

# 柏崎刈羽原子力発電所

## 地震随件事象に対する考慮 津波に対する安全性について

### コメント回答

平成20年12月16日

東京電力株式会社



東京電力

---

# ご説明事項

## コメント

日本海東縁部の地震活動域のうち新潟～山形沖の領域の地震による津波を想定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

日本海東縁部の基準断層モデルのモーメントマグニチュードを，1993年北海道南西沖地震の津波を再現する断層モデルの $M_w=7.84$ を元に設定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

地盤の隆起量が津波数値シミュレーションにおいてどのように考慮されているのか判りづらいので再説明すること

（第24回合同WG，平成20年12月11日）

# ご説明事項

## コメント

日本海東縁部の地震活動域のうち新潟～山形沖の領域の地震による津波を想定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

日本海東縁部の基準断層モデルのモーメントマグニチュードを，1993年北海道南西沖地震の津波を再現する断層モデルの $M_w=7.84$ を元に設定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

地盤の隆起量が津波数値シミュレーションにおいてどのように考慮されているのか判りづらいので再説明すること

（第24回合同WG，平成20年12月11日）

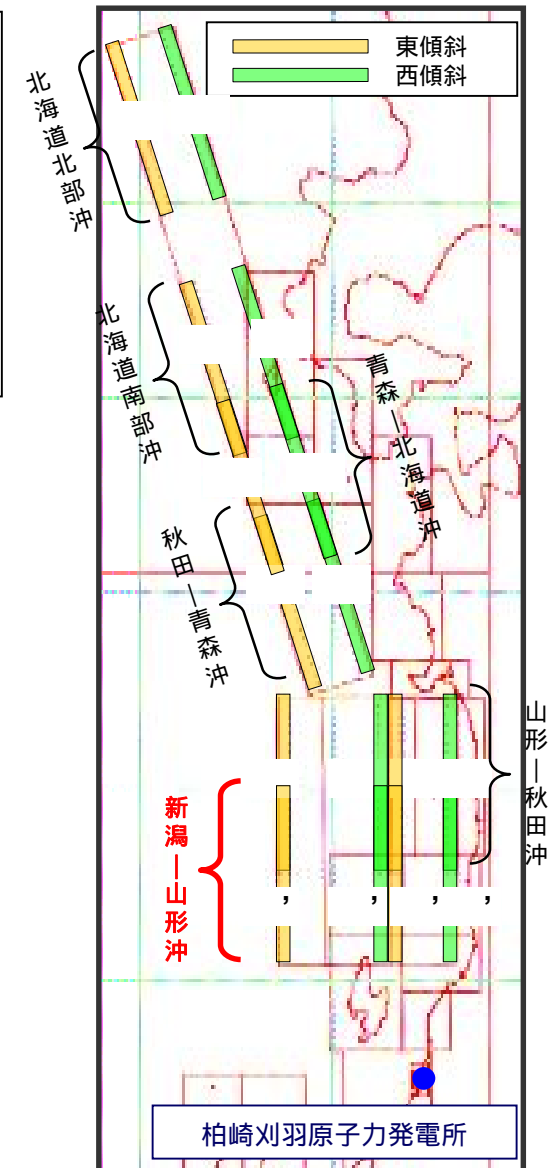
# コメント に対する回答

- 土木学会(2002)に示される日本海東縁部の地震活動域全域において基準断層モデルによる概略パラメータスタディ実施
- 地震活動域全域には地震調査研究推進本部(2003)に示される地震活動域を含む
- 基準断層モデルには,新潟～山形沖の領域において実施したパラメータスタディで最大水位上昇量・下降量を示す高角度モデル(傾斜角 $60^\circ$ )を用いた

日本海東縁部に想定される地震の基準断層モデル諸元<sup>\*</sup>)

	Mw	断層長 L(km)	断層幅 W(km)	すべり量 D(m)	断層上縁深さ d(km)	走向 ( $^\circ$ )	傾斜角 ( $^\circ$ )	すべり角 ( $^\circ$ )
高角モデル	7.85	131.1	17.3	9.44	0	20・200	60	90

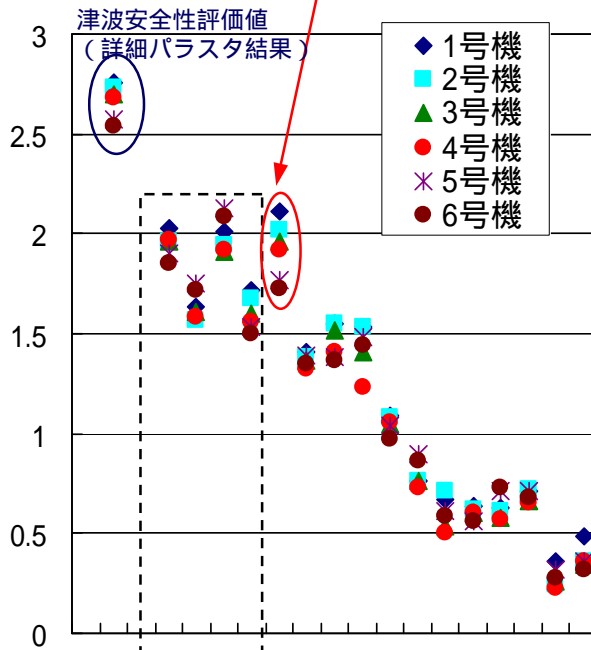
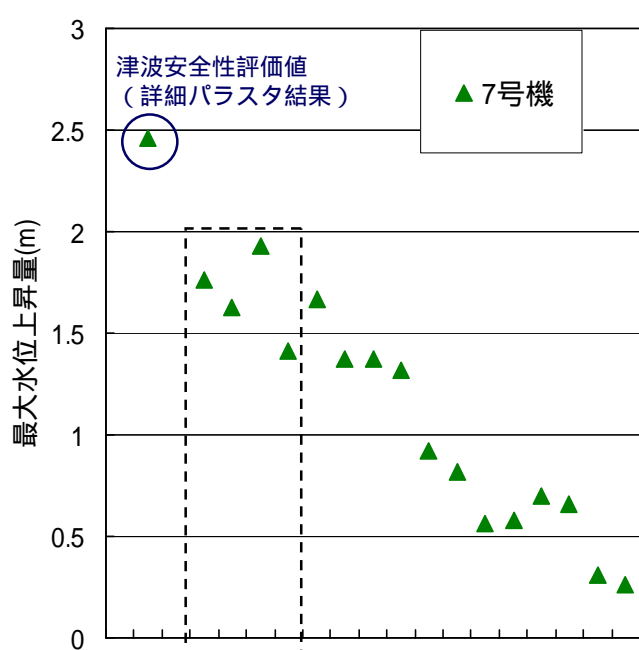
<sup>\*</sup>) 基準断層モデルの設定についてはP7参照



