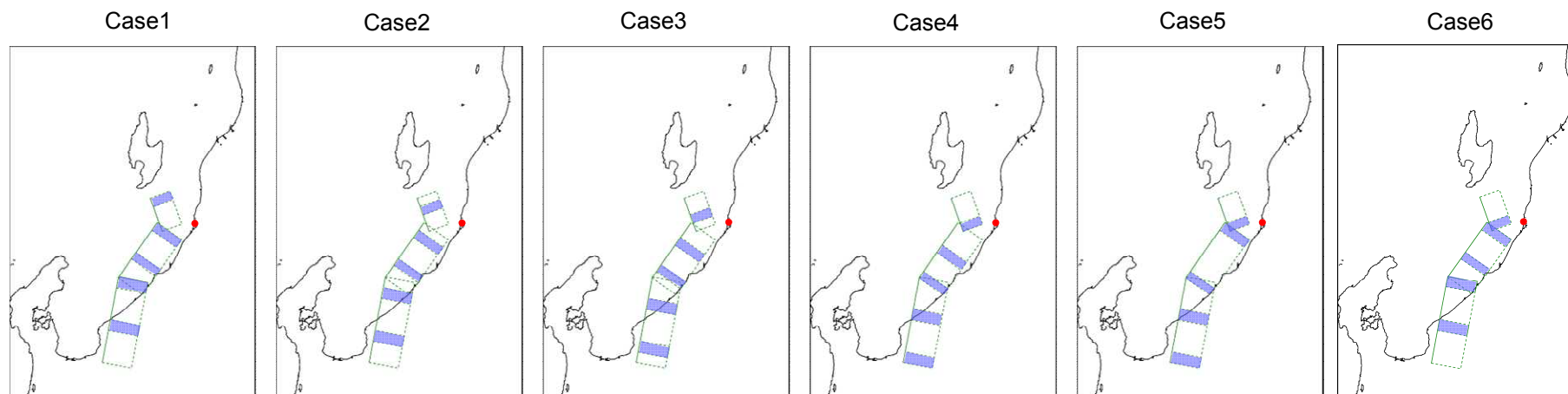


大すべり領域設定例

3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

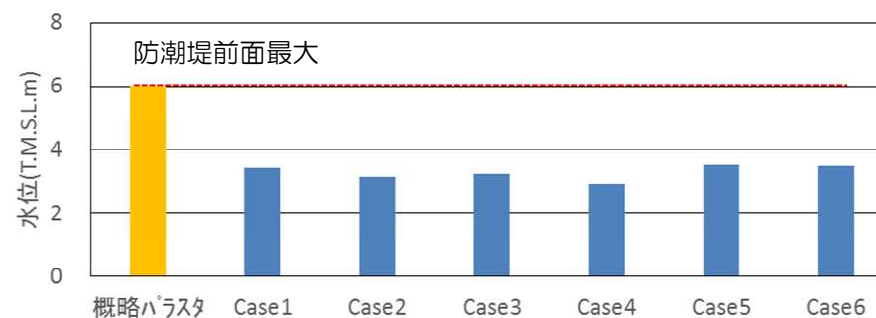
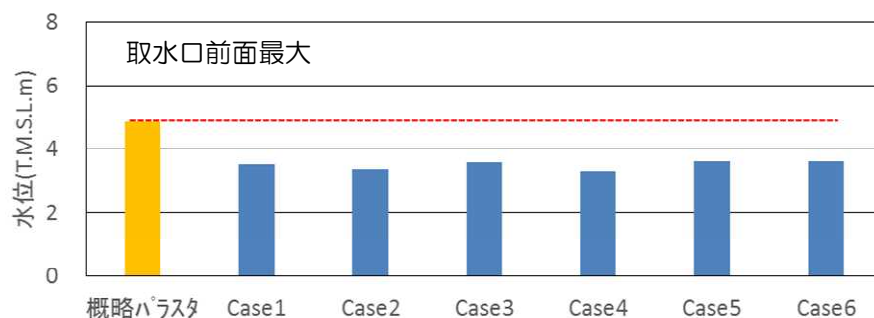
■ 波源のパラメータ：アスペリティーモデル

- いずれのケースも基準津波検討における概略パラメータスタディの最大値を下回る。



取水口前面最大水位および防潮堤前面最大水位

T.M.S.L.(m)	概略パラスタ	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
取水口前面最大	4.85	3.54	3.38	3.59	3.31	3.63	3.63
防潮堤前面最大	6.01	3.44	3.16	3.25	2.91	3.50	3.50



3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波

- 海域の活断層による津波のうち、取水口前面における水位上昇側最大は「5断層連動モデル」、水位下降側最大は「長岡十日町連動モデル」となった。
- それぞれについて、「すべり角」と「上縁深さ」のパラメータスタディを実施した。

■ 取水口前面 水位上昇側 最大ケース 5断層連動モデル 土木学会手法スケールリング

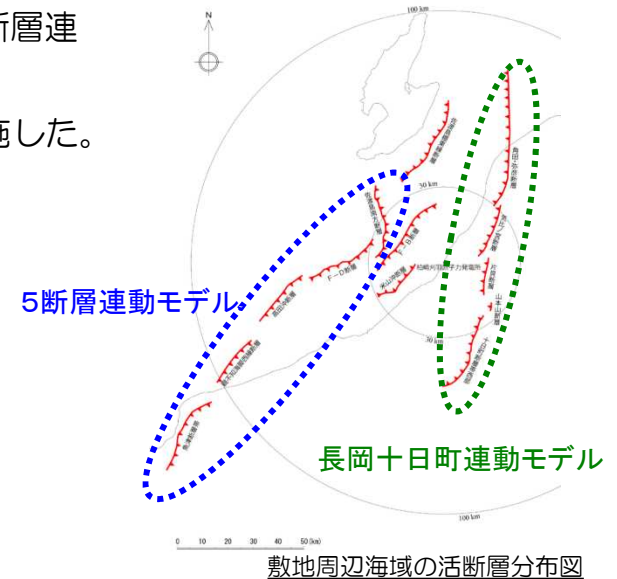
断層名	すべり角の組合せ λ (°)				上縁 深さ d (km)
	①	②	③	④	
佐渡島南方断層	62	62	38	10	最大ケースを 選択 → 0 2.5 5
F-D断層～ 高田沖断層	96	140	118	96	
親不知海脚西縁断層 ～魚津断層帯	90	103	84	62	

計5ケースの検討を追加

■ 取水口前面 水位下降側 最大ケース 長岡十日町連動モデル 傾斜角35° 強震動予測レシピスケールリング

断層名	すべり角の組合せ λ (°)				上縁 深さ d (km)
	①	②	③	④	
長岡平野西縁断層 帯～山本山断層	72	72	51	28	最大ケースを 選択 → 0 2.5 5
十日町断層帯 西部	90	103	84	62	

