

高速増殖原型炉もんじゅ 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う 耐震安全性評価結果報告書の提出について

当機構は、高速増殖原型炉もんじゅ（以下「もんじゅ」という）について、新しい「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」※¹（以下「新耐震指針」という。）に照らした耐震安全性評価を実施してきましたが、本日、耐震安全性評価結果報告書としてとりまとめ経済産業省原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）に提出しましたので、お知らせいたします。

耐震安全性評価は、原子力施設の耐震安全性に対する信頼性を一層向上させることを目的に新耐震指針が策定されたことを踏まえて、保安院からの指示※²を受けて実施することとしていたもの※³であり、また、新潟県中越沖地震を踏まえた保安院からの指示※⁴、⁷を受けて、本年 3 月までに報告することとしていたもの※⁵、⁶です。

今回提出した報告書において、新耐震指針に基づく地質調査結果、基準地震動 S s の策定結果、耐震安全上重要な施設等の評価結果についてとりまとめており、当機構として策定した基準地震動 S s を用いた耐震安全性評価の結果、「もんじゅ」の耐震安全性が確保されることを確認しました。

耐震安全性評価に関しては、今後とも、新潟県中越沖地震等から得られる新たな知見の情報収集に努めるとともに、必要に応じて最新の知見を適切に反映してまいります。

- ※ 1 : 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定）
- ※ 2 : 「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価等の実施について」（平成 18 年 9 月 20 日経済産業省原子力安全・保安院）
- ※ 3 : 「高速増殖原型炉もんじゅの耐震安全性評価実施計画書の提出について」（平成 18 年 10 月 18 日発表済）
- ※ 4 : 「平成 19 年新潟県中越沖地震を踏まえた対応について（指示）」（平成 19 年 7 月 31 日経済産業省原子力安全・保安院長）
- ※ 5 : 「高速増殖原型炉もんじゅの耐震安全性評価実施計画書の見直し検討結果について」（平成 19 年 8 月 20 日発表済）
- ※ 6 : 「高速増殖原型炉もんじゅの耐震安全性評価結果の報告時期変更について」（平成 19 年 11 月 28 日発表済）
- ※ 7 : 「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項（中間とりまとめ）について」（平成 19 年 12 月 27 日経済産業省原子力安全・保安院）

別添 高速増殖原型炉もんじゅ「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う
耐震安全性評価結果報告書の概要

以上

高速増殖原型炉もんじゅ 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書の概要

1. はじめに

平成18年9月19日、原子力安全委員会において新しい「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(以下「新耐震指針」という。)が決定され、これに伴い、同年9月20日、経済産業省原子力安全・保安院(以下「保安院」という。)より、原子力機構が所有する建設中の発電用原子炉施設等について、新耐震指針に照らした耐震安全性評価を実施し報告するよう指示を受けました。

原子力機構は、この指示に基づき、高速増殖原型炉もんじゅ(以下「もんじゅ」という。)の耐震安全性評価実施計画書を作成し、同年10月18日に保安院へ提出し、同計画に基づき、耐震安全性評価を実施してきました。また、昨年12月27日には、保安院より、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項(中間取りまとめ)の通知がありました。

これらを踏まえ、地質調査結果、基準地震動 S_s の策定結果、施設等の耐震安全性評価結果など、これまで実施してきた耐震安全性評価に関する報告をとりまとめ、本日、保安院に提出いたしました。報告の概要は以下のとおりです。

【報告のポイント】

- より詳細な調査によるデータの拡充や最新の手法による精度の高いデータに基づき、新耐震指針の趣旨等を踏まえ、最新の知見に基づく考え方を適用して、より一層信頼性の高い活断層評価を行いました。
- 基準地震動 S_s の策定に当たっては、近接する活断層を一連のものとするなど地震の規模を安全側に設定し、また、新耐震指針に基づき不確かさを考慮した地震動評価を行いました。
- 基準地震動 S_s により、原子炉建物や安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの施設やナトリウムを内包する主要な設備等の耐震安全性評価を実施し、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ

新耐震指針に照らした耐震安全性評価は、別紙1に示す耐震安全性評価の手順で実施し、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項も踏まえ、評価を行いました。

3. 地質調査の実施

新耐震指針に照らして実施した主な調査項目は以下のとおりです。

なお、「もんじゅ」は、関西電力株式会社の美浜発電所および日本原子力発電株式会社の敦賀発電所と敷地が近いことから、敷地近傍の地質調査・評価は3社が協調して実施してきました。

○ 地質調査の概要

① 陸域(敷地、敷地近傍:半径約5kmで敦賀半島地域に相当、敷地周辺:半径約30kmにおいて、必要に応じて以下の調査を組み合わせ実施)

- ・文献調査、変動地形学的調査^{*}、地表地質調査(はぎとり調査含む)、トレンチ調査、ボーリング調査、物理探査等

^{*}:変動地形とは、地震等の地殻変動によってできる特徴的な地形をいう。

地形調査・地質調査において、現在見られる地形が活断層運動によるものか否かを、地形の発達過程も考慮して調査・検討を行うことを「変動地形学的調査」という。

② 海域(文献調査に加え、以下の調査を実施)

- ・海域において、高分解能な手法、高密度の測線で海上音波探査を実施
- ・過去に実施した音波探査記録及び他機関の記録の再解析

4. 地質調査結果の概要

(1) 活断層の評価

敷地周辺、敷地近傍、敷地の地形、地質、地質構造について、設置許可申請以降の文献を調査するとともに、陸域については、変動地形学的知見を反映して地表地質調査、ボーリング調査、トレンチ調査等を実施しました。海域については、高精度の海上音波探査によって海底の地形、地質構造の調査を行いました。今回の調査を踏まえ新耐震指針の考え方を反映した活断層評価結果を表 4-1 に示します。なお、図 4-1 には耐震安全性評価作業着手前に原子力機構が把握していた活断層評価状況（平成 16 年 3 月の敦賀 3, 4 号炉増設の設置変更許可申請時における活断層評価）と今回の評価結果を示します。

なお、白木一丹生断層に係る調査結果およびその評価については別紙 2 に示すとおりです。

表 4-1 活断層評価の概要

活断層※	旧指針	新耐震指針	
	バックチェック着手前の評価	今回の評価	変更理由
①和布一干飯崎沖断層北部	—	16km	2, 3, 5
②和布一干飯崎沖断層南部	3.6km 8.1km	17km	2, 3, 5
③甲斐城断層	21km	19km	2, 3, 5
④柳ヶ瀬断層北部	28km	13km	3
⑤柳ヶ瀬断層南部		16km	
⑥浦底断層	3.6km(南方海域)	10km	1, 2, 3, 4, 5
⑦田結・内池見断層	2.5km 2km	10km	2, 3, 5
⑧ウツロギ峠北方断層	5.8km	11km	2, 3, 5
⑨ウツロギ峠・池河内断層	16km	13km	2, 3, 5
⑩白木一丹生断層	2.4km(北方海域) 6.4km(北方海域)	15km	2, 3, 4, 5
⑪C断層系列	3.1~7.9km	7~11km	2, 3, 5
⑫大陸棚外縁断層	5.4km 5.1km	10km	2, 3, 5
⑬B断層	4.3km 10.7km	19km	2, 3, 5
⑭野坂断層	7.3km 2.1km	12km	2, 3, 5
⑮A断層	6.1km	7km	5
⑯三方断層	19km	19km	変更なし
⑰敦賀断層北部	18km	11km	1, 2, 3, 4
⑱敦賀断層南部	6km	13km	

※：後期更新世以降（約 12~13 万年前以降）に活動したと判断される活断層。
山中断層、柳ヶ瀬山断層については、バックチェック着手前の評価と同様に、考慮対象外と評価。

変更理由

- 改訂指針で活断層の評価対象期間が 5 万年前以降から後期更新世以降（約 12~13 万年前以降）となったことに伴う変更
- 改訂指針で地球物理学的調査や地下構造を踏まえた評価の重要性が明記されたため、性状の類似した近接する断層群を一連としたことによる変更
- 改訂指針で変動地形学的調査の重要性が明記されたため、これらの調査結果に基づく変更
- 詳細地表地質調査やトレンチ調査等のより入念な調査結果に基づく変更
- 最新の調査技術を用いた高精度（高密度、高分解能）の海上音波探査の結果等に基づく変更