# コメント に対する回答

1号機, 2号機のみ「新潟～山形沖」の領域よりも若干大きな値を示すが、他号機はすべて「新潟～山形沖」の領域のほうが大きい

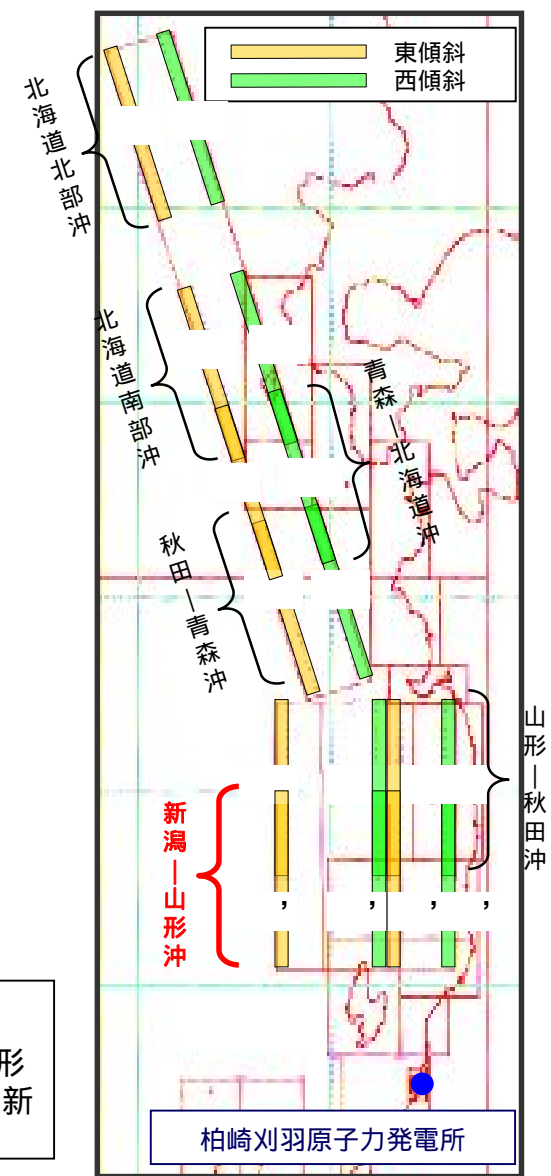
## 数値シミュレーション結果 (最大水位上昇量)



