

参考 4

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗研究所(北地区)原子炉設置変更許可申請 [HTTR(高温工学試験研究炉)原子炉施設の変更] に関する審査の概要

原子力規制庁

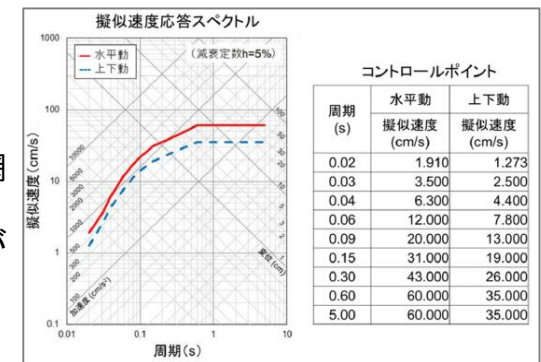
※ 本資料は、審査結果の概要を分かりやすく表現することを目的としているため、技術的な厳密性よりもできる限り平易な記載としています。正確な審査内容及び審査結果については、審査書案をご参照ください。

HTTR(高温工学試験研究炉)原子炉施設の審査の経緯

2020年 6月 3日 HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設原子炉設置変更許可 (新規制基準適合)

2021年 4月21日 許可基準規則解釈※¹において準用する実用炉許可基準規則解釈※²の一部改正を施行

- ①上記の「震源を特定せず策定する地震動※³」の策定に当たっては、「全国共通に考慮すべき地震動」及び「地域性を考慮する地震動」の2種類を検討対象とすること。
- ②上記の「全国共通に考慮すべき地震動」の策定に当たっては、震源近傍における観測記録を基に得られた次の知見をすべて用いること。
 - ・2004年北海道留萌支庁南部の地震において、防災科学技術研究所が運用する全国強震観測網の港町観測点における観測記録から推定した基盤地震動
 - ・震源近傍の多数の地震動記録に基づいて策定した地震基盤相当面（地震基盤からの地盤増幅率が小さく地震動としては地震基盤面と同等とみなすことができる地盤の解放面で、せん断波速度 $V_s = 2200 \text{ m/s}$ 以上の地層をいう。）における標準的な応答スペクトル（以下「標準応答スペクトル」という。）として次の図に示すもの



2021年 4月26日 原子力規制委員会から各事業者へ指示文書を発出

2021年 11月15日 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構から原子炉設置変更許可申請書を受理

2022年 5月13日～ 計3回の審査会合※⁴を実施

2023年 7月11日 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構から原子炉設置変更許可申請書の補正を受理

※¹ 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(原規研発第1311271号(平成25年11月27日原子力規制委員会決定))

※² 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(原規技発第1306193号(平成25年6月19日原子力規制委員会決定))

※³ 震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定した地震動をいう。

※⁴ 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合のうち、2022年5月13日(第440回)、同年8月26日(第457回) 及び2023年8月29日(第491回)。

標準応答スペクトルを考慮した地震動評価

	上面 T. P. (m)	上面 G. L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm ³)	水平成分		鉛直成分				
					S波速度 (m/s)	減衰定数		P波速度 (m/s)	減衰定数		
						Qs	hs		Qp	hp	
▼ 解放基盤表面	37	0	173	—	—	—	—	—	—	地震波の 伝播特性 の反映	
▼ 地震基盤相当面	-135	-173	100	1.98	1010	100	0.005	2170	100		0.005
	-235	-273	350	2.11	1186			2590			
	-585	-623	670	2.44	2086			4100			
	-1255	-1293	2708	2.68	3052	$110 \times f^{-0.69}$	$0.0045 \times f^{-0.69}$	5750	$110 \times f^{-0.69}$		$0.0045 \times f^{-0.69}$
	-3963	-4000	11900	2.70	3600			5960			
	-15863	-15900	14600	2.80	4170			6810			
	-30463	-30500	∞	3.20	4320			7640			