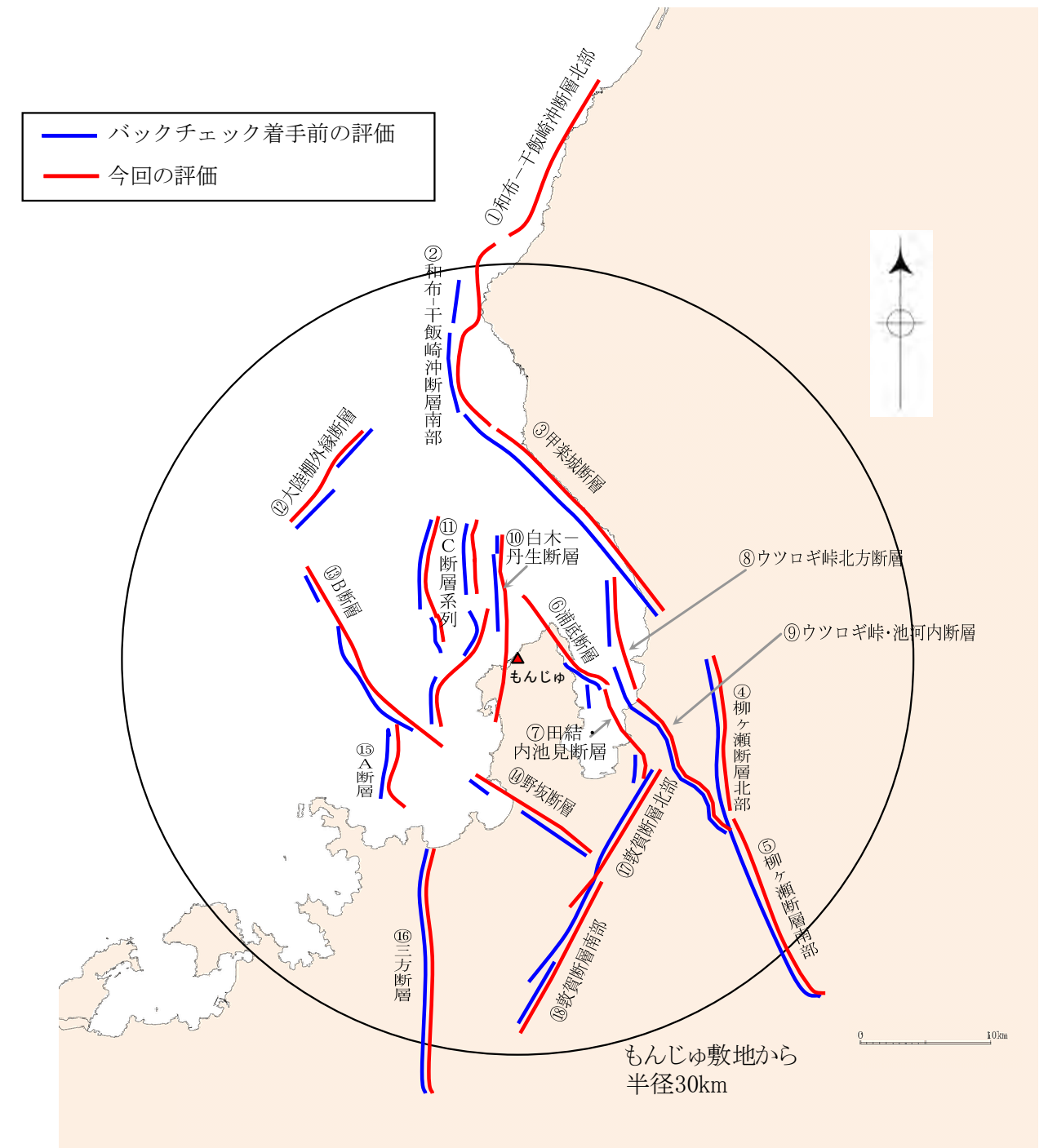


図 4-1 活断層評価

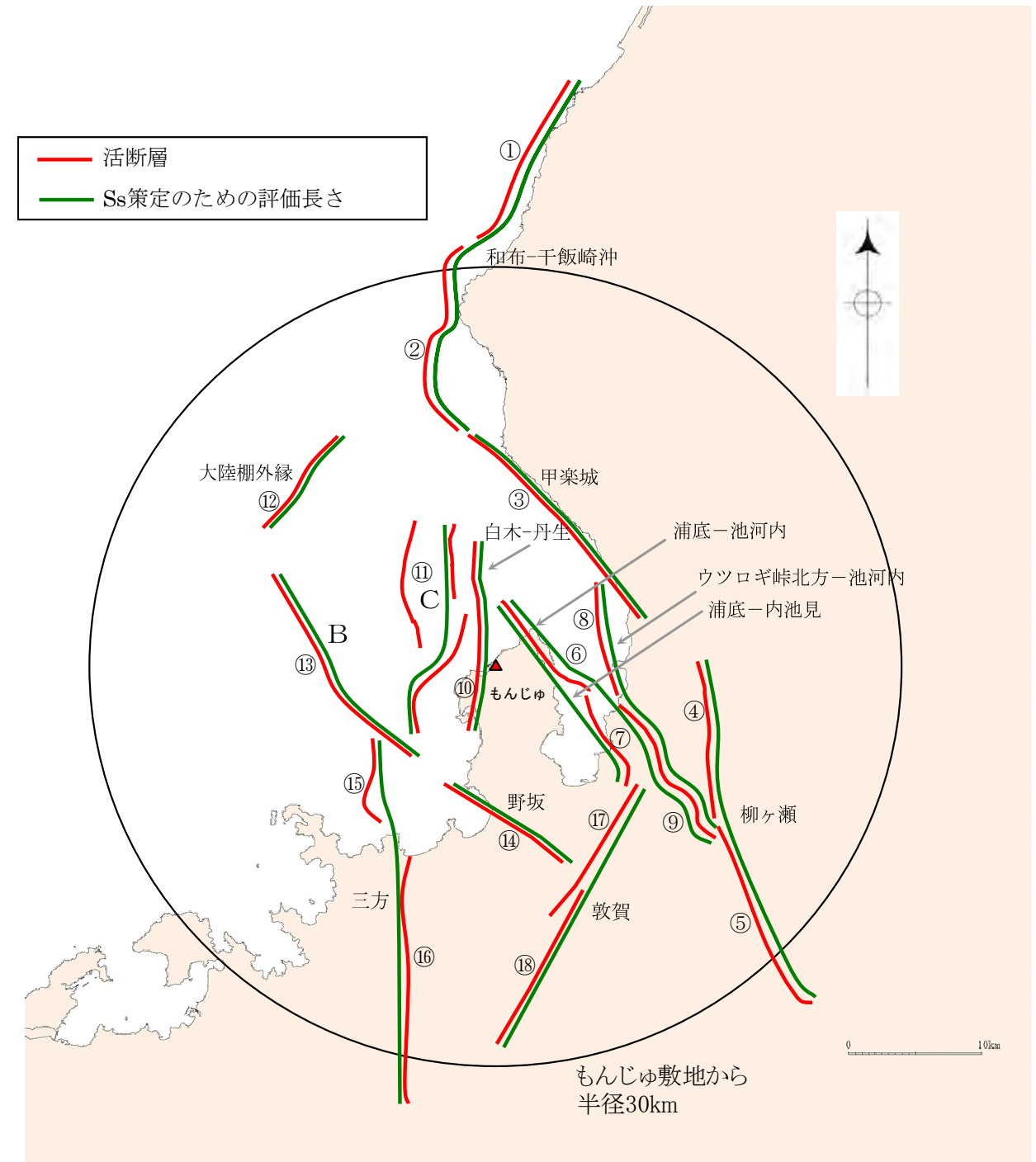
(2) Ss 策定のための評価長さ

基準地震動 Ss の策定に当たっては、本地域は活断層が数多く近接して分布する地域であるため、今回評価した活断層のうち、いくつかのものについては、一連として評価長さを設定しました。表 4-2 に Ss 策定のための評価長さの設定結果を、図 4-2 に Ss 策定のための活断層評価長さを分布図に示します。また、表 4-3 には耐震安全性評価において考慮した主な活断層のこれまでの評価との比較を示します。