「新潟～山形沖」の領域による影響が最も大きい

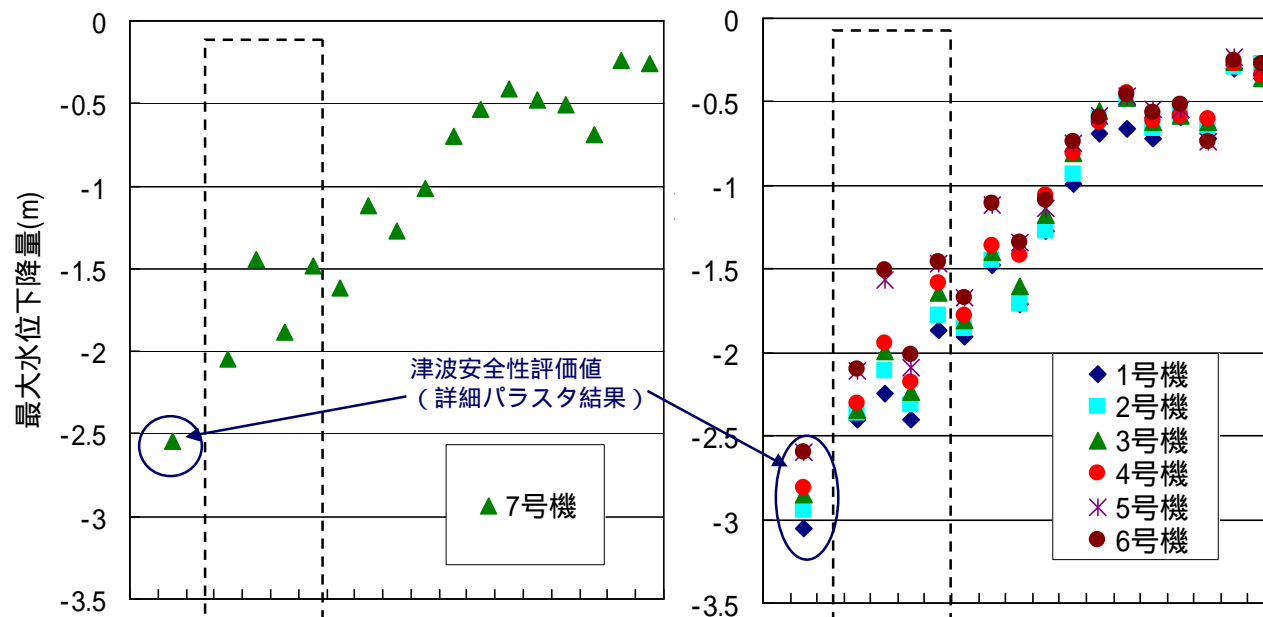
波源位置  
詳細パラメータスタディを実施した「新潟～山形沖」の領域

- ◇ 波源が遠くなるほど、津波による影響は小さくなる
- ◇ ただし、1号機及び2号機のみ、「新潟～山形沖」( ' ~ ' ) に比べて「山形～秋田沖」のうち波源 による水位が若干大きくなるものの、他号機はすべて「新潟～山形沖」のほうが大きい



# コメント に対する回答

## 数値シミュレーション結果（最大水位下降量）

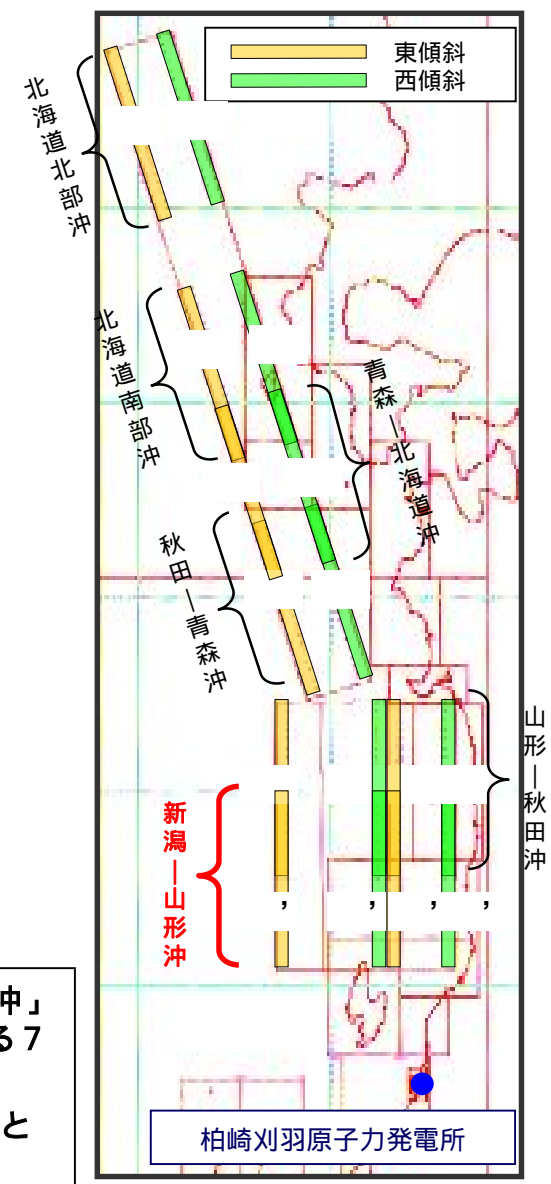


「新潟～山形沖」の領域による影響が最も大きい

波源位置  
詳細パラメータスタディを実施した「新潟～山形沖」の領域

◇ 波源が遠くなるほど、津波による影響は小さくなる

- ✓ 最大水位上昇量の概略パラメータスタディにおいて、1・2号機のみ「新潟～山形沖」より若干影響が大きい波源があるが、その量は小さいこと、今回評価対象としている7号機を含むそれ以外の号機はすべて「新潟～山形沖」による影響が最も大きい。
- ✓ したがって、「新潟～山形沖」を詳細パラメータスタディの対象としたことは妥当と考えられる



# ご説明事項

## コメント

日本海東縁部の地震活動域のうち新潟～山形沖の領域の地震による津波を想定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

日本海東縁部の基準断層モデルのモーメントマグニチュードを，1993年北海道南西沖地震の津波を再現する断層モデルの $M_w=7.84$ を元に設定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

地盤の隆起量が津波数値シミュレーションにおいてどのように考慮されているのか判りづらいので再説明すること

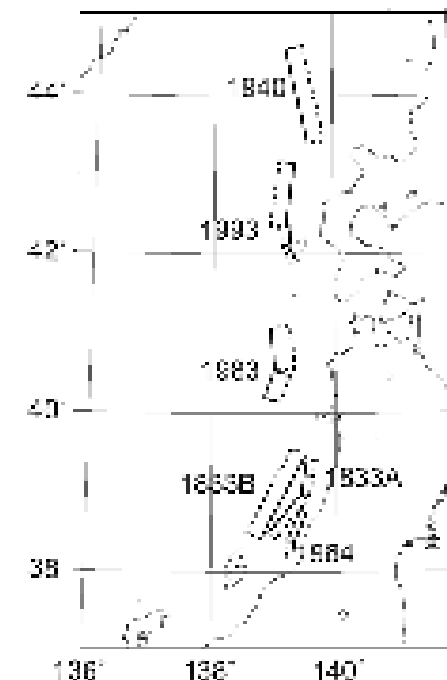
（第24回合同WG，平成20年12月11日）

## 日本海東縁部に想定される地震

- ✧ 日本海東縁部に発生する地震の想定にあたっては，土木学会(2002)に従い，痕跡高が多く存在する津波を再現できる断層モデルのうち，既往最大のモーメントマグニチュード(Mw)を示す1993年北海道南西沖地震のMw=7.84を下回らないように，基準断層モデルのMwを7.85に設定した
- ✧ 基準断層モデルの断層パラメータの設定にあたっては，土木学会(2002)に従い，武村(1998)のスケーリング則を適用した