地震波の
伝播特性
の反映

表 H T T R原子炉施設における標準応答スペクトルを考慮した地震動評価

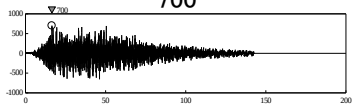
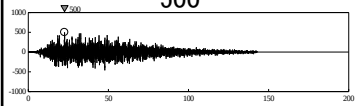
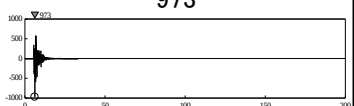
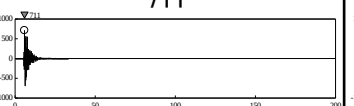
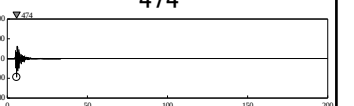
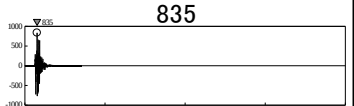
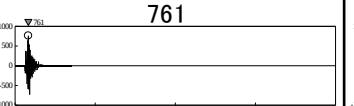
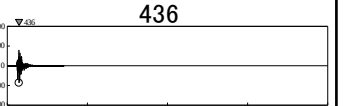
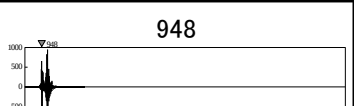
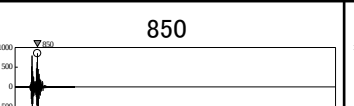
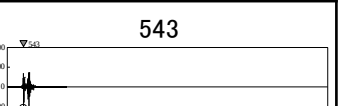
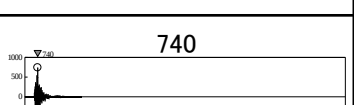
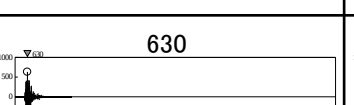
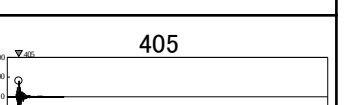
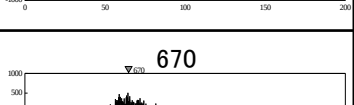
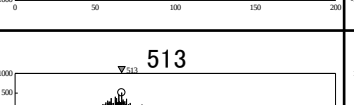
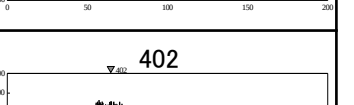
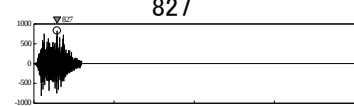
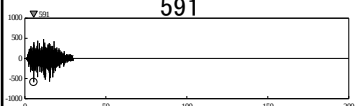
標準応答スペクトルを考慮した地震動 評価の手順	H T T R原子炉施設
地震基盤相当面 ($V_s \geq 2,200\text{m/s}$) の設定	$V_s=3,052\text{m/s}$ の層上面 (T. P. -1,255m) に 設定
地震基盤相当面における標準応答スペクトルに基づく模擬地震波の作成 (複数の手法により検討)	地震基盤相当面における標準応答スペクトルに基づく模擬地震波の作成 (一様乱数を用いる方法)
地盤構造モデルを設定	既許可地盤モデルを使用
解放基盤表面における地震動の算出	解放基盤表面 (T. P. -135m) における地震動の算出
既許可申請書の基準地震動と比較、上回る場合基準地震動の変更 (追加)	既許可申請書の基準地震動Ss-Dと比較した結果、一部周期帯で上回るため、基準地震動Ss-6を策定

<審査結果の概要>

- 標準応答スペクトルに適合する模擬地震波の作成に用いる位相特性については、一様乱数を用いる方法及び実観測記録を用いる方法の複数の方法を検討。
- その結果、両者の応答スペクトルに差異はないものの、地盤及び建物等に対する水平方向及び鉛直方向の地震動を組み合わせた評価では、水平成分と鉛直成分で強震動部の時間が重複し、かつ継続時間が長い方が施設への影響が大きくなることから、一様乱数を用いる方法による模擬地震波を採用していることを確認。

基準地震動(第4条)<基準地震動の変更>

表 H T T R原子炉施設の基準地震動及び最大加速度

基準地震動		最大加速度(cm/s ²)		
		NS成分	EW成分	UD成分
Ss-D	応答スペクトル手法による基準地震動			
Ss-1	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)			
Ss-2	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)			
Ss-3	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)			
Ss-4	F3断層～F4断層による地震 (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点3)			
Ss-5	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)			
Ss-6	標準応答スペクトルを考慮した地震動			