計5ケースの検討を追加



敷地周辺海域の活断層分布図

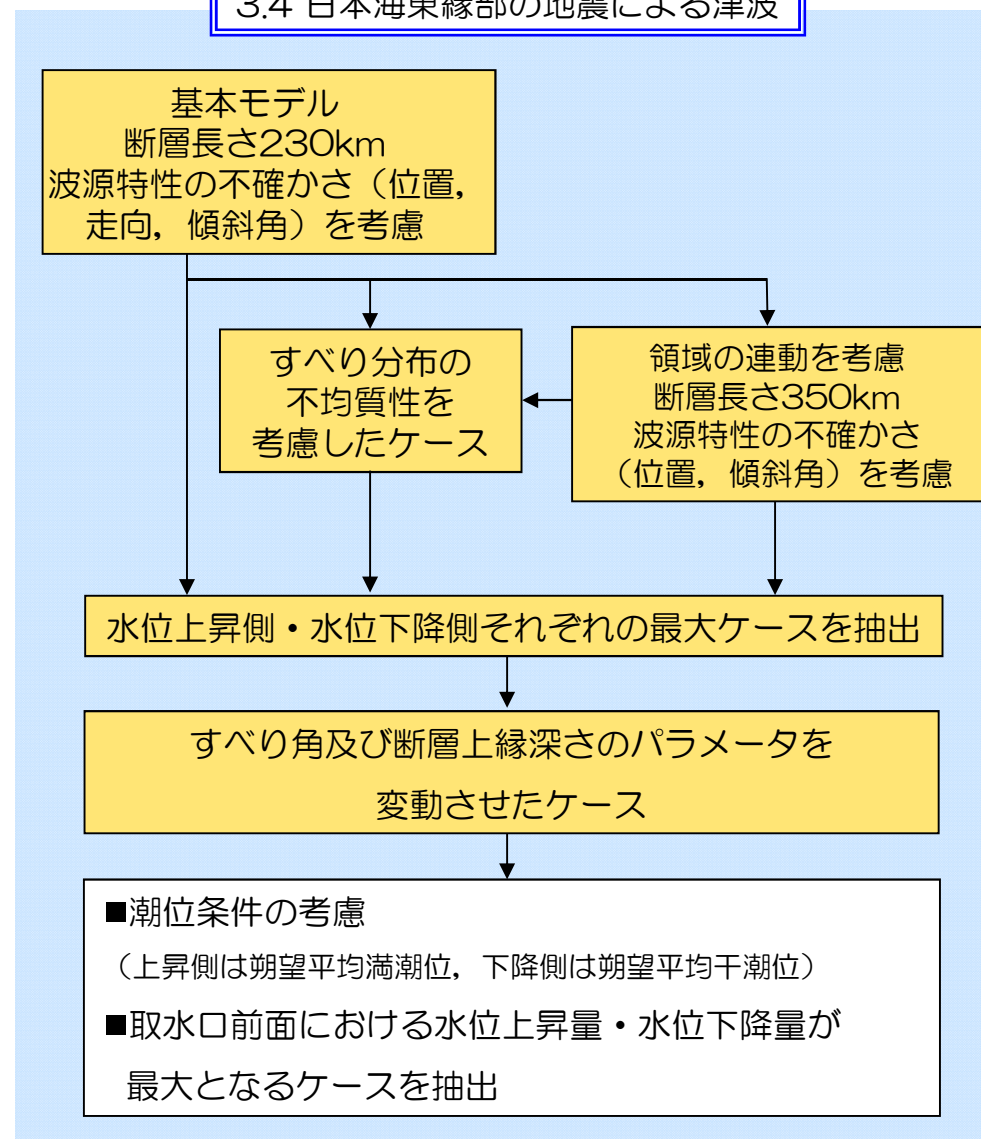
評価位置	最大水位上昇量 (m)	最大水位下降量 (m)
1号炉取水口前面	+4.61	-4.88
2号炉取水口前面	+4.99	-4.70
3号炉取水口前面	+5.10	-4.63
4号炉取水口前面	+5.03	-4.60
5号炉取水口前面	+3.94	-3.27
6号炉取水口前面	+4.00	-3.77
7号炉取水口前面	+4.17	-3.77
荒浜側防潮堤	+6.35	-
決定ケース	5断層連動モデル すべり角の組合せ① 上縁深さ2.5km	長岡十日町連動モデル (傾斜角35°) すべり角の組合せ① 上縁深さ0km

水位上昇側・水位下降側それぞれについて、海域の活断層による津波の最大ケースを選定した。

3. 地震による津波

- 3. 1 数値シミュレーション手法
- 3. 2 地震による津波の検討方針
- 3. 3 敷地周辺海域の活断層による津波
- 3. 4 日本海東縁部の地震による津波
- 3. 5 潮位条件の重ね合わせ

3.4 日本海東縁部の地震による津波



3. 4 日本海東縁部の地震による津波

■ 日本海東縁部に想定される地震

- 地震調査研究推進本部（2003），土木学会手法等の知見を参考とした。
- 歴史津波のうち地震規模が最も大きいのは，1993年北海道南西沖地震津波である。
- 津波の基準断層モデルは，土木学会（2002）に示されている。
【断層長さ131km, Mw7.84】

日本海東縁部の大地震活動域の既往最大Mw

海域	発生年	津波モデルのMw	既往最大Mw (=Mmax)	「地震本部」による 地震規模（信頼度）
北海道北西沖	なし	—	—	M7.8程度(D)
北海道西方沖	1940	7.7	7.7	M7.5前後(B)
北海道南西沖	1993	7.8	7.8	M7.8前後(B)
青森県西方沖	1983	7.7	7.7	M7.7前後(B)
秋田県沖	なし	—	—	M7.5程度(C)
山形県沖	1833	7.8	7.8	M7.7前後(B)
新潟県北部沖	1964	7.5	7.5	M7.5前後(B)
佐渡島北方沖	なし	—	—	M7.8程度(D)

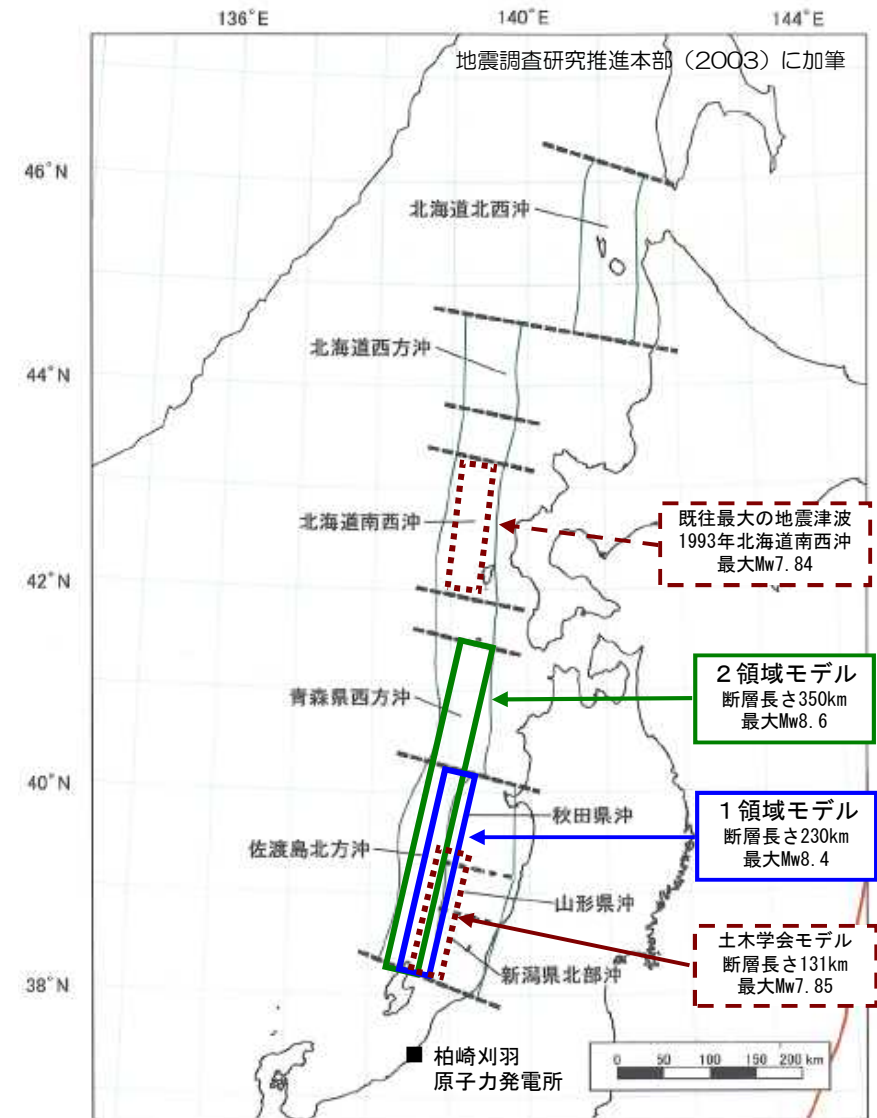


地震調査研究推進本部（2003）に加筆

日本海東縁部の想定波源図

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

- 日本海東縁部の既往の地震は、記録が限られていることを踏まえ、安全評価上、想定する地震規模を設定した。
- 基本モデルは、地震調査研究推進本部（2003）の評価対象領域の区分において、佐渡島北方沖が一度の地震で活動するものとして断層長さを設定した。（以下、「1領域モデル」という）
【断層長さ230km, 最大Mw8.4】
- 地震の発生領域の連動を考慮して、佐渡島北方沖と青森県西方沖の領域が連動するものとして断層長さを設定した。（以下、「2領域モデル」という）
【断層長さ350km, 最大Mw8.6】
- すべり分布の不確かさとして、2領域モデルについて、アスペリティモデルの検討を行った。
- 波源のモデル化（スケーリング則）は、土木学会手法及び強震動予測レシピを用いた。