既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル(日本海東縁部)  
(土木学会(2002))

対象津波	モデル M <sub>w</sub>	面積 (km <sup>2</sup> )	L (km)	W (km)	D (m)	d (km)	(°)	(°)	(°)	データ 数	K		備考
1833年天保山形沖(A)	7.82	1250	50	25	6.4	0	10	60	90	27	1.04	1.42	本体系化原案 (相田(1989)を修正;陸岸近く)
		1750	70	25	6.4	0	40	60	120				
1833年天保山形沖(B)	7.76	3960	132	30	4.0	0	208	45	90	27	1.17	1.28	本体系化原案(沖合)
1940年積丹沖	7.70	4050	135	30	3.2	0	347	40	90	20	1.02	1.42	本体系化原案 (Satake(1986)を修正)
1964年新潟	7.35	900	45	20	3.3	1	202	60	90	検潮	-	-	Noguera and Ku.Abe(1992)
		300	20	15	3.0	1	189	60	90				
同上	7.51	813	32.5	25	5.3	0	200	60	52	検潮	-	-	加藤・安藤(1995)
		813	32.5	25	2.9	0	200	60	90				
1983年日本海中部	7.74	1200	40	30	7.6	2	22	40	90	218	1.12	1.46	相田(1984) Model-10
		1800	60	30	3.05	3	355	25	80				
1993年北海道南西沖	7.84	2250	90	25	5.71	10	188	35	80	249	0.96	1.51	高橋武之ら(1995) DCRC-26モデル
		650	26	25	4.00	5	175	60	105				
		458	30.5	15	12	5	150	60	105				



日本海東縁部の  
既往断層モデル位置

(土木学会(2002))



# ご説明事項

## コメント

日本海東縁部の地震活動域のうち新潟～山形沖の領域の地震による津波を想定したことの妥当性について説明すること

（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

日本海東縁部の基準断層モデルのモーメントマグニチュードを，1993年北海道南西沖地震の津波を再現する断層モデルの $M_w=7.84$ を元に設定したことの妥当性について説明すること

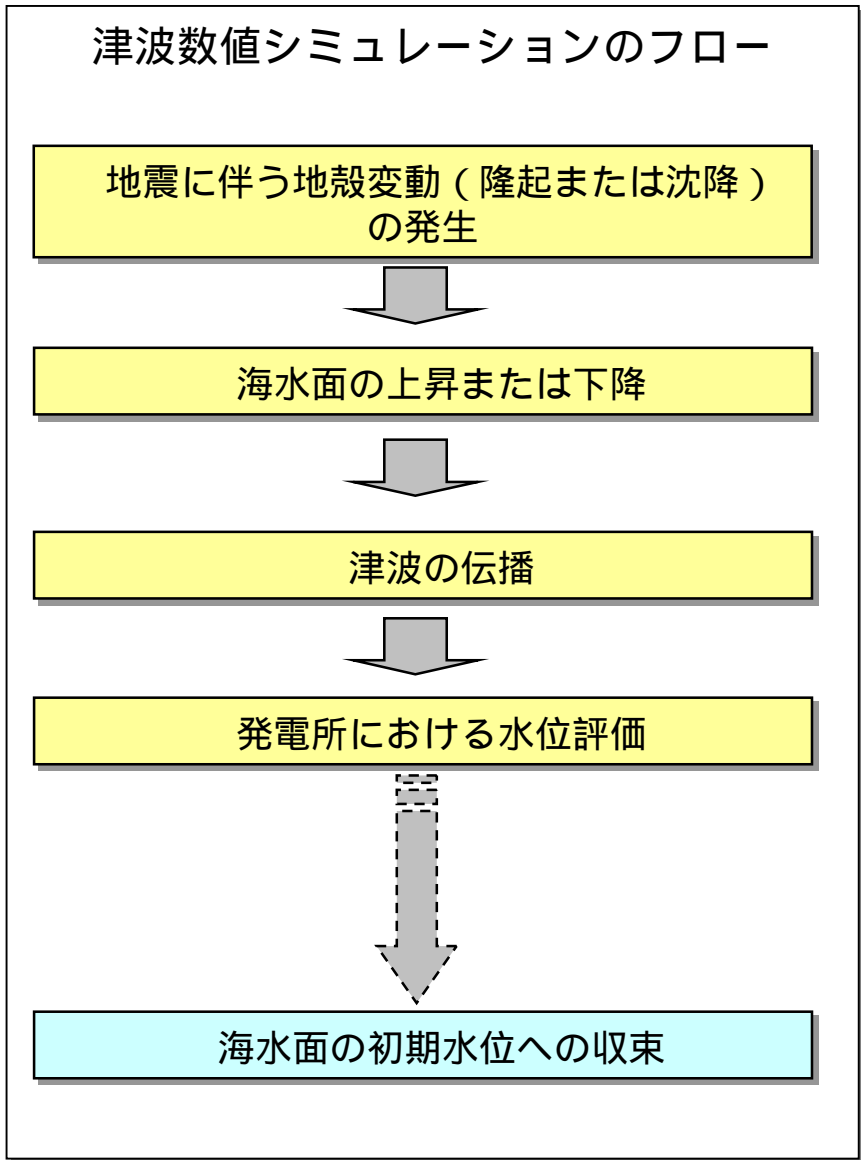
（合同W24-2：「（案）東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に係る原子力安全・保安院中間報告以降における合同WGの審議の整理について」における指摘事項）