追加した
基準地震動

基準地震動(第4条)<基準地震動の変更>

- Ss-D 応答スペクトル手法による基準地震動
- Ss-1 F3断層~F4断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- Ss-2 F3断層~F4断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- Ss-3 F3断層~F4断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- Ss-4 F3断層~F4断層による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点3)
- Ss-5 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- Ss-6 標準応答スペクトルを考慮した地震動

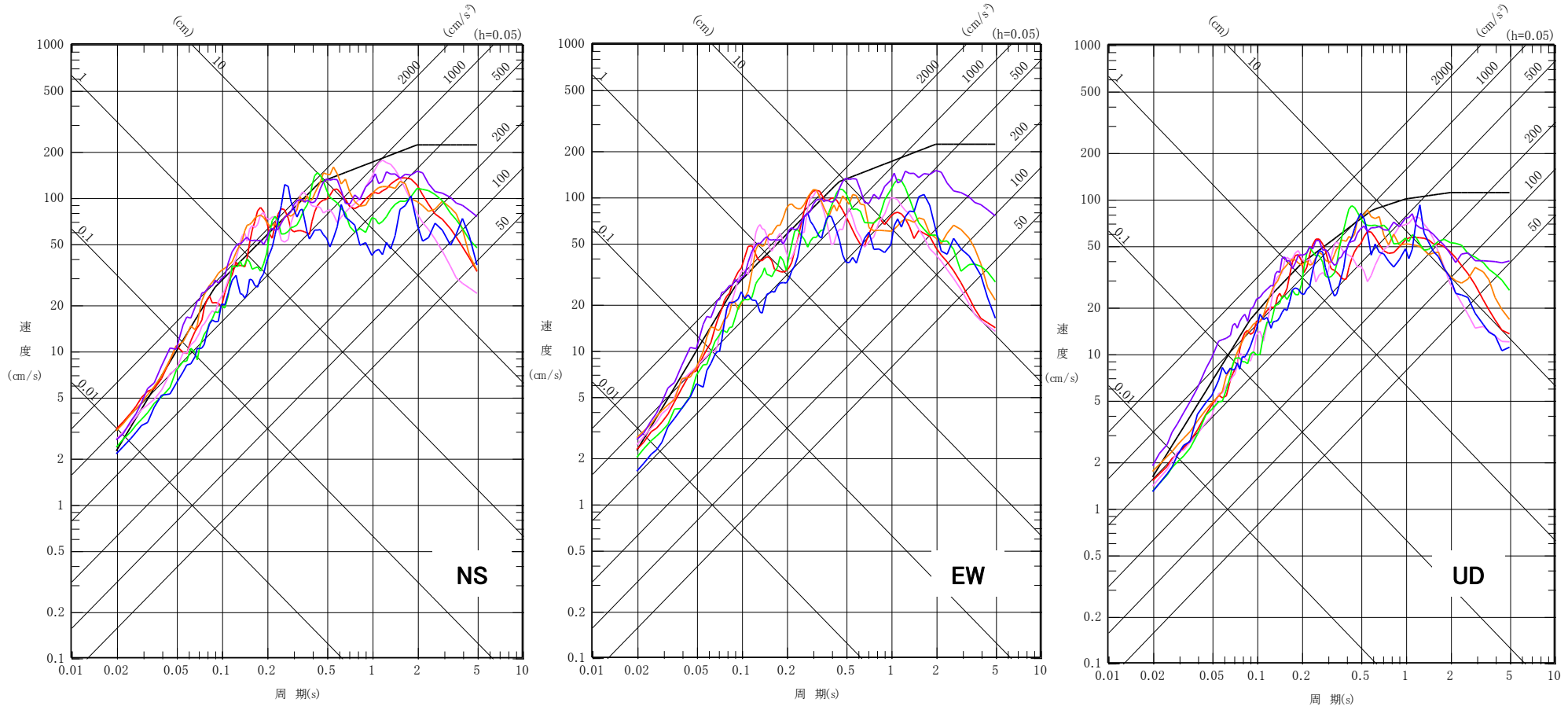


図 基準地震動Ss-Dと標準応答スペクトルの比較

(出典:第440回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合資料(2022年5月13日)から抜粋 <<https://www2.nra.go.jp/data/000389647.pdf>>)