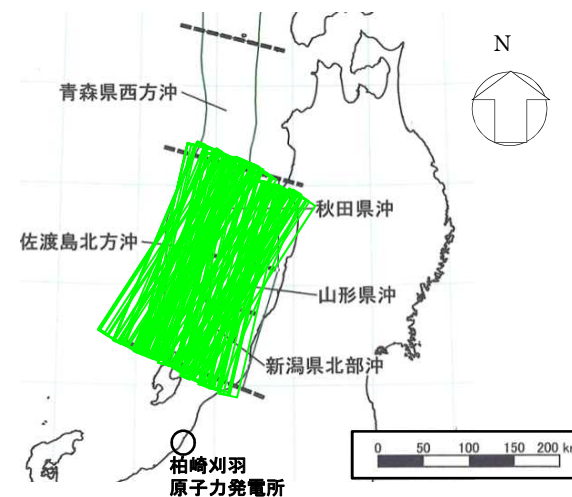


日本海東縁部の想定波源図

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

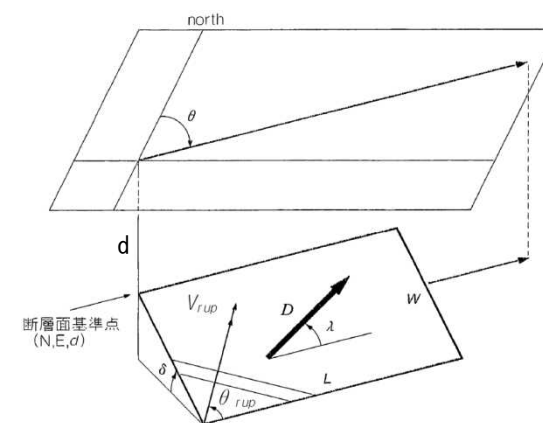
■ 波源のパラメータ：基本モデル（1領域モデル，断層長さ230km）

- 佐渡島北方沖，秋田県沖，山形県沖及び新潟県北部沖の範囲における，「断層の位置」，「走向」及び「傾斜角」の不確かさを考慮した。（228ケース）
- 地震発生層の厚さは，土木学会手法では15 km，強震動予測レシピでは20 kmとした。



不確かさの検討例

波源	波源のモデル化 (スケーリング則)	M _w	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	すべり量 D (m)
1領域モデル	土木学会手法	8.2	230	30	20±10 200±10	0	30	90	9.6
		8.2	230	21	20±10 200±10	0	45	90	13.5
		8.2	230	17	20±10 200±10	0	60	90	16.6
	強震動予測レシピ	8.1	230	23	20±10 200±10	0	60	90	8.4
		8.2	230	28	20±10 200±10	0	45	90	10.3
		8.4	230	40	20±10 200±10	0	30	90	14.6



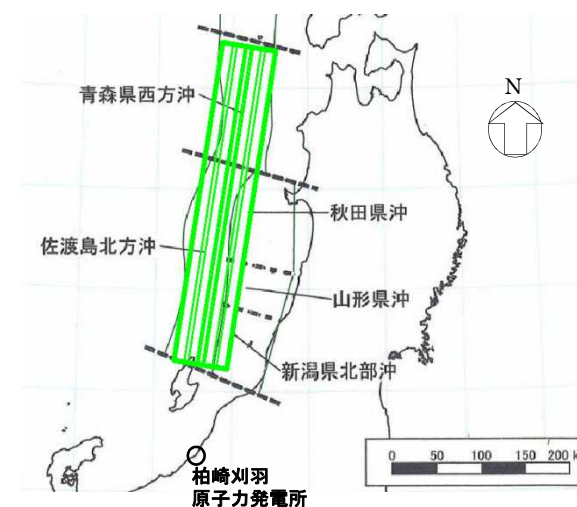
諸元の定義（土木学会，2002）

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

■ 波源のパラメータ：領域の連動を考慮したモデル（2領域モデル，断層長さ350km）

- 領域の連動を考慮した2領域モデル（断層長さ350km）の波源のパラメータを以下に示す。
- 領域の範囲における「断層の位置」及び「傾斜角」の不確かさを考慮した。（24ケース）

波源	波源のモデル化 (スケーリング則)	M _w	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁 深さ d (km)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	すべり量 D (m)
2領域 モデル	土木学会 手法	8.4	350	30	8 188	0	30	90	15
		8.4	350	17	8 188	0	60	90	25
	強震動 予測 レシピ	8.3	350	23	8 188	0	60	90	13
		8.6	350	40	8 188	0	30	90	22



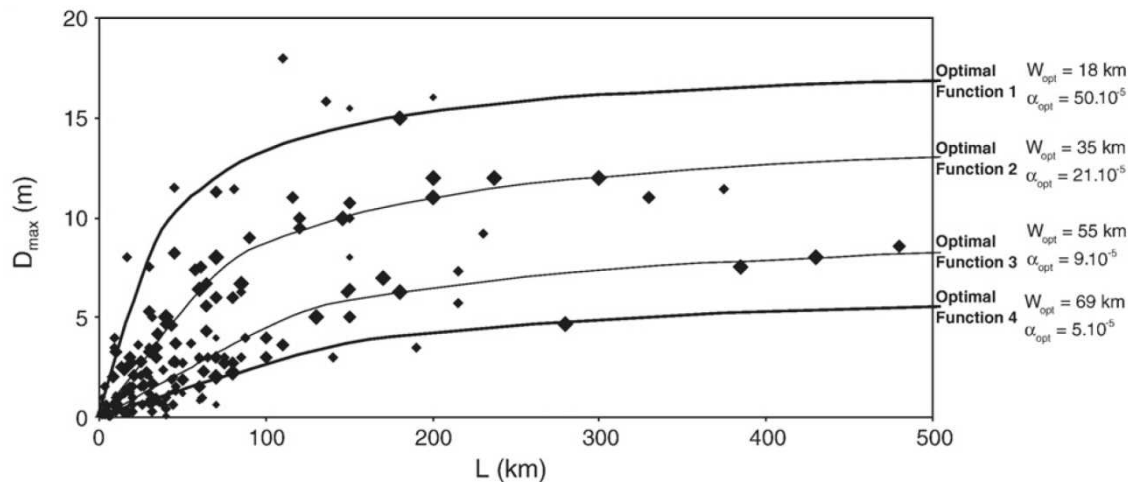
不確かさの検討例

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

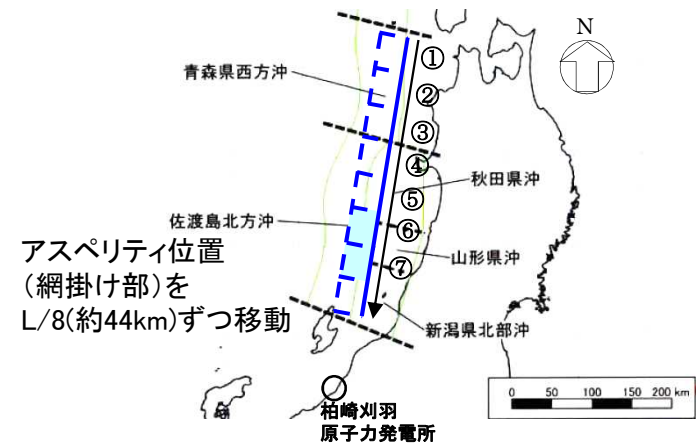
■ 波源のパラメータ：アスペリティモデル

- 水位上昇量及び水位下降量が最大となる「断層の位置」「走向」及び「傾斜角」の組合せケースについて、すべり分布の不確かさとして、アスペリティモデルの検討を行った。(7ケース)
- アスペリティは、根本ほか(2009)を参考とし、すべり量を平均すべり量の2倍とする領域を全断層面積の25%に設定した。
- ただし、Manighetti et al.(2007)を参考に、すべり量の上限を20mとした。

水位	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	すべり量 D (m)
上昇側	8.4	350	40	188	5	30	100	20 (アスペリティ領域) 6.7 (背景領域)
下降側	8.4	350	40	8	5	30	100	20 (アスペリティ領域) 6.7 (背景領域)



長大な断層の事例を含む地表地震断層の長さ地震時のずれ量の関係
Manighetti et al.(2007)



不確かさの検討

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

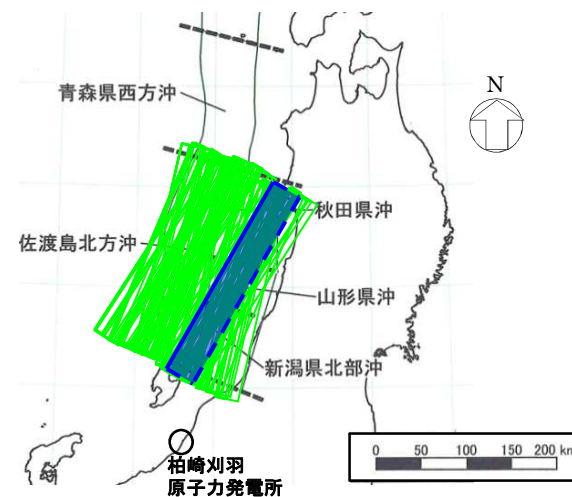
■ 日本海東縁部の地震に係る数値シミュレーション結果（1領域モデル）

波源のモデル化 (スケールリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の 最大水位		6号炉 取水口前面	7号炉 取水口前面	荒浜側 防潮堤
				最大水位 上昇量 (m)	位置	最大水位 上昇量 (m)	最大水位 上昇量 (m)	最大水位 上昇量 (m)
土木学会 手法	8.2	230	30	+3.65	1号炉	+3.15	+3.11	+3.57
	8.2	230	21	+4.36	5号炉	+4.32	+4.33	+4.17
	8.2	230	17	+5.21	5号炉	+5.20	+5.18	+5.22
強震動予測 レシピ	8.1	230	23	+3.92	5号炉	+3.88	+3.81	+3.73
	8.2	230	28	+4.19	5号炉	+4.16	+4.14	+3.97
	8.4	230	40	+5.26	5号炉	+5.20	+5.09	+5.23