地盤の隆起量が津波数値シミュレーションにおいてどのように考慮されているのか判りづらいので再説明すること

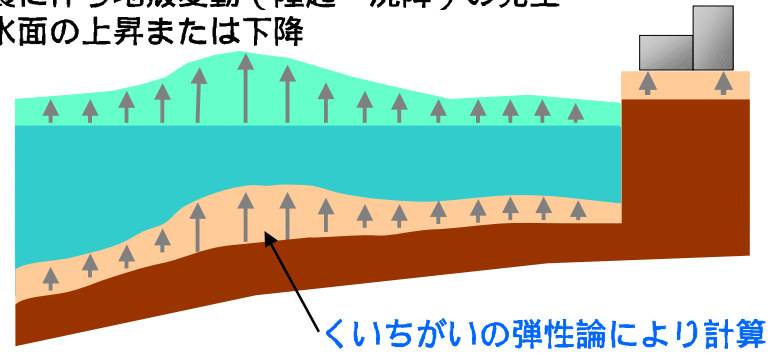
（第24回合同WG，平成20年12月11日）

# コメント に対する回答

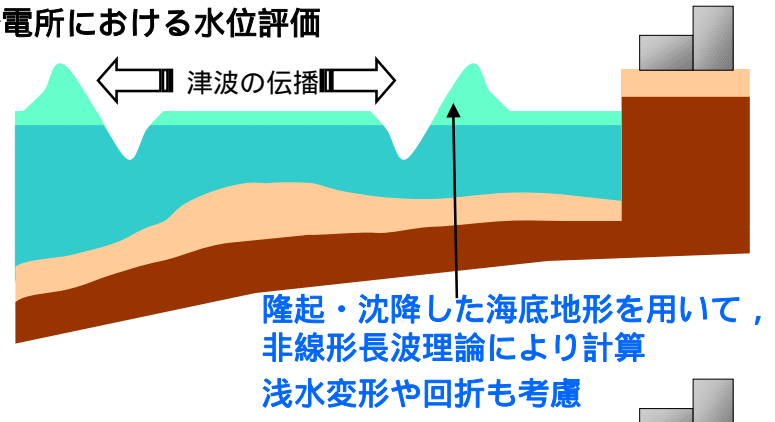
## 津波数値シミュレーションの説明



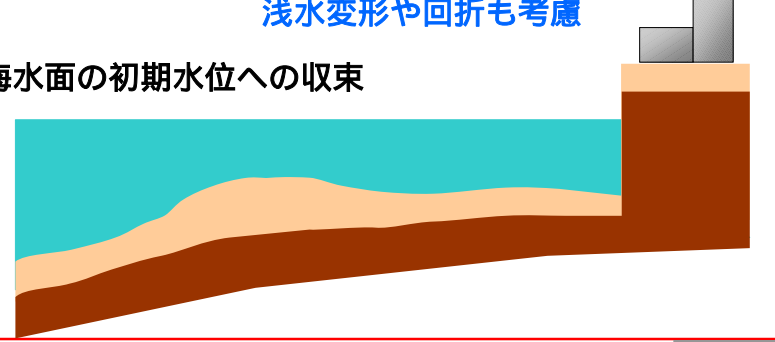