<審査結果の概要>

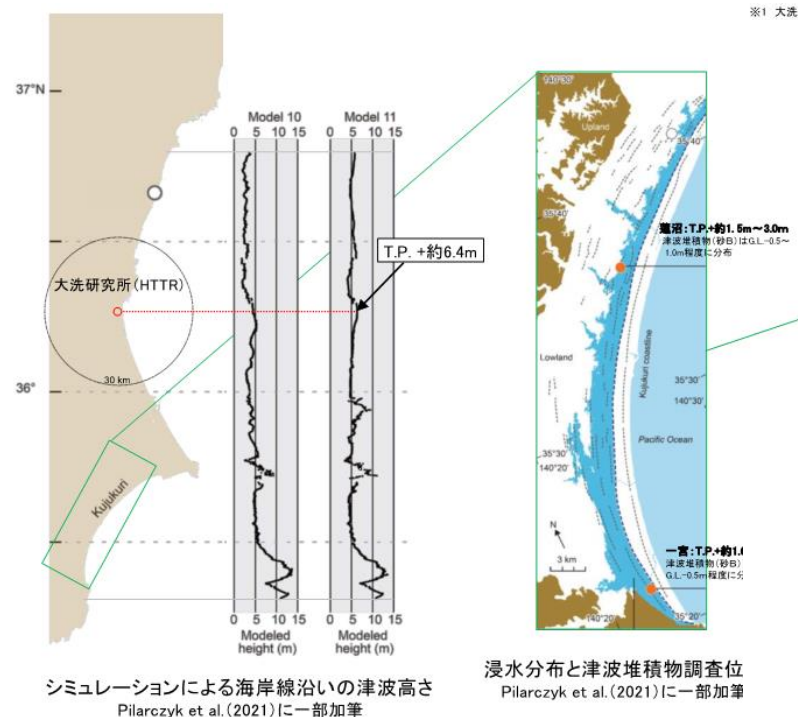
- 標準応答スペクトルに基づく地震動評価結果が一部周期帯でSs-Dを上回るため、基準地震動Ss-6として策定していることを確認。

新基準許可日以降に公表された知見の反映について

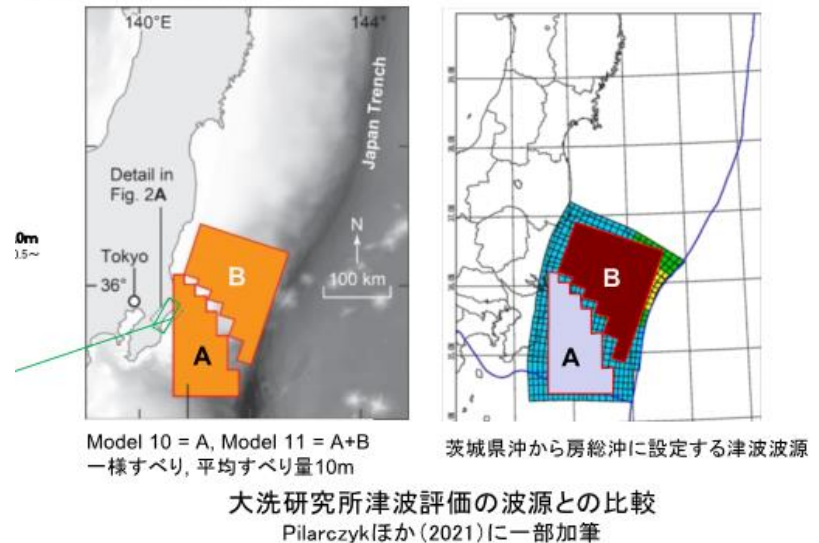
【房総半島沖の巨大地震に関する知見について（第5条関係）】

<新知見の概要>

- 国立研究開発法人産業技術総合研究所（2021）等によれば、千葉県九十九里浜地域における津波堆積物調査から、歴史記録にない津波の痕跡が確認されたとしている。
- 津波堆積物は二層の砂層で、うち一方は約1,000年前（西暦800～1,300年）に堆積しており、未知の津波によるとされている。
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所（2021）では、この堆積物の分布を再現する津波シミュレーションによりM8クラスの地震が房総半島沖で発生したことが明らかになり、房総半島沖に沈むフィリピン海プレートと太平洋プレートの境界も津波の波源として注意が必要とされている。
- また、津波堆積物位置までの浸水域を再現する茨城県沖から房総沖の波源モデルが設定されるとともに、当該波源モデルによる評価結果（津波高さ）として、敷地前面海岸においてT.P. + 約6.4mが示されている。