本表中の※
取水口前面、
荒浜側防潮堤
水位上昇側
最大ケース

波源のモデル化 (スケールリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の 最大水位		6号炉 取水口前面	7号炉 取水口前面
				最大水位 下降量 (m)	位置	最大水位 下降量 (m)	最大水位 下降量 (m)
土木学会 手法	8.2	230	30	-3.67	1号炉	-3.03	-2.99
	8.2	230	21	-4.88	1号炉	-3.76	-3.76
	8.2	230	17	-4.47	1号炉	-3.70	-3.71
強震動予測 レシピ	8.1	230	23	-3.55	1号炉	-3.27	-3.20
	8.2	230	28	-3.98	1号炉	-3.38	-3.30
	8.4	230	40	-4.96	1号炉	-3.76	-3.76

本表中の※
取水口前面
水位下降側
最大ケース



* 上昇側・下降側の最大ケースが同一

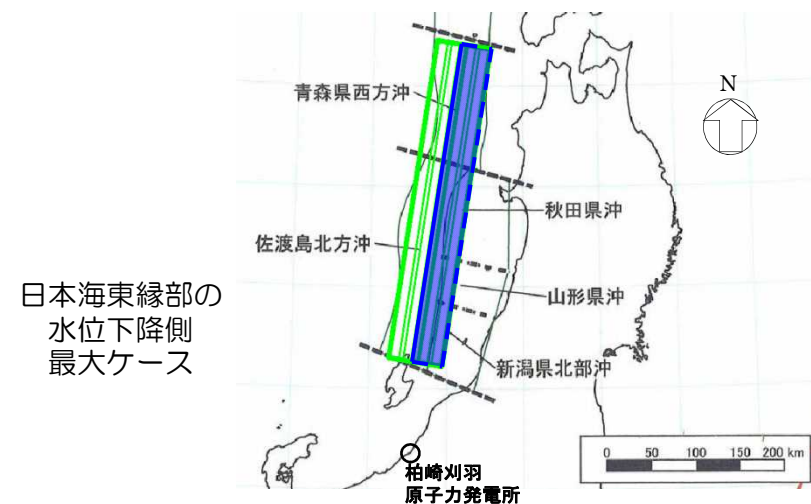
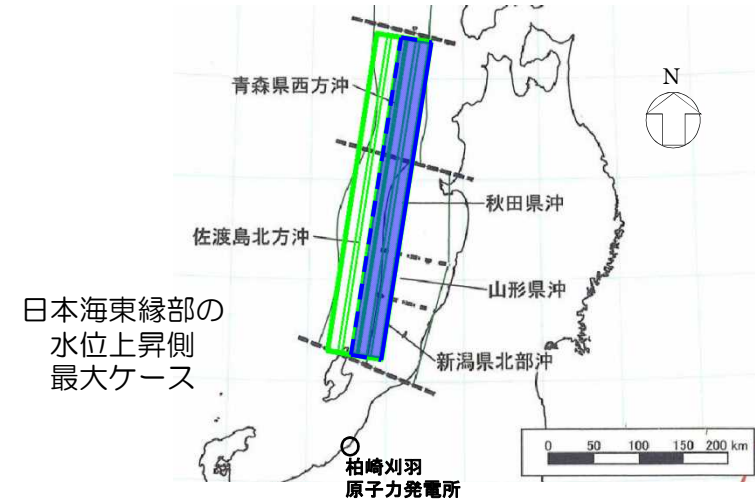
※ 2領域モデルのケースの方が、本表での検討ケースよりも大きい

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

■ 日本海東縁部の地震に係る数値シミュレーション結果（2領域モデル）

波源のモデル化 (スケーリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の最大水位		6号炉取水口前面	7号炉取水口前面	荒浜側防潮堤
				最大水位上昇量 (m)	位置	最大水位上昇量 (m)	最大水位上昇量 (m)	最大水位上昇量 (m)
土木学会手法	8.4	350	30	+3.75	1号炉	+3.51	+3.43	+3.57
	8.4	350	17	+4.39	1号炉	+4.00	+3.92	+4.28
強震動予測レシピ	8.3	350	23	+3.36	1号炉	+3.01	+3.09	+3.26
	8.6	350	40	+5.29	1号炉	+5.20	+5.18	+5.39

波源のモデル化 (スケーリング則)	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の最大水位		6号炉取水口前面	7号炉取水口前面
				最大水位下降量 (m)	位置	最大水位下降量 (m)	最大水位下降量 (m)
土木学会手法	8.4	350	30	-3.66	1号炉	-3.01	-3.02
	8.4	350	17	-4.03	1号炉	-3.36	-3.26
強震動予測レシピ	8.3	350	23	-3.59	1号炉	-2.84	-2.71
	8.6	350	40	-5.07	1号炉	-3.76	-3.76

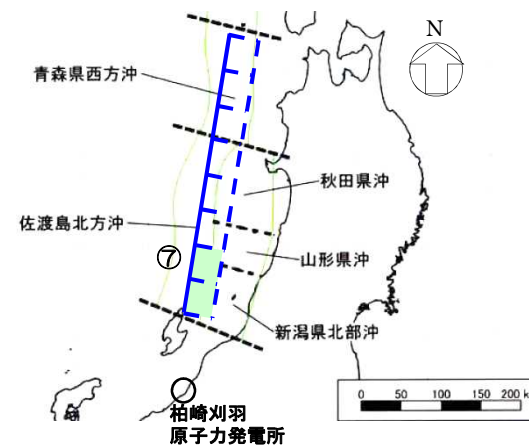
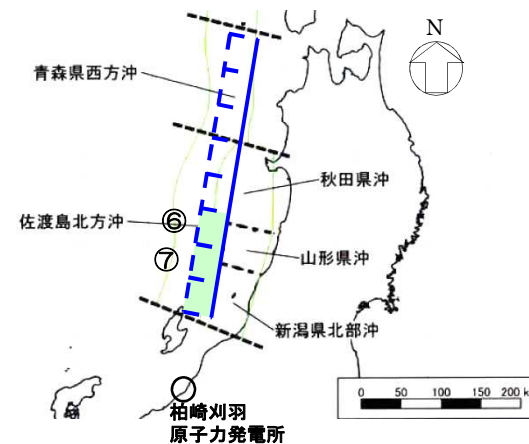


3. 4 日本海東縁部の地震による津波

■ 日本海東縁部の地震に係る数値シミュレーション結果（アスペリティモデル）

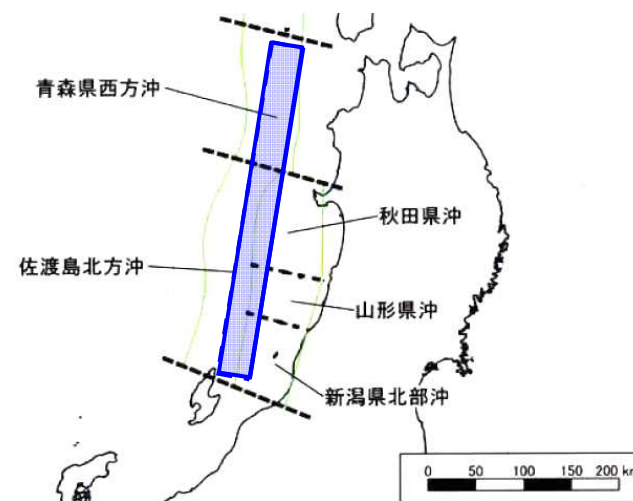
2 領域 アスペリティ モデル	アスペ リティ 位置	Mw	断層 長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の 最大水位		6号炉	7号炉	荒浜側
					最大水位 上昇量 (m)	位置	取水口前面	取水口前面	防潮堤
							最大水位 上昇量 (m)	最大水位 上昇量 (m)	最大水位 上昇量 (m)
⑥	8.4	350	40	+4.43	5号炉	+4.41	+4.36	+4.01	
⑦	8.4	350	40	+4.30	5号炉	+4.27	+4.19	+4.16	

2 領域 アスペリティ モデル	アスペ リティ 位置	Mw	断層 長さ L (km)	断層幅 W (km)	取水口前面の 最大水位		6号炉	7号炉
					最大水位 下降量 (m)	位置	取水口前面	取水口前面
							最大水位 下降量 (m)	最大水位 下降量 (m)
⑦	8.4	350	40	-4.29	1号炉	-3.65	-3.57	



3. 4 日本海東縁部の地震による津波

- 日本海東縁部による津波のうち、取水口前面における水位上昇側および下降側最大は「2領域モデル」となった。
- それぞれについて、「すべり角」と「上縁深さ」のパラメータスタディを実施した。