表 4-2 Ss 策定のための評価長さ

活断層	Ss 策定のための評価長さ	長さ	設定根拠
①和布-干飯崎沖断層北部	和布-干飯崎沖	32km	2つの活断層は近接しており、走向・傾斜や断層のずれの方向（東側隆起の逆断層）が類似し、沿岸部の海成段丘面も一連で隆起していることから、一連として評価。
②和布-干飯崎沖断層南部			
③甲楽城断層	甲楽城	19km	—*
④柳ヶ瀬断層北部	柳ヶ瀬	28km	2つの活断層は近接しており、走向・傾斜や断層のずれの方向（左横ずれ断層）が類似していることから、一連として評価（これまでの評価と同様）。
⑤柳ヶ瀬断層南部			
⑥浦底断層	浦底-内池見 浦底-池河内 浦底-池河内 ウツロギ峠北方-池河内	18km	これらの活断層は近接しており、海底地層を台地状に隆起させていることからお互いに関連するものと考え、台地状の高まりに見られる西側の活断層群、東側の活断層群、及び走向・傾斜などが類似する浦底断層とウツロギ峠・池河内断層を、それぞれ一連として評価。
⑦田結・内池見断層		25km	
⑧ウツロギ峠北方断層		23km	
⑨ウツロギ峠・池河内断層		23km	
⑩白木-丹生断層	白木-丹生	15km	—*
⑪C断層系列	C	18km	3つの活断層は近接しており、走向・傾斜や断層のずれの方向（東側隆起の逆断層）も類似することから、一連として評価。
⑫大陸棚外縁断層	大陸棚外縁	10km	—*
⑬B断層	B	19km	—*
⑭野坂断層	野坂	12km	—*
⑮A断層	三方	27km	2つの活断層は近接しており、走向・傾斜や断層のずれの方向（東側隆起の逆断層）も類似することから、一連として評価。
⑯三方断層			
⑰敦賀断層北部	敦賀	23km	2つの活断層は近接しており、走向・傾斜や断層のずれの方向（右横ずれ断層）も類似することから、一連として評価。
⑱敦賀断層南部			

※：活断層と同じ区間であるもの



<Ss 策定のための活断層評価長さの設定の主な考え方>
 ○地形の状況（変動地形）：一連の地形を形作ってきたと判断される場合、関連する活断層を一連とした。
 ○3次元的に見た断層の地下でのつながり（地下構造）：活断層が地下で不連続ではなく、断層面の走向・傾斜などが類似していると判断される場合、一連とした。
 ○断層のずれ量：活断層による地層のずれ量が終息傾向にないと判断される場合、近接する活断層を一連とした。

図 4-2 Ss 策定のための活断層評価長さ

表 4-3 耐震安全性評価において考慮した主な活断層

今回の評価			これまでの評価	
断層名	断層長さ	マグニチュード ^{※1}	断層長さ ^{※2}	マグニチュード ^{※3}
和布-干飯崎沖断層	32km	7.3	**	—
甲楽城断層	19km	6.8	21km	7.0
柳ヶ瀬断層	28km	7.0	28km	7.2
ウツロギ峠北方-池河内断層	23km	6.9	16km	6.8
浦底-池河内断層	25km	6.9	**	—
浦底-内池見断層	18km	6.9 ^{※4}	**	—
白木-丹生断層	15km	6.9 ^{※5}	**	—
C断層	18km	6.9	**	—
大陸棚外縁断層	10km	6.8 ^{※5}	**	—
B断層	19km	6.8	**	—
野坂断層	12km	6.8 ^{※5}	**	—
三方断層	27km	7.1	19km	7.0
敦賀断層	23km	6.9	18km	6.9

※1：断層面を想定して断層面積からマグニチュードを算出。

※2：表中の「**」…断層長さや敷地からの距離を考慮すると敷地に与える影響は小さいと評価。

※3：松田式（断層の長さからマグニチュードを関係づける経験式）によりマグニチュードを算出。

※4：浦底-内池見については、断層面積から算出される地震規模はマグニチュード 6.8 であるが、より安全側の評価となるように、マグニチュード 6.9 の地震規模を想定。

※5：新潟県中越沖地震の知見を踏まえた反映すべき事項の通知において、孤立した短い活断層による地震の想定は少なくともマグニチュード 6.8 相当の地震規模を想定することが記載されていることを受け反映。
白木-丹生については、敷地への影響の観点から長さを 20km とし、より安全側の評価となるように、マグニチュード 6.9 の地震規模を想定。

：検討用地震として選定し、地震動評価を実施したもの

：孤立した短い活断層の中で最も敷地への大きいものとして地震動評価を実施したもの

5. 基準地震動 Ss の策定

新耐震指針に基づき、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」の検討を行い、基準地震動 Ss の策定を行いました。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、地質調査・地震調査の結果に基づき、地震の分類を行った上で、敷地への影響が大きい検討用地震を複数選定し、「応答スペクトルに基づく手法」および「断層モデルを用いた手法」により、不確かさも考慮した評価を行いました。また、「短い活断層」については、地震の規模を安全側に設定して評価を行いました。「震源を特定せず策定する地震動」については、最新の知見に基づき、敷地の地盤物性を加味して検討を行いました。

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

調査結果に基づく条件に加えて、より安全側の評価となる条件も設定して地震動評価（不確かさの考慮^{※1}）を行いました。また、孤立した短い活断層については、地震の規模を、少なくともマグニチュード 6.8 相当として安全側に評価しました。

- ・応答スペクトルに基づく手法（図 5-1 参照）
- ・断層モデルを用いた手法（図 5-2 参照）

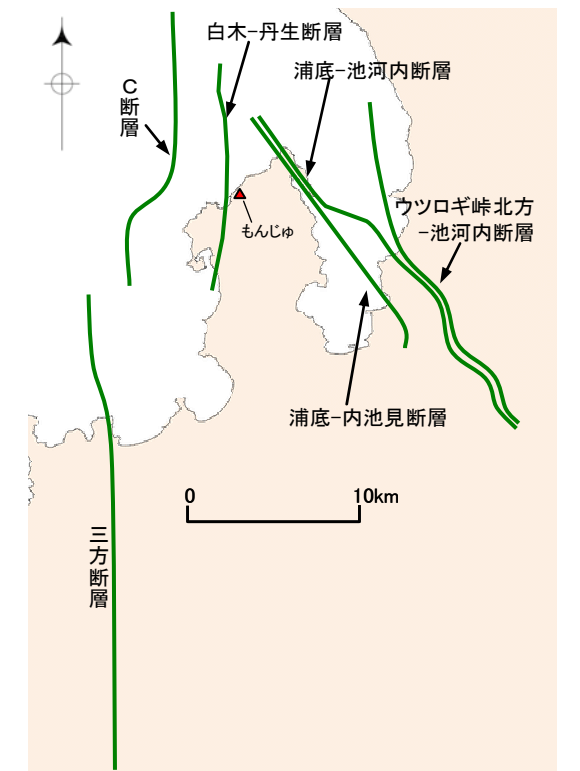
※1：例えば、地下の地震発生層の上端を安全側になるように浅くすること、地震の破壊が開始する場所を変えて計算すること（断層モデルのみ）など。

検討用地震（敷地への影響の大きい地震として選定）		
活断層	マグニチュード ^{※2}	震源距離 ^{※3}
C	6.9	8.6km
浦底-内池見	6.9	9.5km
浦底-池河内	6.9	10.2km
ウツロギ峠北方-池河内	6.9	12.9km
三方	7.1	16.1km

※2：マグニチュード。断層面を想定して断層面積から算出。
浦底-内池見については、断層面積から算出される地震規模はマグニチュード 6.8 であるが、より安全側の評価となるように、マグニチュード 6.9 の地震規模を想定。
※3：Noda et al. (2002) の手法による等価震源距離

孤立した短い活断層の取扱い		
活断層	マグニチュード ^{※2}	震源距離 ^{※3}
白木-丹生	6.9 ^{※4}	11.1km

※2：マグニチュード。断層面を想定して断層面積から算出。
白木-丹生については、敷地に最も近い場所に存在することから、長さを 20km とし、より安全側の評価となるように、マグニチュード 6.9 の地震規模を想定。
※3：Noda et al. (2002) の手法による等価震源距離