大洗研究所の敷地周辺では新たな津波堆積物は確認されていない。
大洗研究開発センター（HTTR）津波評価について（補足説明資料）（平成29年11月24日（令和元年11月12日 改2））
1.1 (3) 津波堆積物に関する文献調査 参照



（出典：第457回核燃料施設等の新規基準適合性に係る審査会合資料（2022年8月26日）から抜粋<<https://www2.nra.go.jp/data/000402225.pdf>>）

<審査結果の概要>

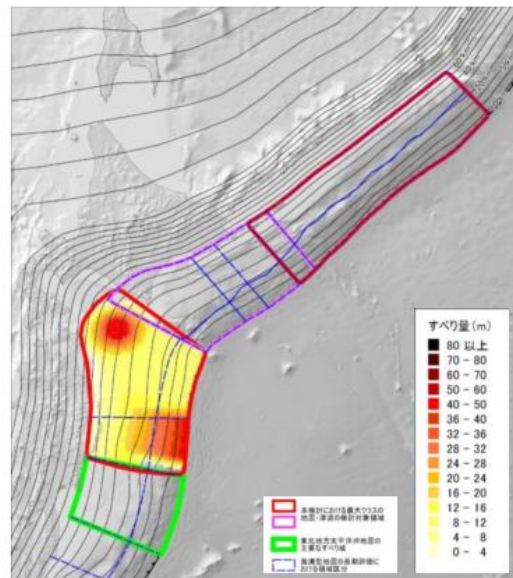
- 既許可申請書では、より規模の大きいプレート間地震によるMw8.7の特性化波源モデル（茨城県沖から房総沖に想定する津波）を設定しており、その評価結果は、敷地前面海岸においてT.P. + 16.9mであり、国立研究開発法人産業技術総合研究所等による知見を踏まえた津波高さを上回ることから、既許可申請書における施設への津波の遡上評価に用いたT.P. + 30mには到達しないとする津波評価を変更する必要がないことを確認。

新基準許可日以降に公表された知見の反映について

【日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の対策について（第5条関係）】

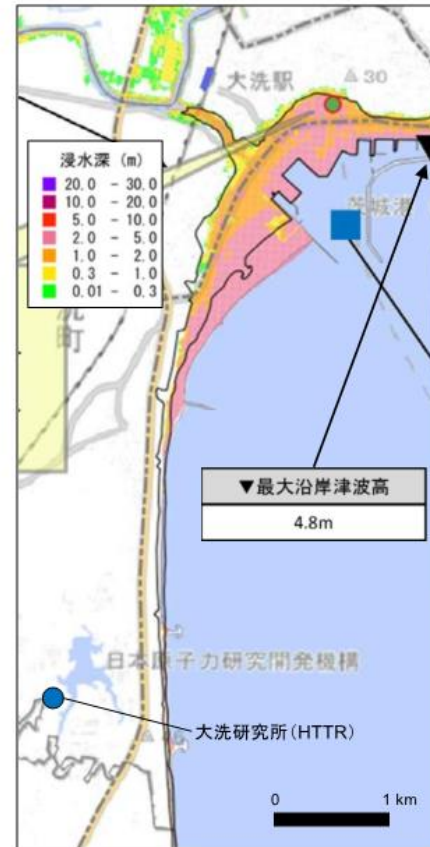
<新知見の概要>

- 内閣府（2020）及び内閣府（2022）では、千島海溝から日本海溝の北部の領域において、過去6千年間の津波堆積物から想定されるMw9クラスの津波断層モデルを想定し、津波高さ、浸水地域の推計を行っており、HTTR敷地周辺の津波高さを約5mとしている。