地震に伴う地殻変動（隆起・沈降）の発生  
海水面上昇または下降



津波の伝播  
発電所における水位評価



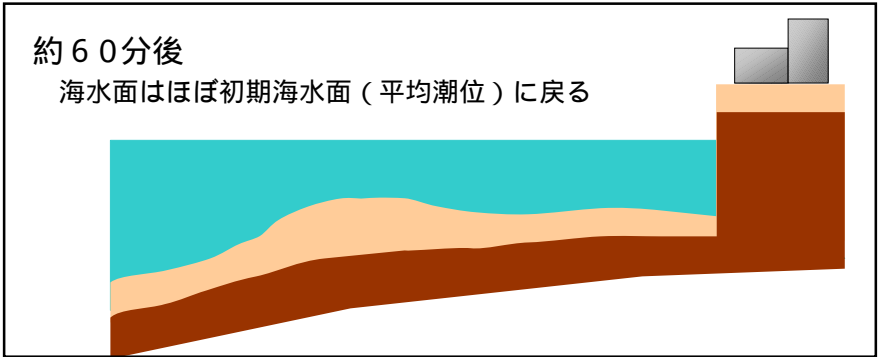
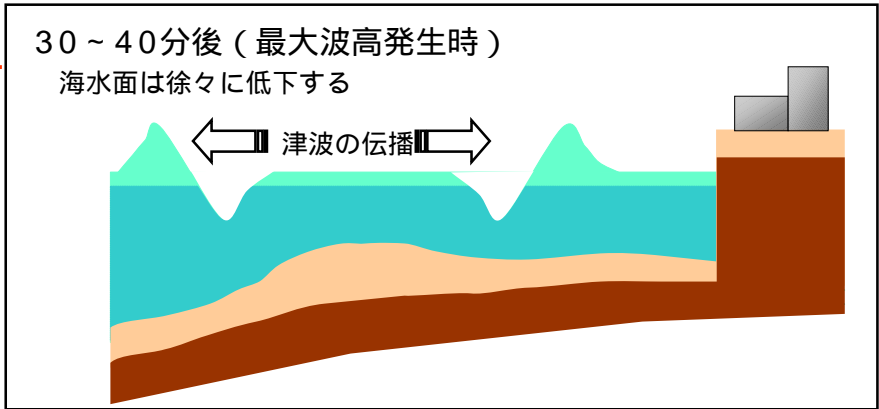
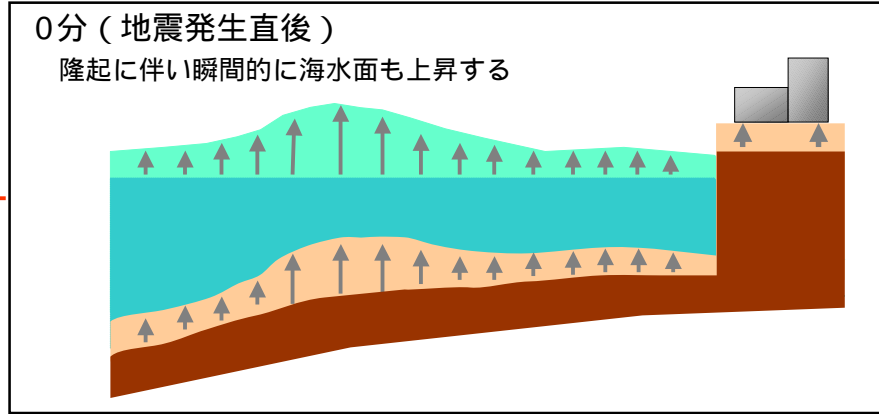
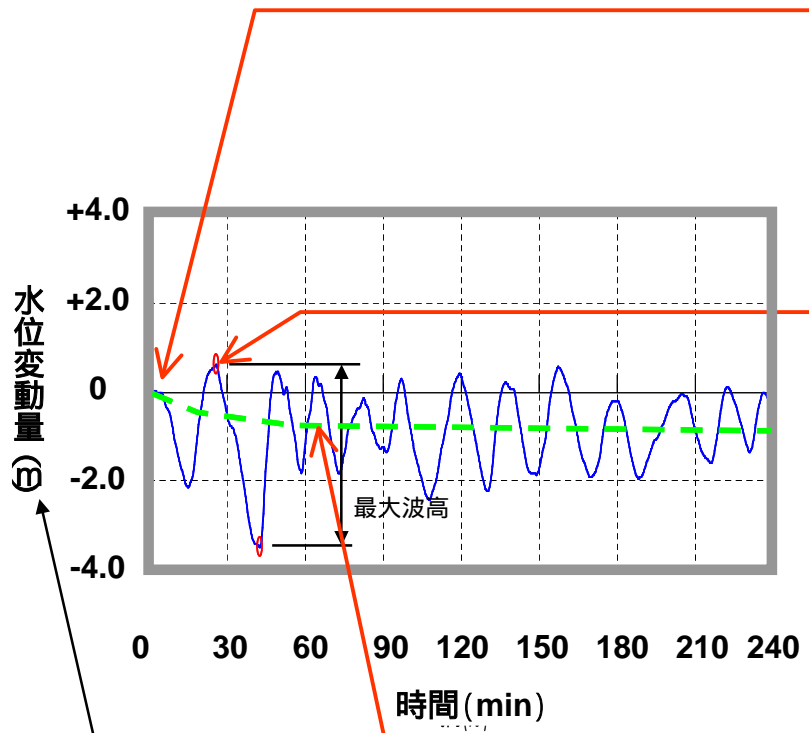
海水面の初期水位への収束