(2) 敷地ごとに震源を特定せず策定する地震動評価

震源を特定せず策定する地震動は、地震調査委員会の「震源断層を予め特定しにくい地震」と評価された敷地周辺の過去の地震の分析も行った結果、加藤・他(2004)による応答スペクトルを想定することとしました。

(3) 基準地震動 Ss のまとめ

- ・ 応答スペクトルに基づく手法による評価結果から、「震源を特定して策定する地震動」として敷地への影響が最大となるのはC断層による地震であり、これと、「震源を特定せず策定する地震動」を上回るものとして、「基準地震動 Ss-DH (600 ガル)」を設定しました (従来の S2 の約 1.3 倍)。
- ・ 断層モデルを用いた手法により、「基準地震動 Ss-1H (455 ガル)」と「基準地震動 Ss-2H (375 ガル)」を設定しました (いずれも C断層による地震)。設定した Ss の応答スペクトルを図 5-3 に、加速度波形を図 5-4 に示します。

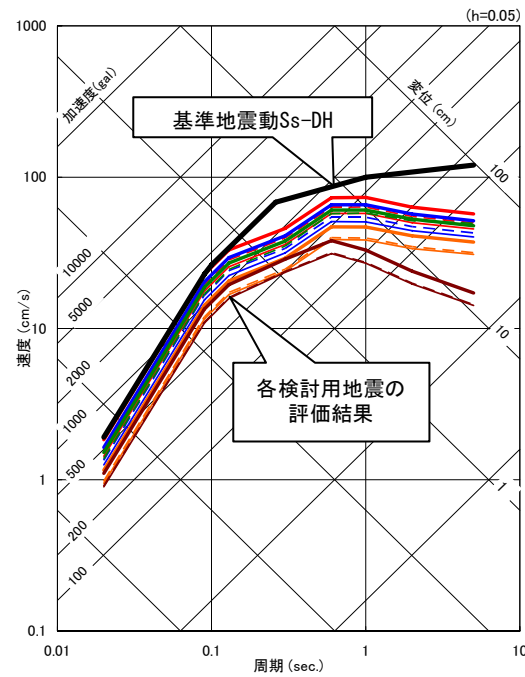


図 5-1 応答スペクトルに基づく地震動評価

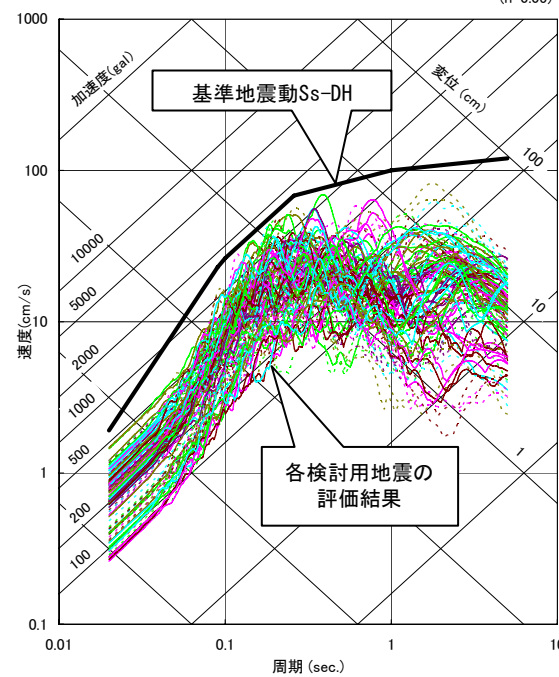
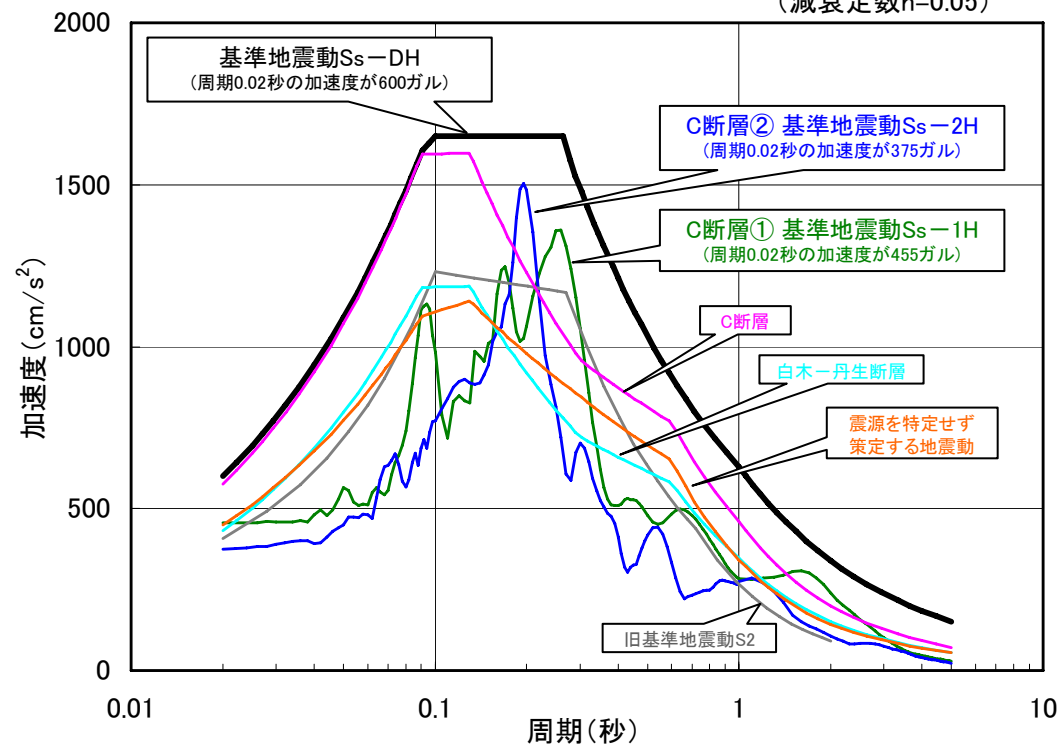


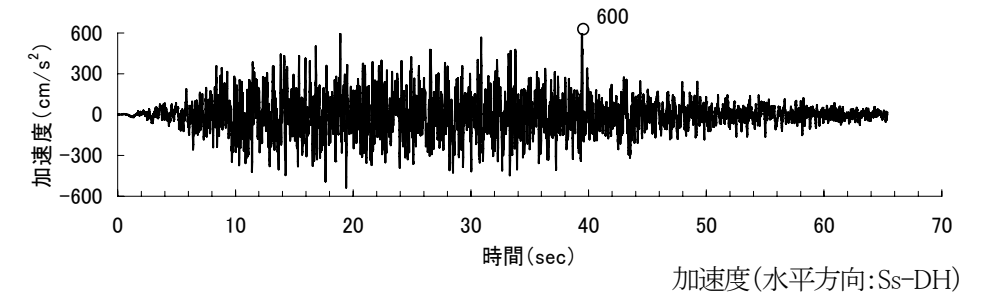
図 5-2 断層モデルに基づく地震動評価
(減衰定数 h=0.05)



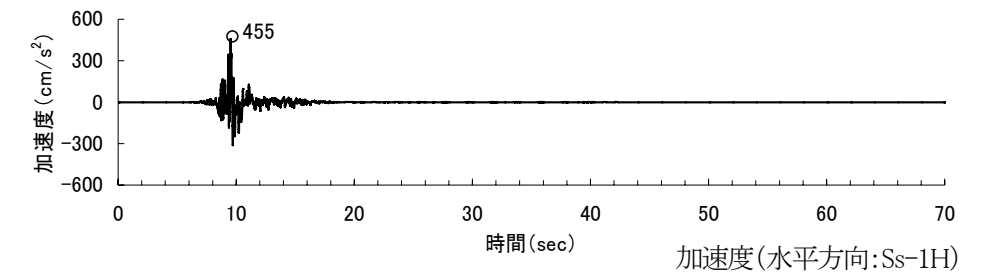
※ C断層①、C断層②については、これに対応する鉛直方向での断層モデルを用いた手法による基準地震動が、応答スペクトルに基づく手法による Ss-DV (Ss-DH の 2/3 倍) を超えることから、基準地震動 Ss とした。