日本海東縁部の想定波源図

■ 取水口前面 水位上昇・下降側 最大ケース
2領域モデル 強震動予測レシピスケーリング

波源	すべり角 λ (°)
2領域モデル	80
	90
	100

最大ケースを
選択
→

上縁深さ d (km)
0
2.5
5

計4ケースの検討を追加



評価位置	最大水位上昇量 (m)	最大水位下降量 (m)
1号炉取水口前面	+5.90	-5.51
2号炉取水口前面	+5.73	-5.48
3号炉取水口前面	+5.57	-5.48
4号炉取水口前面	+5.51	-5.51
5号炉取水口前面	+5.44	-3.26
6号炉取水口前面	+5.43	-3.76
7号炉取水口前面	+5.46	-3.76
荒浜側防潮堤	+6.05	-
決定ケース	2領域モデル 強震動予測レシピ すべり角100° 上縁深さ5km	2領域モデル 強震動予測レシピ すべり角100° 上縁深さ5km

水位上昇側・水位下降側それぞれについて、日本海東縁部による津波の最大ケースを選定した。

3. 4 日本海東縁部の地震による津波

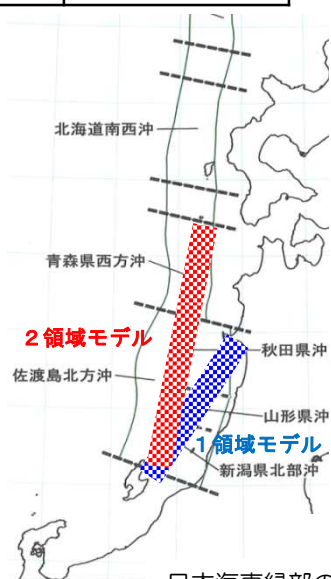
■ 【参考】 1領域モデルの詳細パラメータスタディ

- 概略パラメータスタディで選定された2領域モデルと1領域モデルの水位上昇量の差が小さいことから、念のため1領域モデルについて「すべり角」と「上縁深さ」をパラメータとした詳細パラメータスタディを実施した。
- 評価の結果、2領域モデルの水位上昇量を下回ることを確認した。

■ パラメータ（1領域、2領域モデル共通）

波源	すべり角 λ (°)	上縁深さ d (km)
1領域モデル	80	0
2領域モデル	90	2.5
	100	5

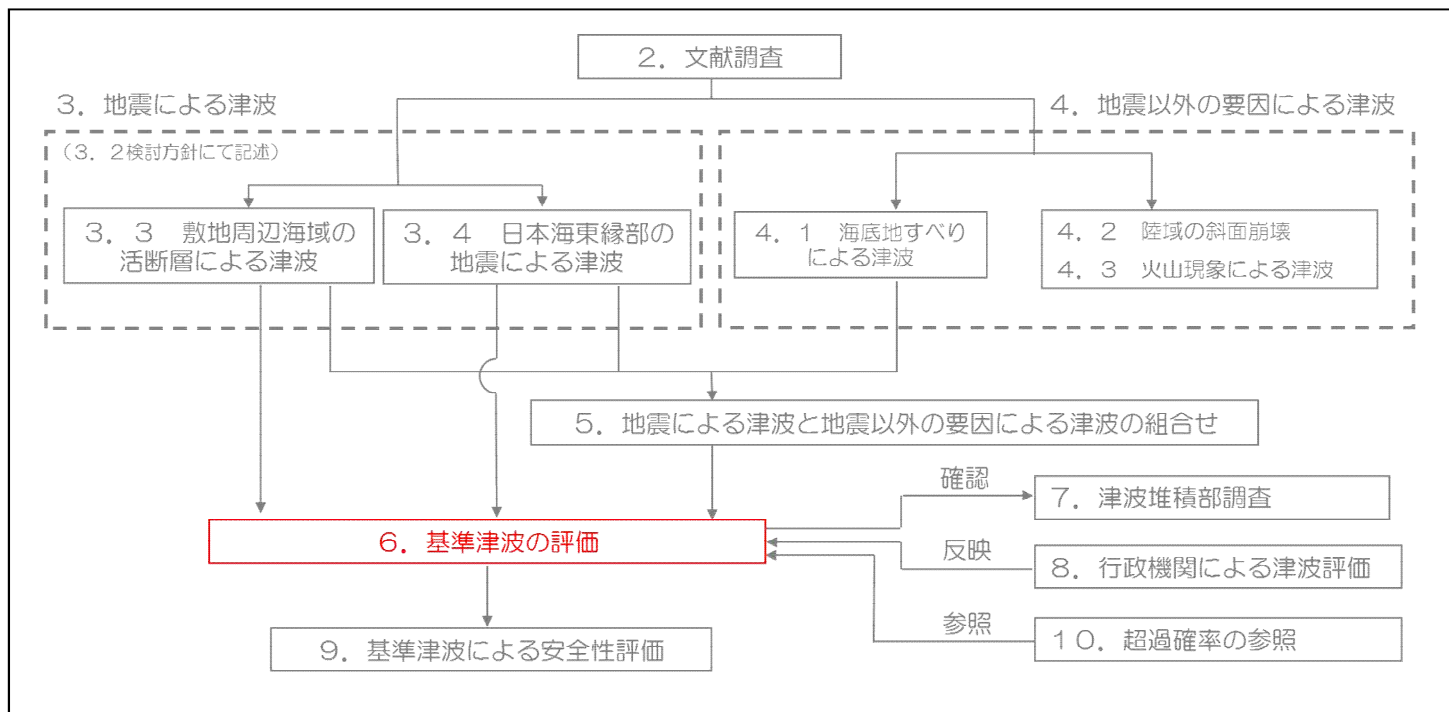
最大ケースを
選択
→



日本海東縁部の想定波源図

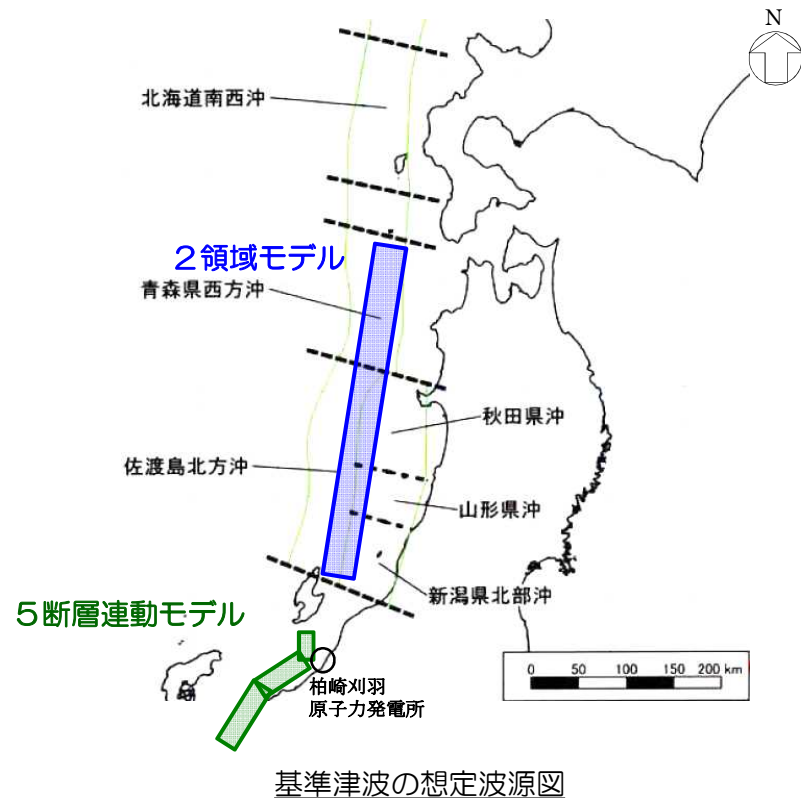
評価位置	最大水位上昇量 (m)	
	2領域 モデル	1領域 モデル
1号炉取水口前面	+5.90	+5.18
2号炉取水口前面	+5.73	+5.20
3号炉取水口前面	+5.57	+5.16
4号炉取水口前面	+5.51	+5.14
5号炉取水口前面	+5.44	+5.26
6号炉取水口前面	+5.43	+5.20
7号炉取水口前面	+5.46	+5.09
荒浜側防潮堤	+6.05	+5.23
決定ケース	すべり角 : 100° 上縁深さ : 5km	すべり角 : 90° 上縁深さ : 0km

6. 基準津波の評価



6. 基準津波の評価

- 「地震による津波」「地すべりによる津波」「地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せ」の中から、取水口前面において最高水位及び最低水位となるケースを選定した。
- 上昇側最大は、「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）とLS-2の組合せケース。
- 下降側最大は、「地震による津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）のケース。
- 荒浜側防潮堤の最高水位となるケースおよび荒浜側、大湊側遡上域最大ケースは共に「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、海域の活断層（5断層連動モデル）とLS-2の組合せケース。