# コメント に対する回答

## 水位変動量と計算過程の比較

例) 1号機取水口前面における計算例  
 - 長岡平野断層帯(  $\approx 35^\circ$  )による想定津波 -



- ✓ 「初期水位 (平均潮位) + 1号機取水口での地殻変動量」を基点とした水位変動量
- ✓ 水位の評価方法については、次ページで解説

# コメント に対する回答

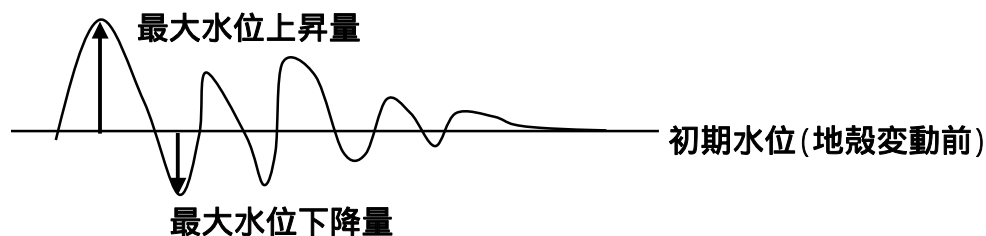
水位評価における2つの方法

方法1：「初期水位（平均潮位）」からの水位変動量を評価

水位変動量  
+ 朔望平均潮位

比較

地震前の敷地・機器等の標高  
+ 地殻変動量



方法1のメリット  
・表記が直接的でわかりやすい

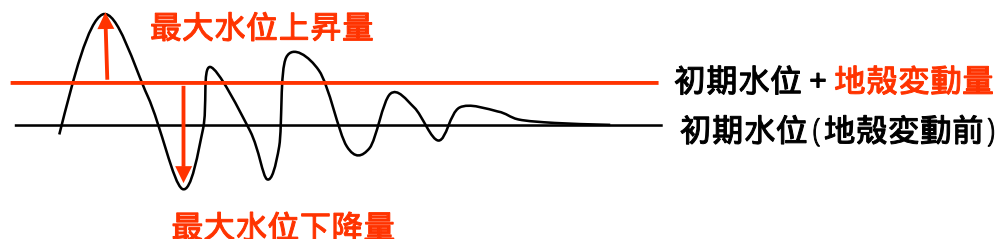
今回当社が採用した方法

方法2：「初期水位（平均潮位）+ 評価点の地殻変動量」からの水位変動量を評価

水位変動量(地殻変動考慮)  
+ 朔望平均潮位

比較

地震前の敷地・機器等の標高



方法2のメリット  
・水位変動量(最大水位上昇・下降量)の段階で、隆起・沈降量を反映しているため、水位変動量どうしを比較することにより、発電所に最も影響を与える津波の比較・検討ができる(パラメータスタディを多数実施する場合に適する)

# コメント に対する回答

(例：1号機・最高水位ケース（日本海東縁部の想定津波）)

## 方法1：「初期水位（平均潮位）」からの水位変動量を評価



$$H_1(+2.73\text{m}) + \text{H.W.L. (T.M.S.L.+0.48m)} = \text{T.M.S.L.} + 3.21\text{m} < \text{T.M.S.L.} + 5.00\text{m} - 0.03\text{m} = \text{T.M.S.L.} + 4.97\text{m}$$

朔望平均満潮位
原子炉建屋等の重要施設 地殻変動量  
設置レベル

今回当社が採用した方法

## 方法2：「初期水位（平均潮位）+ 評価点の地殻変動量」からの水位変動量を評価



$$H_2(+2.76\text{m}) + \text{H.W.L. (T.M.S.L.+0.48m)} = \text{T.M.S.L.} + 3.24\text{m} < \text{T.M.S.L.} + 5.00\text{m}$$

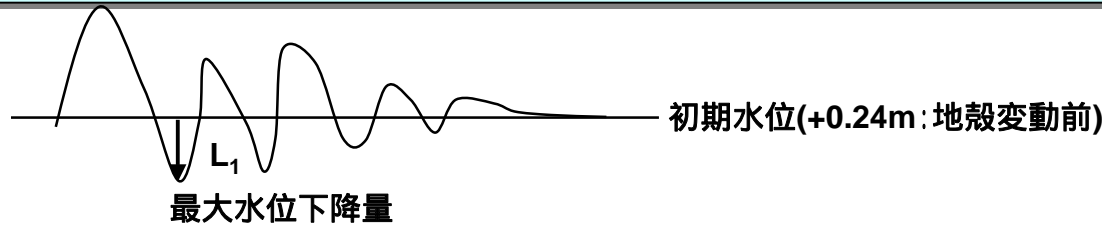
朔望平均満潮位
原子炉建屋等の重要施設  
設置レベル

今回当社が評価に採用した水位

# コメント に対する回答

(例：1号機・最低水位ケース(長岡平野西縁断層帯(θ=35°))

## 方法1：「初期水位(平均潮位)」からの水位変動量を評価

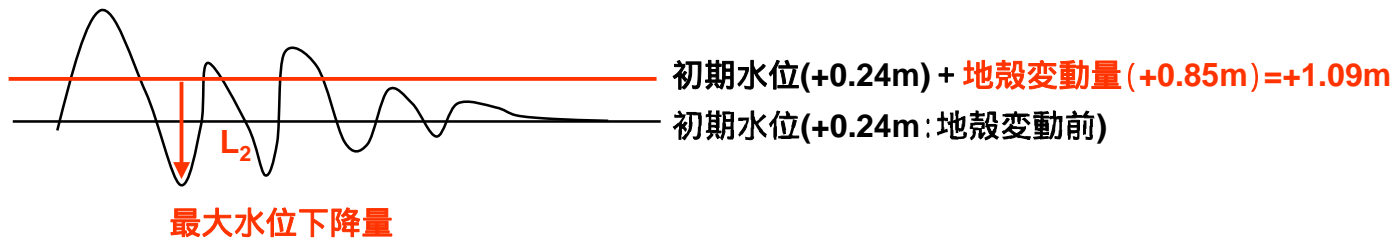


$$L_1(-2.63\text{m}) + \text{L.W.L. (T.M.S.L.-0.02m)} = \text{T.M.S.L. -2.65m} > \text{T.M.S.L.-4.22m} + 0.85\text{m} = \text{T.M.S.L.-3.37m}$$

朔望平均干潮位
原子炉補機冷却海水ポンプ 地殻変動量  
吸い込み可能レベル

今回当社が採用した方法

## 方法2：「初期水位(平均潮位) + 評価点の地殻変動量」からの水位変動量を評価



$$L_2(-3.48\text{m}) + \text{L.W.L. (T.M.S.L.-0.02m)} = \text{T.M.S.L. -3.50m} > \text{T.M.S.L.-4.22m}$$

朔望平均干潮位
原子炉補機冷却海水ポンプ  
吸い込み可能レベル

今回当社が評価に採用した水位

両方法は本質的には同じであり、どちらの方法も妥当である

## 参考文献

---

- 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 平成14年2月，321p
- 地震調査研究推進本部 地震調査委員会(2003)：日本海東縁部の地震活動の長期評価
- 武村雅之(1998)：日本列島における地殻内地震のスケーリング則 - 地震断層の影響および地震被害との関連 - ，地震第2輯，第51巻，pp.211-228