図 5-3 策定した 3 種類の基準地震動 Ss の応答スペクトル (水平動)

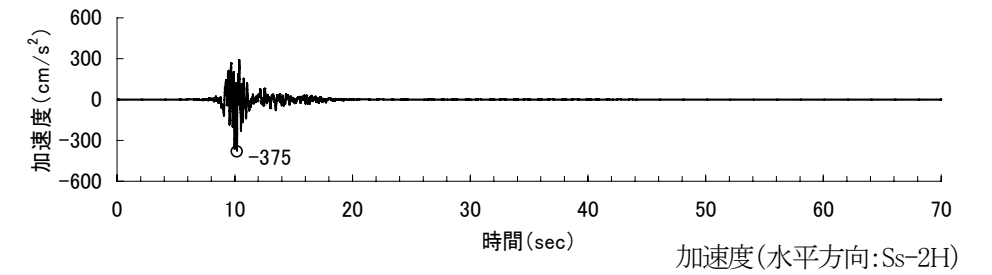
基準地震動 Ss
応答スペクトルに基づく評価



基準地震動 Ss
断層モデルによる評価
(C断層①)



基準地震動 Ss
断層モデルによる評価
(C断層②)



(旧)
基準地震動 S2

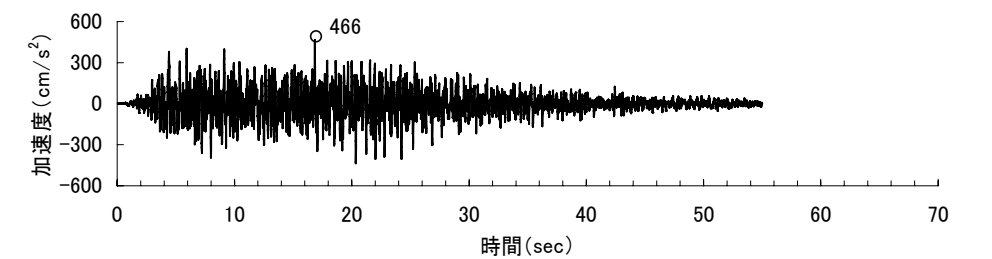


図 5-4 基準地震動の加速度波形(水平動)

6. 施設等の耐震安全性評価

新たに策定した基準地震動 S_s (水平方向および鉛直方向) を用い、安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価、機器・配管系の耐震安全性評価、原子炉建物基礎地盤の安定性評価、周辺斜面の安定性評価、屋外重要土木構造物の耐震安全性評価及び津波に対する安全性評価を実施しました。その結果、耐震設計上重要な施設について、いずれも基準地震動 S_s に対し安全機能が保持されることを確認しました。

(1) 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

「もんじゅ」の原子炉建物・原子炉補助建物及びディーゼル建物の評価に当たっては、基準地震動 S_s に対する耐震設計上重要な施設の安全機能を保持する観点から、地震応答解析の結果による耐震壁のせん断ひずみ^{*}を評価しました。

評価の結果、原子炉建物・原子炉補助建物及びディーゼル建物の耐震壁における最大せん断ひずみは表 6-1 のとおり、耐震安全性が確保されていることを確認しました。図 6-1、図 6-2 に原子炉建物・原子炉補助建物の地震応答解析モデル及びせん断ひずみを示します。

※：せん断ひずみ；変形の程度を示す指標で、上層と下層の間のせん断変形による層間変位を高さで除したものの。

表 6-1 建物・構築物の耐震安全性評価結果

建物・構築物	評価部位	評価内容	発生値	評価基準値	判定
原子炉建物・ 原子炉補助建物	外部しゃへい壁	せん断ひずみ (-)	0.81×10^{-3}	2.0×10^{-3}	○
ディーゼル建物	耐震壁	せん断ひずみ (-)	0.18×10^{-3}	2.0×10^{-3}	○