基準津波の想定波源図

地震による津波

水位	地震	波源のモデル化 (スケーリング則)	水位 T.M.S.L. (m)										
			取水口前面							荒浜側		遡上域	
			1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側	大湊側	
上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会手法	+5.2	+5.5	+5.7	+5.6	+4.5	+4.5	+4.7	+6.9	+7.1	+7.3	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	+6.5	+6.3	+6.2	+6.1	+6.0	+6.0	+6.0	+6.6	+6.6	+7.4	
下降側	海域の活断層 (長岡十日町連動モデル)	強震動予測 レシビ	-4.8	-4.6	-4.5	-4.5	-3.0	-3.5	-3.5	-	(+0.2)	(+1.0)	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	(+5.0)	(+5.1)	(+5.7)	

海底地すべりによる津波

水位	地すべり	水位 T.M.S.L. (m)										
		取水口前面							荒浜側		遡上域	
		1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側	大湊側	
上昇側	LS-2	+4.5	+4.3	+4.1	+4.1	+3.6	+3.6	+3.6	+6.2	+6.3	+5.1	
下降側	LS-3	-3.9	-3.6	-3.5	-3.4	-2.8	-2.7	-2.6	(+3.1)	(+5.9)	(+4.8)	

地震と地すべりの組み合わせによる津波

水位	地震	波源のモデル化 (スケーリング則)	地すべり	水位 T.M.S.L. (m)									荒浜側防潮堤内敷地*		
				取水口前面							荒浜側			遡上域	
				1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤	荒浜側		大湊側	
上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会手法	LS-2	+5.1	+5.3	+5.5	+5.4	+4.5	+4.5	+4.6	+7.6	+7.6	+7.5	-	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	LS-2	+6.8	+6.7	+6.5	+6.4	+6.2	+6.2	+6.1	+7.1	+7.4	+6.9	+6.7	
下降側	海域の活断層 (長岡十日町連動モデル)	強震動予測 レシビ	LS-3	-4.9	-4.7	-4.6	-4.6	-3.0	-3.5	-3.5	-	(+3.1)	(+3.0)	-	
	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシビ	LS-3	-5.2	-5.2	-5.2	-5.2	-3.0	-3.5	-3.5	(+6.7)	(+7.4)	(+6.4)	-	

*荒浜側防潮堤内敷地の水位に関する検討については補足説明資料12章に詳述

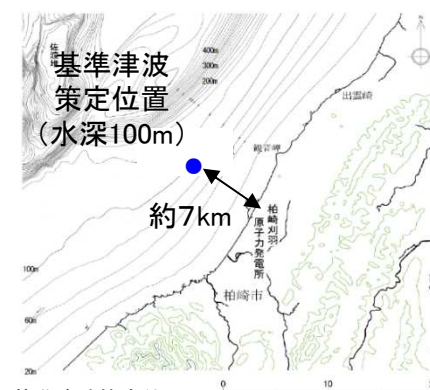
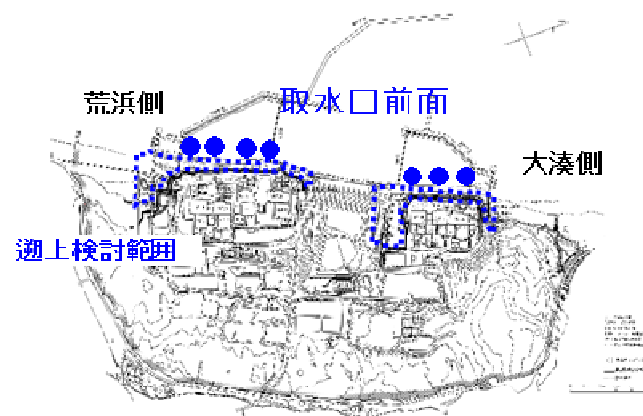
6. 基準津波の評価

- これまでの検討を踏まえ、基準津波として選定されるケースは下記のとおり。
- なお、基準津波策定位置は、施設や沿岸からの反射波の影響、大陸棚の斜面の影響が微小となる、水深100 m (敷地の沖合約7 km) を選定した。

単位：T. M. S. L. (m)

基準津波	水位	地震	波源のモデル化 (スケーリング則)	組合せ	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	荒浜側 防潮堤内 敷地※	基準津波 策定位置
基準津波 1	取水口前面 上昇側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位 +地すべり	+6.8	+6.7	+6.5	+6.4	+6.2	+6.2	+6.1	+6.7	+3.5
基準津波 2	取水口前面 下降側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	-	-4.0
基準津波 3	荒浜側 防潮堤	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	地震+潮位 +地すべり	+7.6						-	+2.7	

※ 荒浜側防潮堤の損傷を考慮した場合の水位 (詳細は補足説明資料12.)

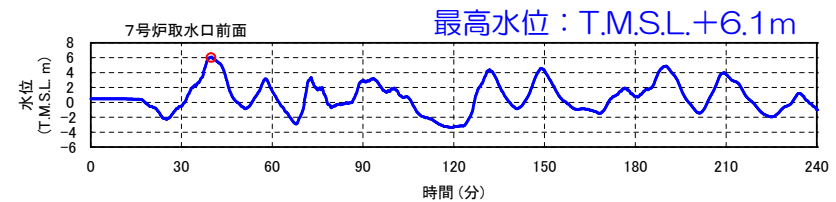
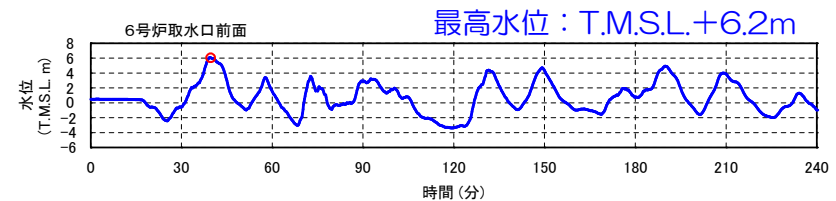
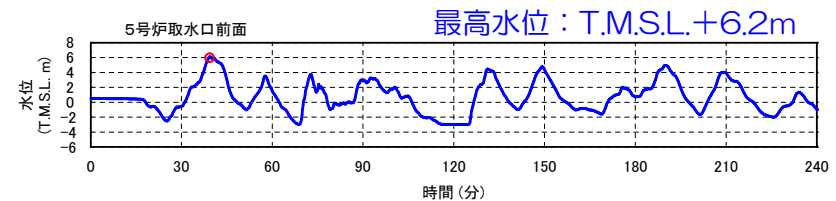
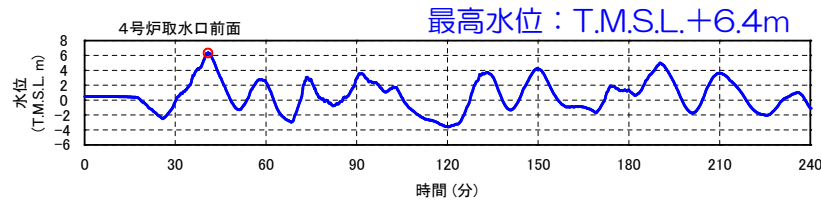
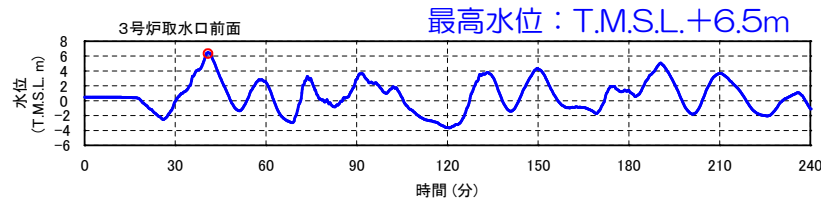
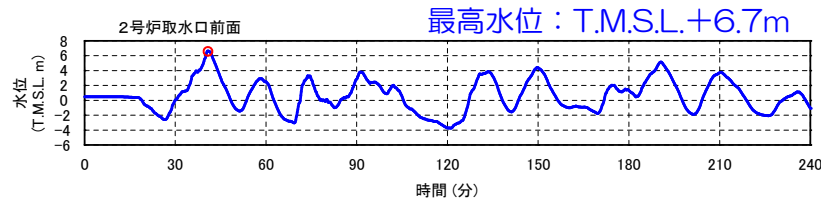
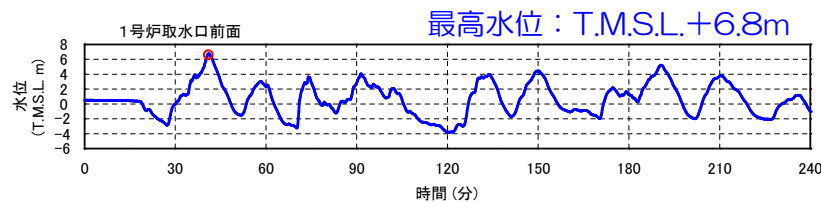
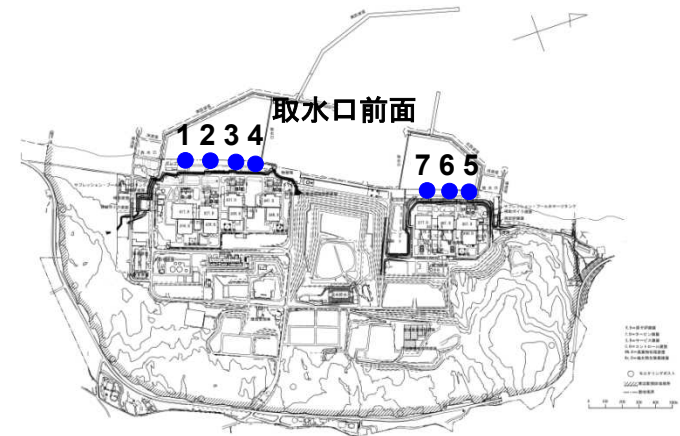