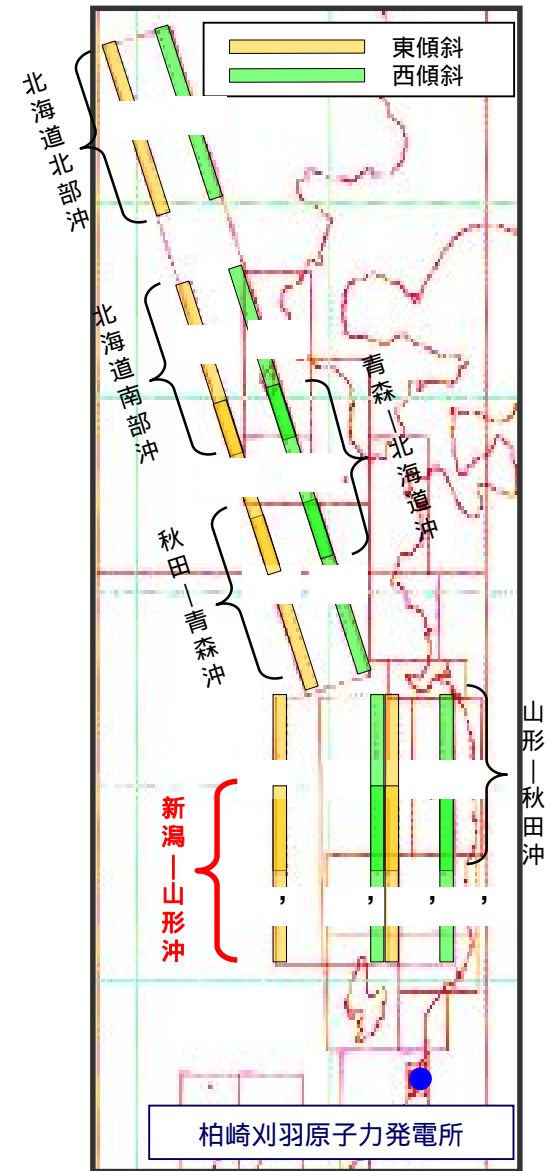
# (参考) コメント に係る資料

## 日本海東縁部全域における概略パラメータスタディ結果

(単位：m)

波源	1号機 最大水位		2号機 最大水位		3号機 最大水位		4号機 最大水位	
	上昇量	下降量	上昇量	下降量	上昇量	下降量	上昇量	下降量
'	2.03	-2.40	1.96	-2.36	1.96	-2.34	1.97	-2.30
'	1.63	-2.25	1.57	-2.11	1.61	-1.99	1.58	-1.94
'	2.01	-2.40	1.94	-2.31	1.91	-2.24	1.92	-2.18
'	1.72	-1.87	1.68	-1.78	1.60	-1.64	1.56	-1.58
'	2.11	-1.91	2.02	-1.86	1.96	-1.81	1.92	-1.78
'	1.41	-1.48	1.38	-1.45	1.37	-1.40	1.32	-1.36
'	1.55	-1.71	1.55	-1.71	1.52	-1.60	1.41	-1.42
'	1.53	-1.27	1.53	-1.27	1.41	-1.18	1.23	-1.06
'	1.09	-0.99	1.08	-0.93	1.05	-0.81	1.06	-0.81
'	0.76	-0.69	0.76	-0.60	0.76	-0.55	0.73	-0.62
'	0.67	-0.66	0.71	-0.49	0.54	-0.48	0.50	-0.45
'	0.64	-0.72	0.62	-0.66	0.60	-0.62	0.60	-0.61
'	0.63	-0.59	0.61	-0.57	0.58	-0.58	0.57	-0.58
'	0.71	-0.72	0.72	-0.65	0.66	-0.62	0.65	-0.60
'	0.36	-0.30	0.24	-0.29	0.26	-0.26	0.23	-0.27
'	0.49	-0.36	0.36	-0.27	0.34	-0.36	0.36	-0.34

波源	5号機 最大水位		6号機 最大水位		7号機 最大水位	
	上昇量	下降量	上昇量	下降量	上昇量	下降量
'	1.90	-2.11	1.85	-2.10	1.76	-2.05
'	1.75	-1.57	1.72	-1.51	1.63	-1.44
'	2.13	-2.09	2.09	-2.01	1.93	-1.88
'	1.53	-1.47	1.50	-1.46	1.41	-1.48
'	1.77	-1.67	1.73	-1.67	1.67	-1.62
'	1.39	-1.12	1.35	-1.11	1.37	-1.12
'	1.38	-1.34	1.37	-1.34	1.37	-1.27
'	1.48	-1.14	1.44	-1.09	1.32	-1.01
'	1.04	-0.75	0.97	-0.74	0.92	-0.70
'	0.90	-0.58	0.86	-0.59	0.82	-0.54
'	0.61	-0.47	0.59	-0.46	0.56	-0.41
'	0.56	-0.54	0.56	-0.56	0.58	-0.48
'	0.71	-0.54	0.73	-0.52	0.70	-0.51
'	0.71	-0.74	0.68	-0.74	0.66	-0.69
'	0.32	-0.23	0.28	-0.25	0.31	-0.24
'	0.36	-0.29	0.32	-0.27	0.26	-0.26





# (参考) コメント に係る資料

## 7号機原子炉補機冷却海水ポンプ設置レベル