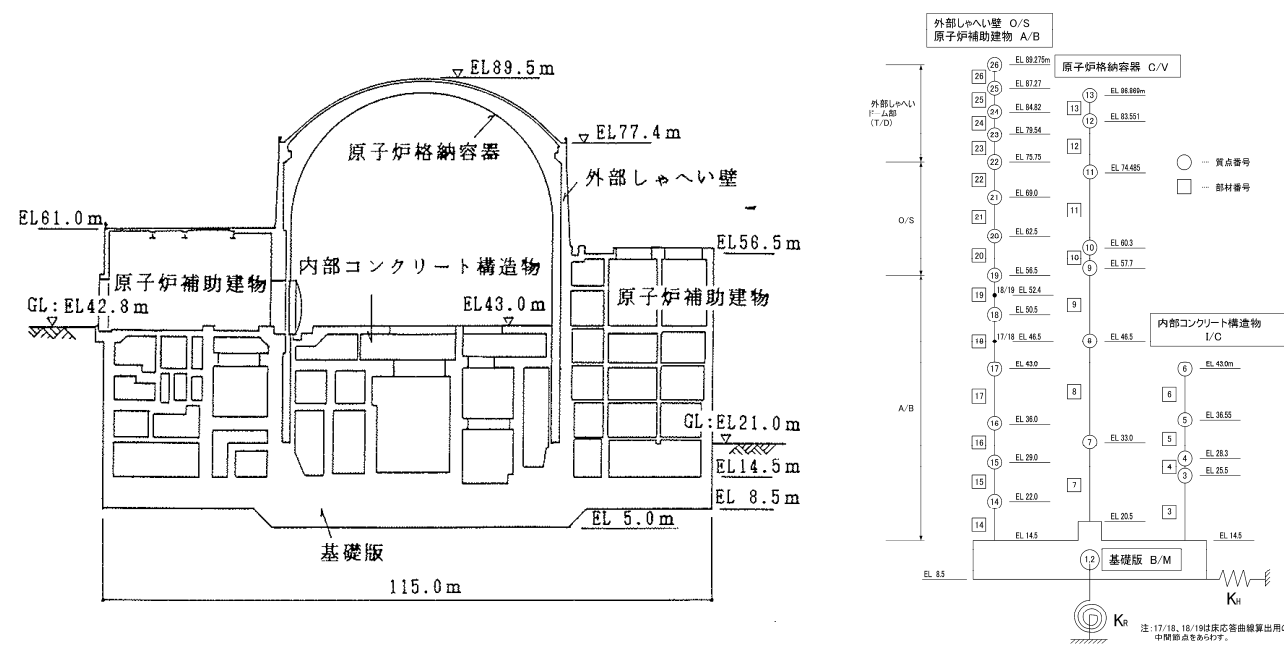


図 6-1 地震応答解析モデル

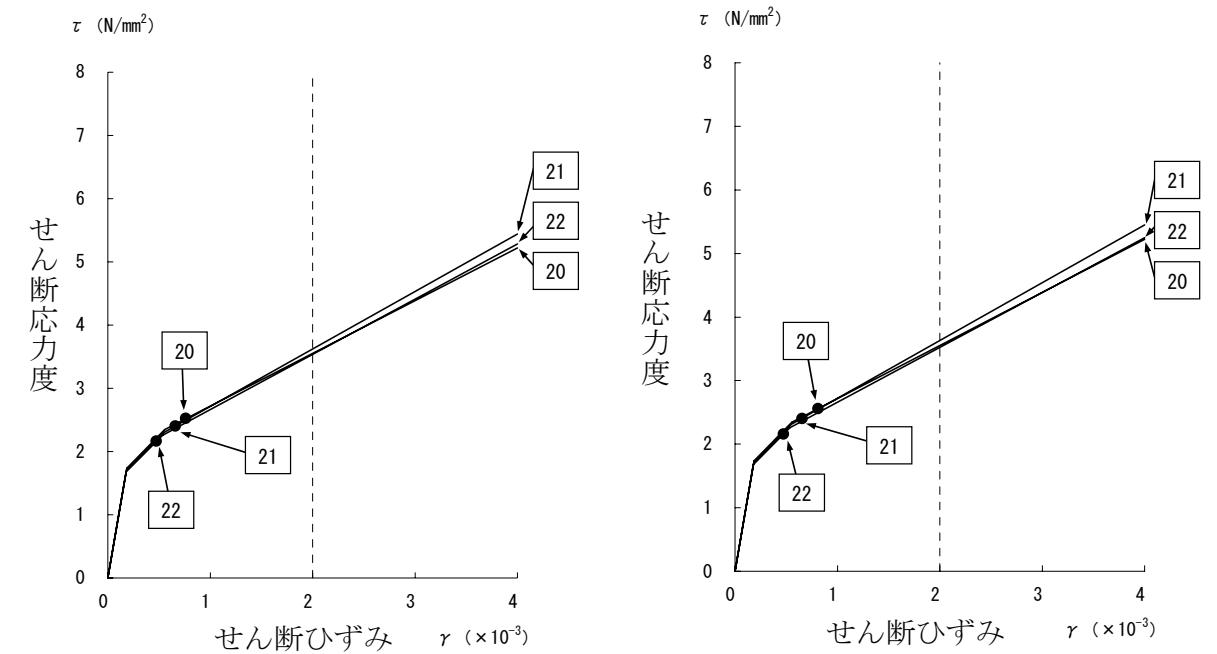


図 6-2 耐震壁のせん断ひずみ (左図：南北方向、右図：東西方向)

(2) 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

耐震安全性評価では、原子炉を「止める」「冷やす」放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する耐震Sクラス及びナトリウムを内包する主要な設備に対して評価を実施しました。基準地震動Ssにより評価を行い、その結果求められた発生値を評価基準値と比較することにより構造強度評価、動的機能維持評価を行いました。

評価の結果、発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。表6-2に主要設備の耐震安全性評価結果を示します。

(3) 原子炉建物基礎地盤の安定性評価および周辺斜面の安定性評価

原子炉建物基礎地盤および周辺斜面について、表6-3、図6-3のとおり基準地震動Ssによる地震力に対して十分な耐震安全性を有していることを確認しました。

表6-2 主要設備の耐震安全性評価結果

主要設備	評価部位	評価内容	発生値	評価基準値 ^{*1}	判定
原子炉格納容器	クレーン荷重発生部	応力(MPa)	205	348	○
	下端部	応力(MPa)	56 ^{*2}	232	○
原子炉容器	上部フランジ	応力(MPa)	105	436	○
	炉内構造取付部	応力(MPa)	102	240	○
	下部サポート	応力(MPa)	308	361	○
炉内構造物	支持構造物	応力(MPa)	171	178	○
1次主冷却系主配管	配管	応力(MPa)	107	272	○
1次主冷却系中間熱交換器	2次出口ノズル	応力(MPa)	104	223	○
	伝熱管	応力(MPa)	146	231	○
	基礎ボルト	応力(MPa)	95	361	○
1次主冷却系循環ポンプ	吸込口	応力(MPa)	119	257	○
	オーバーフローノズル	応力(MPa)	34	257	○
	基礎ボルト	応力(MPa)	32	341	○
補助冷却設備主配管	配管	応力(MPa)	245	275	○
補助冷却設備空気冷却器	ダクト	モーメント(kN・mm)	4.20×10 ⁵	5.72×10 ⁵	○
制御棒の挿入性 ^{*3}	挿入性	変位(mm)	26 ^{*4}	55 ^{*5}	○
2次主冷却系主配管	配管	応力(MPa)	251	260	○
2次主冷却系循環ポンプ	吸込口	応力(MPa)	124	231	○
	オーバーフローノズル	応力(MPa)	43	231	○
	取付ボルト	応力(MPa)	11	341	○
蒸気発生器(蒸発器)	ナトリウム出口ノズル	応力(MPa)	222	258	○
	スカート	応力(MPa)	427	431	○
	基礎ボルト	応力(MPa)	316	408	○
蒸気発生器(過熱器)	ナトリウム出口ノズル	応力(MPa)	96	336	○
	スカート	応力(MPa)	58	232	○
	取付ボルト	応力(MPa)	75	178	○

- ※1：評価基準値とは、基準地震動Ssに対する耐震安全性を確認するための許容値で、規格に準拠した値もしくは試験等で妥当性が確認された値です。構造強度の場合は材料毎に定められた許容応力等、動的機能維持評価の場合は試験で予め作動することが確認された確認済相対変位のことをいいます。
- ※2：事故時荷重（1次冷却材漏えい事故時荷重）との組み合わせを考慮した値です。
- ※3：挿入性とは、原子炉緊急停止時に制御棒が規定時間以内に挿入できることをいいます。具体的には、全ストロークの内、85%の範囲が1.2秒以内に挿入できることをいいます。
- ※4：制御棒の発生値は、解析によって得られた、基準地震動Ssに対する「制御棒案内管」と炉心上部機構下端の「制御棒上部案内管」の相対変位の最大値です。
- ※5：制御棒の評価基準値55mmは、スクラム試験において、「制御棒案内管」と炉心上部機構下端の「制御棒上部案内管」に相対変位が55mm発生していても、制御棒が規定時間以内に挿入できることを確認していることから、評価基準値として記載しています。

表6-3 原子炉建物基礎地盤および周辺斜面の安定性評価結果

施設	評価内容	評価値	評価基準値	判定
原子炉建物基礎地盤	すべり安全率	9.8	1.5以上	○
周辺斜面 ※1	すべり安全率	2.2	1.2以上	○

※1：地震に伴う事象として評価

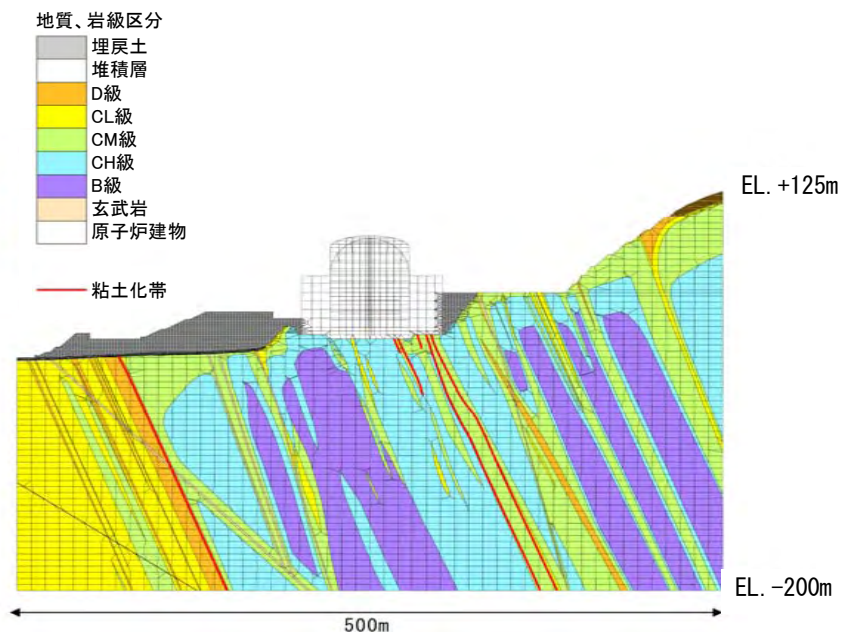


図6-3(1) 原子炉建物基礎地盤の解析モデル図

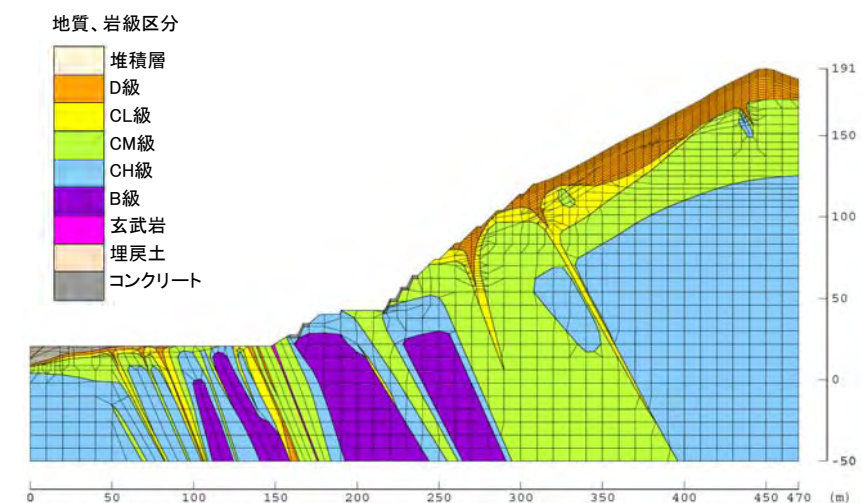


図6-3(2) 周辺斜面の解析モデル図

(4) 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価

耐震設計上重要な機器・配管系を支持する屋外重要土木構造物について、地震時に機器・配管系の安全機能を保持するための耐震安全性を確認しました。基準地震動 Ss により評価を行い、その結果求められた発生値を評価基準値と比較することにより評価を行いました。評価結果を表 6-4 に示します。