※基準津波策定位置：
施設や沿岸からの反射波の影響、大陸棚の斜面の影響が微小となる、水深100m(敷地の沖合約7km)を選定

6. 基準津波の評価〔時刻歴波形〕（取水口前面上昇側最大ケース）

■ 上昇側最大ケース

- 「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）+LS-2について時刻歴波形を示す。（5章のケースに同じ）

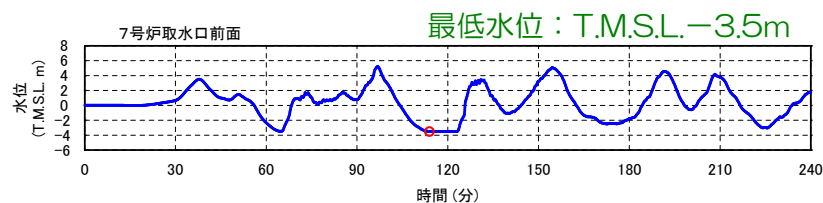
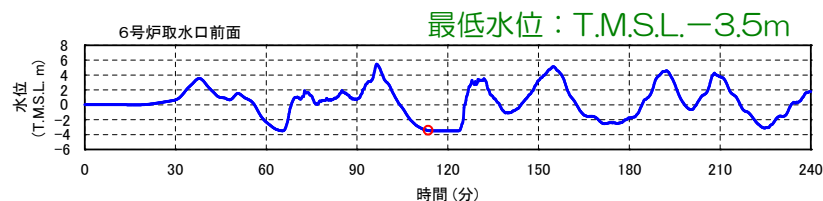
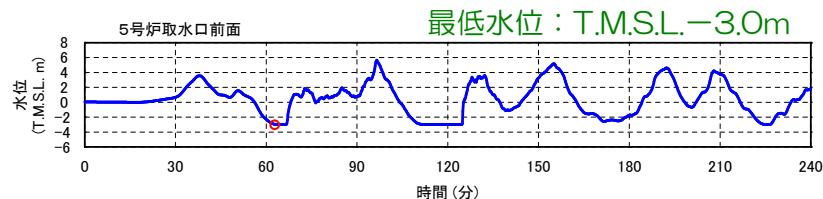
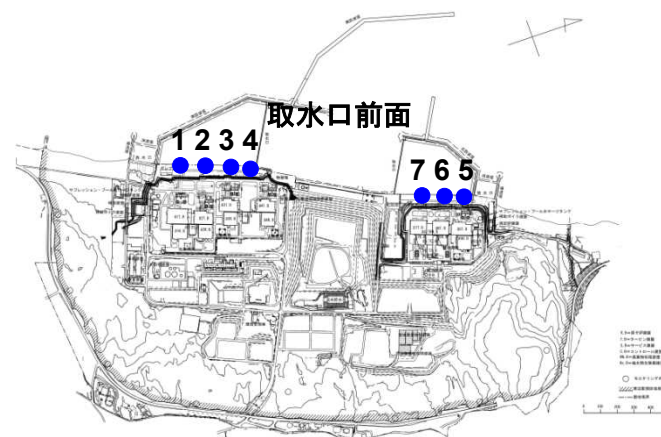
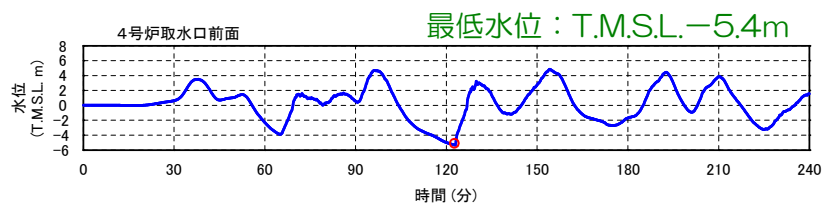
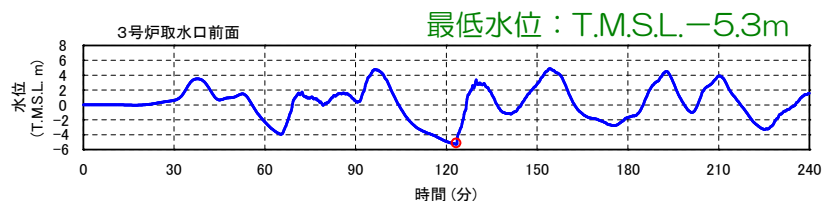
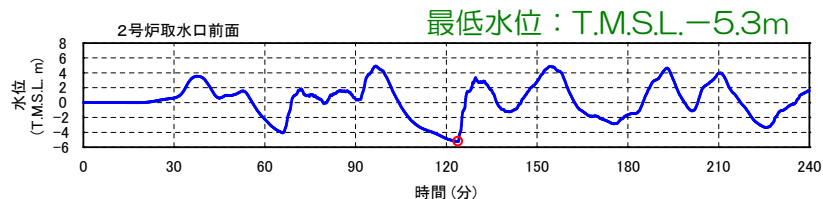
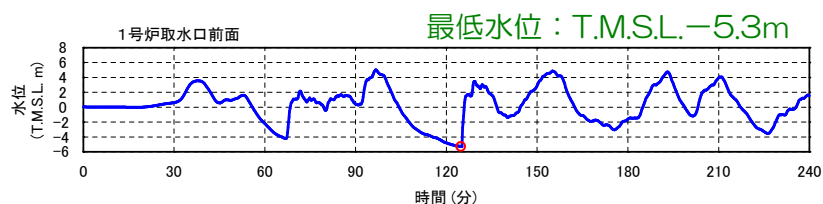


上昇側最大ケースの時刻歴波形：日本海東縁部（2領域モデル）+LS-2

6. 基準津波の評価〔時刻歴波形〕（取水口前面下降側最大ケース）

■ 下降側最大ケース

- 「地震による津波」のうち、日本海東縁部（2領域モデル）について時刻歴波形を示す。（3.5章のケースに同じ）

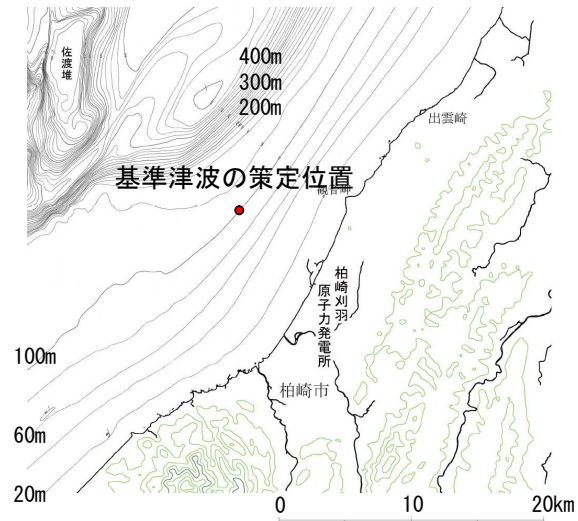
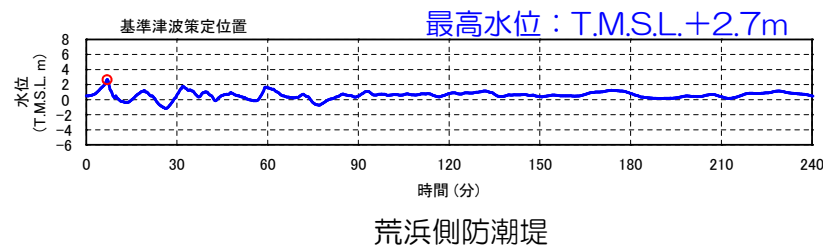
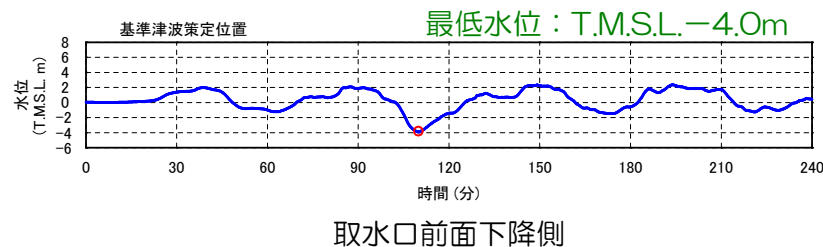
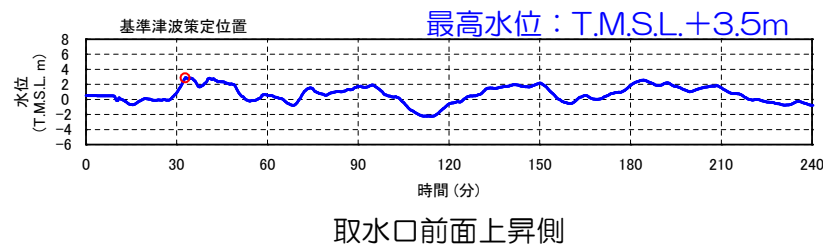