日本海溝（三陸・日高沖）モデル（Mw 9.1）

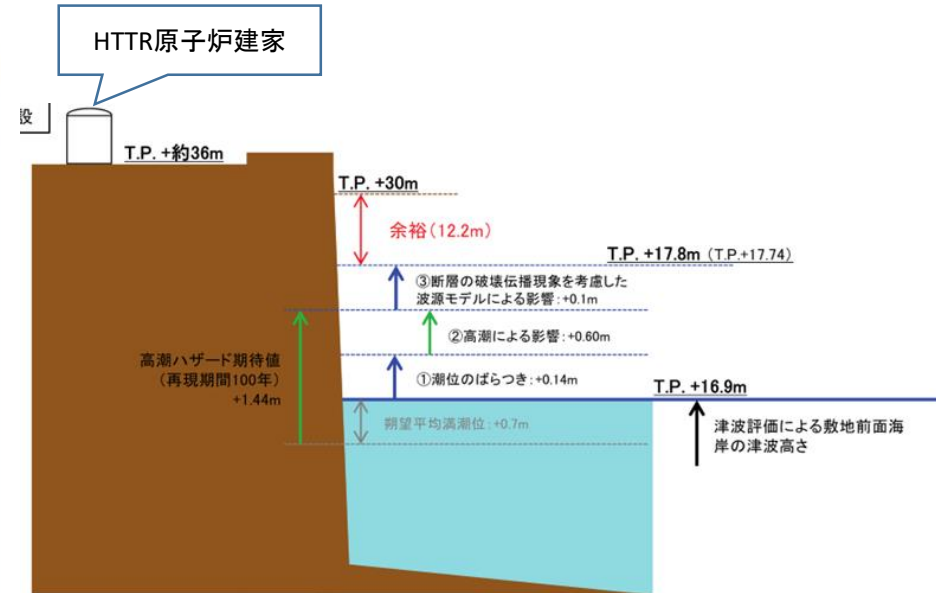
道県名	市区町村名	日本海溝モデル (m)	千島海溝モデル (m)
茨城県	北茨城市	7	4
	高萩市	5	4
	日立市	5	4
	那珂市	5	4
	那珂市東海村	5	4
	ひたちなか市	5	4
	東茨城郡大洗町	5	4
	鉾田市	5	4
千葉県	鹿嶋市	6	4
	神栖市	6	6



日本原子力研究開発機構

大洗研究所（HTTR）

0 1 km



既許可申請書における津波評価の概要

（出典：第225回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合資料（2017年11月24日）から抜粋
<<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12348280/www2.nra.go.jp/data/000210736.pdf>>）

日本海溝・千島海溝沿いの最大クラスの津波による浸水想定
（内閣府（2020、2022）に一部加筆）

（出典：第457回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合資料（2022年8月26日）から抜粋<<https://www2.nra.go.jp/data/000402225.pdf>>）