評価の結果、発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

表 6-4 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価結果

施設	評価内容	発生値	評価基準値	判定
原子炉補機冷却系海水ポンプ室	せん断力(kN)	1,265	2,308	○
送水管路カルバート部	せん断力(kN)	996	1,018	○
送水管路トンネル部	せん断力(kN)	655	665	○

(5) 地震随伴事象のうち津波に対する安全性評価

既往津波、海域活断層において想定される地震に伴う津波および日本海東縁部において想定される地震に伴う津波について数値シミュレーションを行い最も大きな津波を想定しました。評価結果を表 6-5 に、津波評価の模式断面図を図 6-4 に示します。この想定津波によっても、原子炉施設の安全性に問題のないことを確認しました。

表 6-5 津波に対する安全性評価結果

施設	評価内容	発生値	評価基準値	判定
原子炉補機冷却海水系取水機能	水位上昇	T.P. 3.5m	T.P. 4.7m	○
	水位低下	T.P. -2.6m	T.P. -2.9m	○

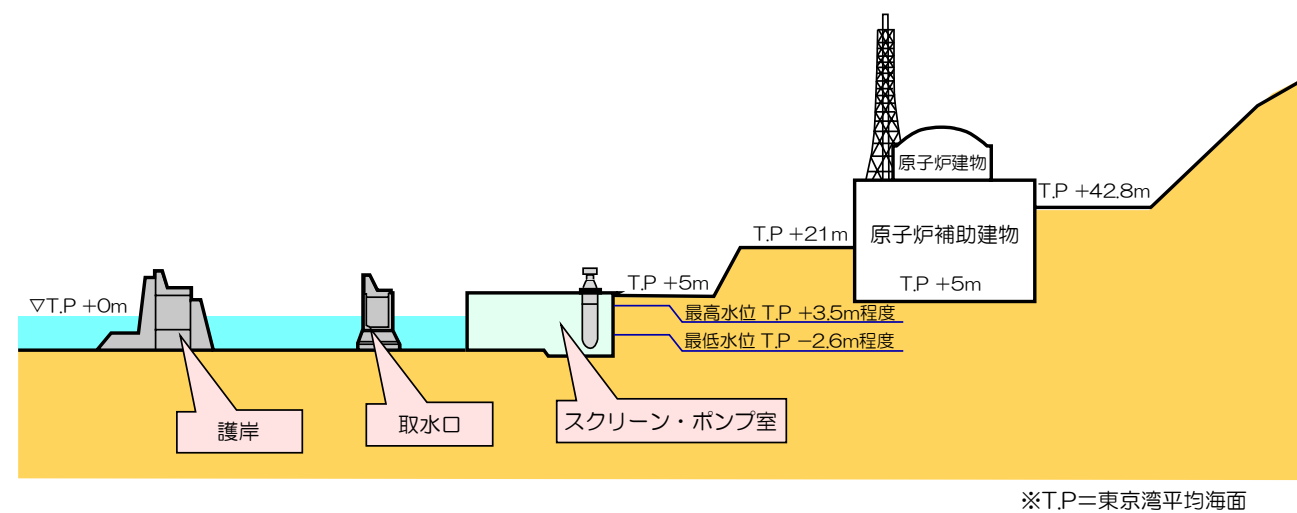
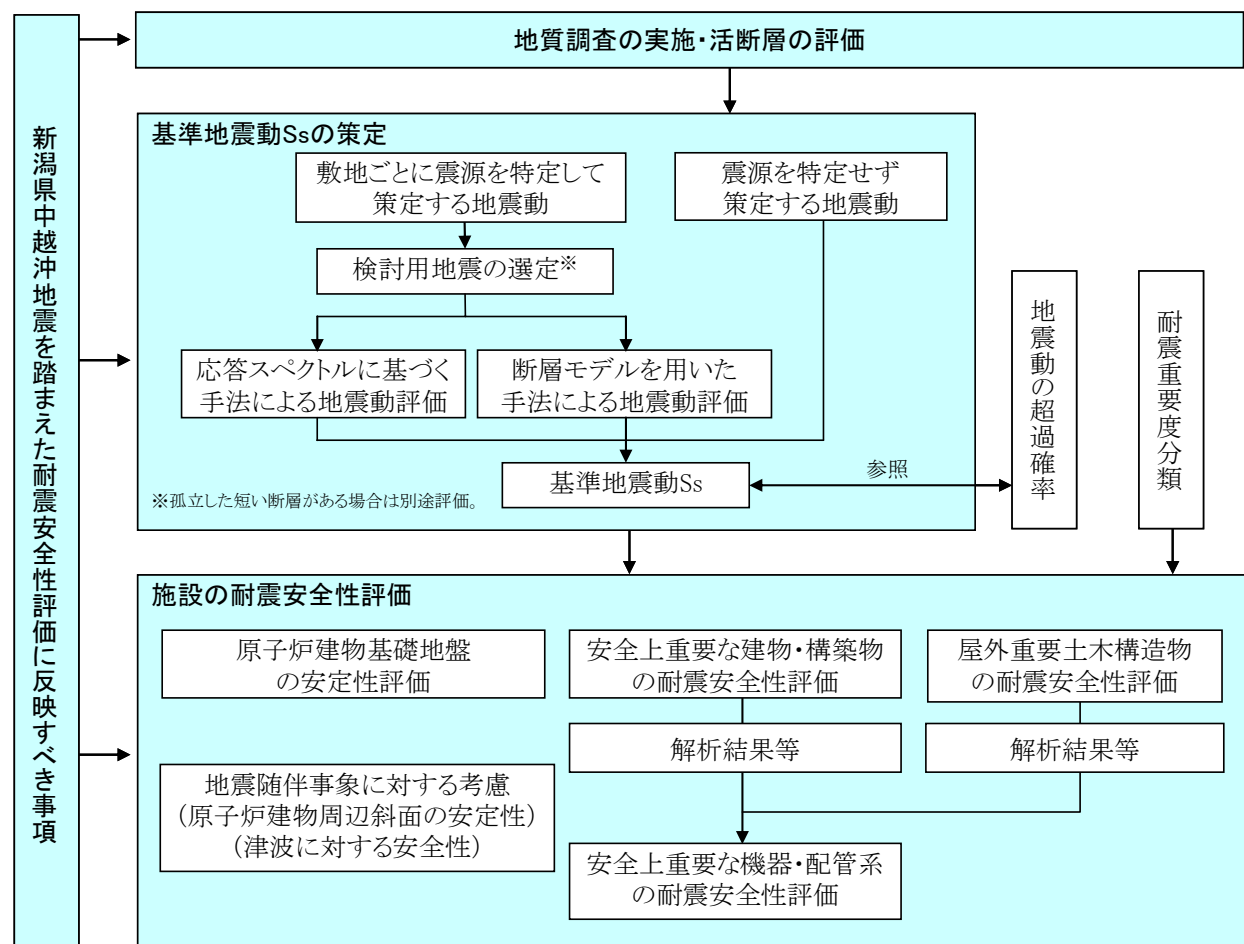


図 6-4 津波評価 模式断面図

耐震安全性評価の手順



白木-丹生断層の評価について

今回の調査

(陸域) 約4kmの活断層と評価
 (海域) 北方海域沿岸部、南方海域に新たに断層を認め、活断層と評価
 (海域と陸域の連続性) 断層性状の類似性に基づき、連続する延長約15kmの活断層と評価