下降側最大ケースの時刻歴波形：日本海東縁部（2領域モデル）

6. 基準津波の評価〔時刻歴波形〕（基準津波策定位置・荒浜側防潮堤）

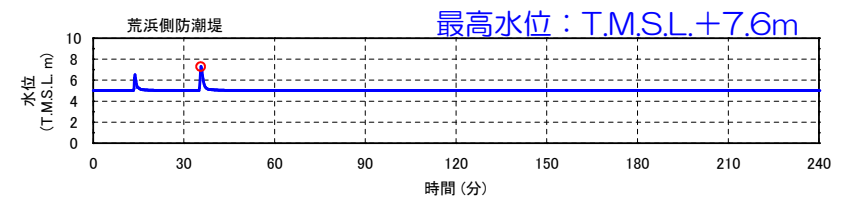
■ 基準津波の策定位置における時刻歴波形

- 選定された基準津波のケースにおいて基準津波策定位置における時刻歴波形を示す。



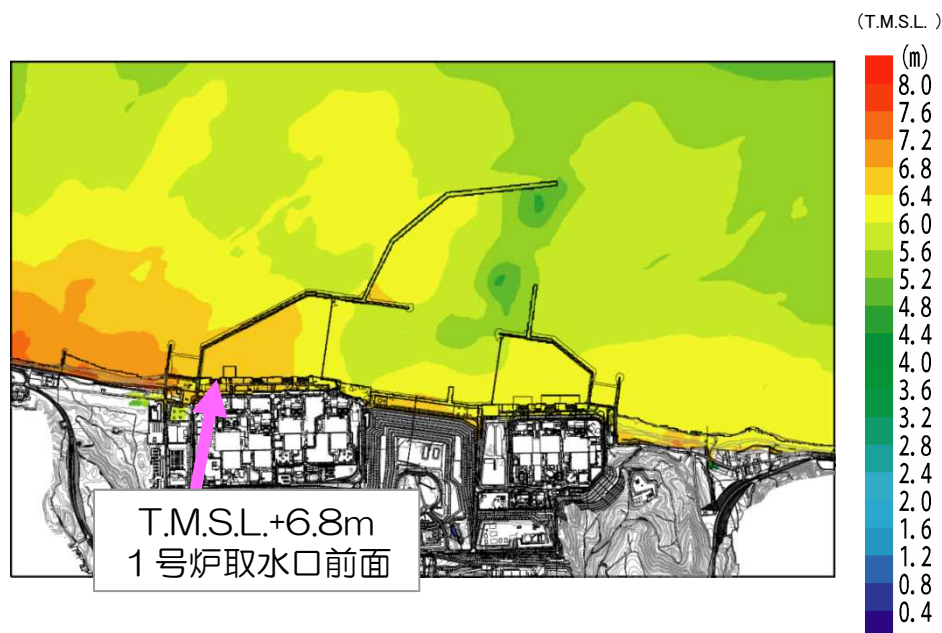
■ 荒浜側防潮堤上昇側最大ケース

- 「地震と地すべりの組合せによる津波」のうち、5断層連動モデル+LS-2について時刻歴波形を示す。



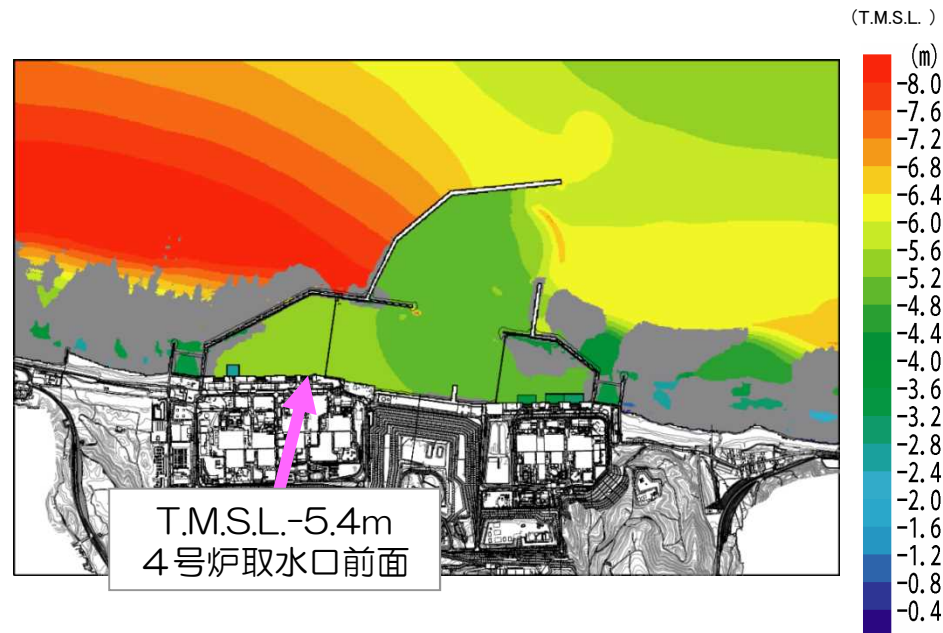
6. 基準津波の評価〔水位分布〕（取水口前面）

- 上昇側最大ケース及び下降側最大ケースについて、水位分布（最大水位上昇量分布、最大水位下降量分布）を示す。



取水口前面上昇側最大ケース：
日本海東縁部（2領域モデル）+LS-2

最大水位上昇量分布



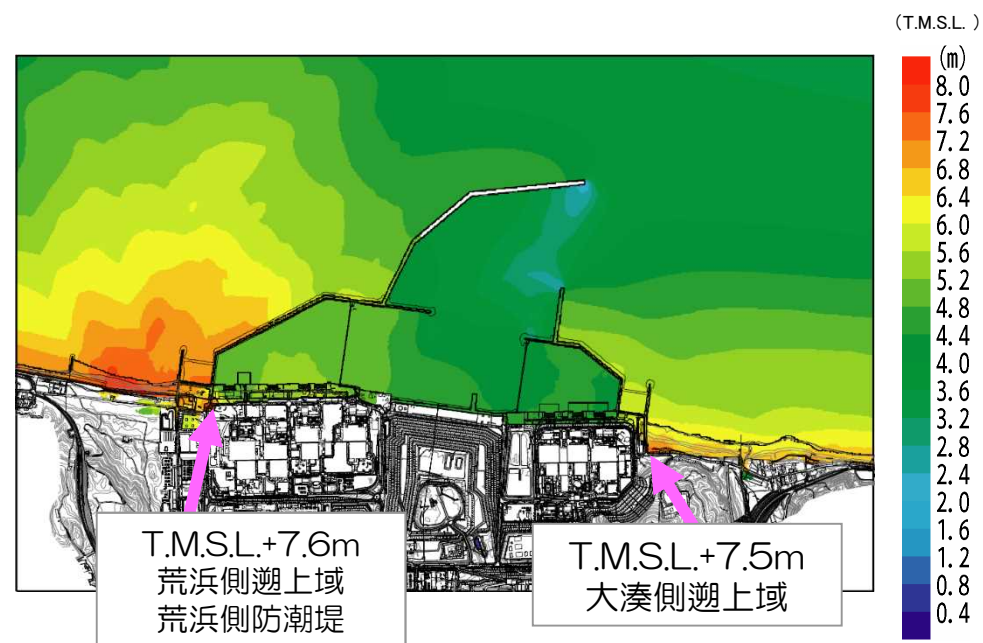
取水口前面下降側最大ケース：
日本海東縁部（2領域モデル）

最大水位下降量分布

※全水深10cm以下を露出域（灰色部）として表示

6. 基準津波の評価〔水位分布〕（荒浜側防潮堤および遡上域最大水位ケース）

- 荒浜側防潮堤及び荒浜・大湊側遡上域最大水位ケースについて、水位分布（最大水位上昇量分布）を示す。



荒浜側防潮堤および荒浜・大湊側遡上域最大水位ケース：
海域の活断層（5断層連動モデル）＋地すべり（LS-2）

最大水位上昇量分布