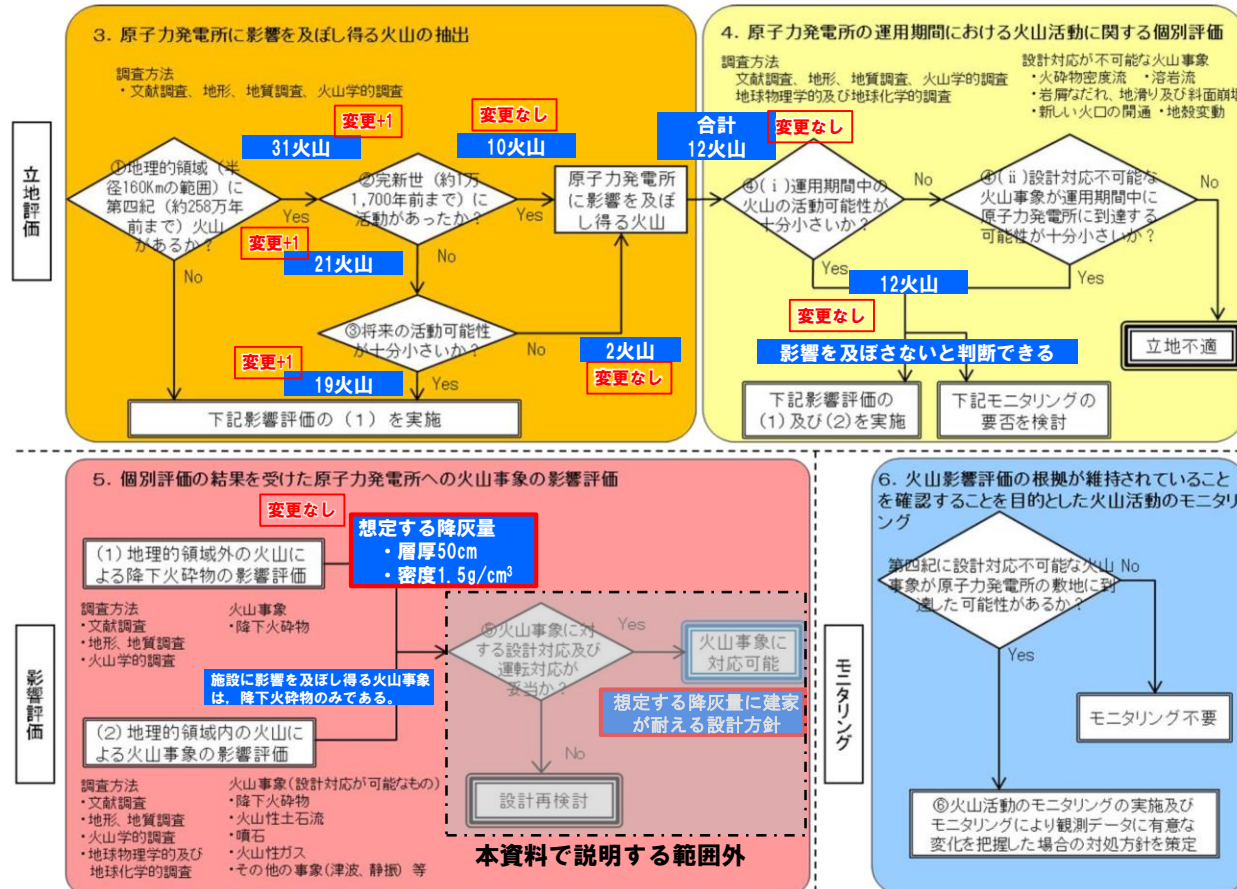
<審査結果の概要> 既許可申請書では、プレート間地震を踏まえた茨城県沖から房総沖に想定する津波による最大津波高さをT. P. +16.9mとしており、これらの知見による敷地周辺の津波高さ約5mを上回ることから、既許可申請書における施設への津波の遡上評価に用いたT. P. +30mには到達しないとする津波評価を変更する必要がないことを確認。

新基準許可日以降に公表された知見の反映について

【「日本の火山（第3版）」データベースについて（第6条関係）】

<新知見の概要>

- 中野ほか（2013）による「日本の火山（第3版）」データベースが更新され、既許可申請書における地理的領域内にある第四紀火山及び施設に影響を及ぼし得る火山に関する変更がなされた。



【既許可からの変更点】

- 地理的領域の第四紀火山についてデータベース（中野ほか（2013）WEB版）の更新に伴う火山数の変更：30→31
- ・追加：+2火山
甲子、西鴉川
- ・第四紀から除外：-1火山
桧田カルデラ

→いずれの火山も、将来の活動可能性が十分小さいと評価される。

- なお、個別評価及び影響評価について評価に変更はない。

（出典：第457回核燃料施設等の新規基準適合性に係る審査会合資料（2022年8月26日）から一部修正 <<https://www2.nra.go.jp/data/000402225.pdf>>）

<審査結果の概要>

- 「日本の火山（第3版）」データベースの更新内容に基づく火山の影響に対する設計方針の評価については、火山ガイドを踏まえた個別評価及び影響評価が適切に実施されていることを確認。
- 想定する降下火砕物については、既許可で評価した赤城鹿沼テフラ（層厚50cm, 密度1.5g/cm³）を変更する必要があることを確認。

基準地震動の追加に伴う耐震設計方針

<審査結果の概要>

基準地震動の追加に伴う耐震設計方針については、下記の事項を確認。

- 弾性設計用地震動※¹の設定方針については、既許可申請書で示した応答スペクトルの比率である0.5を用いて弾性設計用地震動S_dを設定する方針に変更はないとしていること
- 上記以外の耐震設計方針については、既許可申請書の内容から変更がないこと

※1 弾性設計用地震動は、許可基準規則解釈において、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定することとしている。

<参考>耐震補強工事等の要否について

- 申請者は、基準地震動S_s-6の追加に伴う耐震安全性評価を実施しており、評価の結果、補強等の工事が不要であるとし、具体的な耐震設計の結果については、設計及び工事の計画の認可申請にて説明を行うとしている。

(出典: 第491回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合資料(2023年8月29日)に一部加筆 <<https://www2.nra.go.jp/data/000446325.pdf>>)