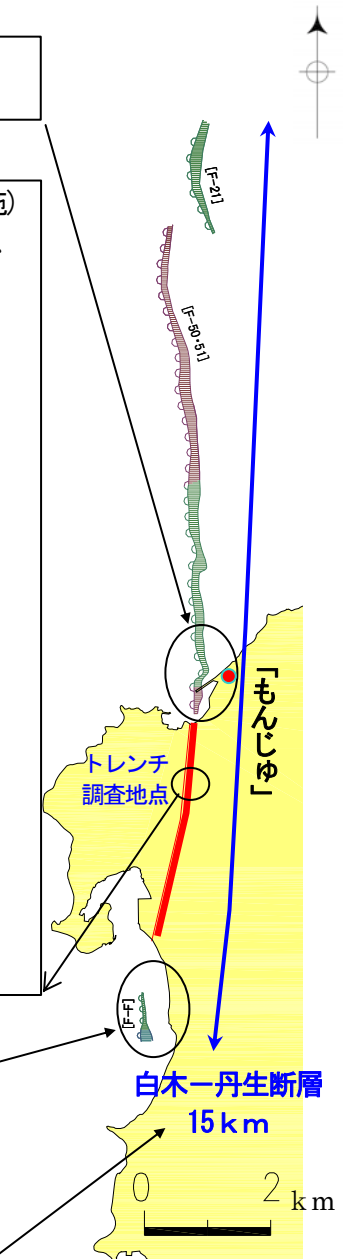
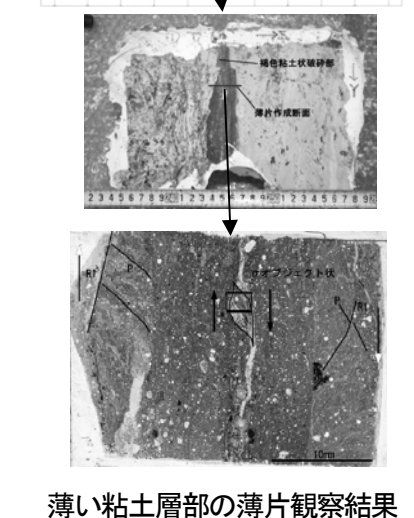
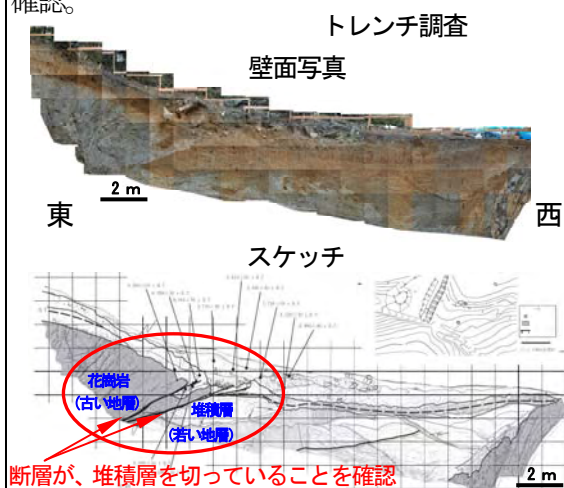
調査結果

北方延長海域

(最新の高精度の海上音波探査)
 最新手法(高分解能)の音波探査で、当時判らなかった活断層を確認。

白木-丹生断層

(新指針の考え方(特に敷地近傍は高精度の詳細な活断層評価を行う)に基づき調査を実施)
 過去の判断基準では活断層と評価されなかった部位についても試料をサンプリングし、最新的手法に基づく顕微鏡による観察を実施。薄い粘土層部に断層の活動痕跡を確認。断層の詳細な活動時期を調査するためにトレンチ調査を実施。後期更新世以降(12~13万年以降)の活動を確認し、最新活動時期が約9,000年前以降であり、考慮すべき活断層であることを新たに確認。



南方延長海域

(最新の高精度の海上音波探査)
 最新手法(高分解能)の音波探査で、当時判らなかった活断層を確認。

陸域断層と海域断層の連続性-総合評価-

新指針の考え方: 地下構造の連続性や性状の類似性に注目し、近接した活断層をひとまとめに評価する
 → 白木-丹生断層を、延長15kmの活断層として評価

白木-丹生断層の地震動評価(敷地に与える影響)

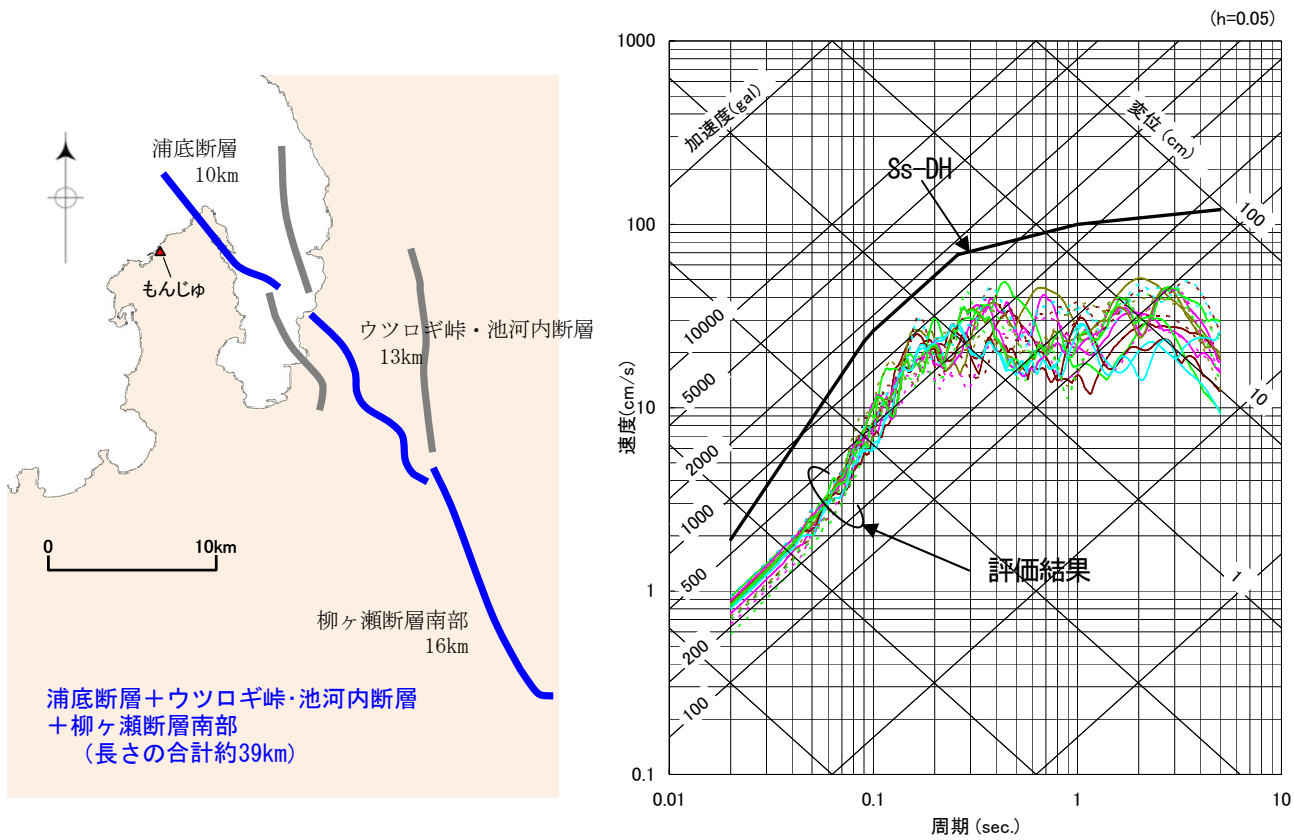
※詳細は「5. 基準地震動Ssの策定」を参照。

孤立した短い断層として扱い、地震動評価上は断層長さを20km、地震の規模をマグニチュード6.9を想定する。この場合でも、北西方にあるC断層(マグニチュード6.9)の応答スペクトルを下回る。

<断層の連動に関する検討>

地質調査結果に基づき基準地震動 Ss 策定に当たって設定した活断層長さに加えて、更に安全側の評価として、隣接する断層に破壊が乗り移るような現象について想定して、念のために基準地震動 Ss と比較検討しました。検討に当たっては、敷地と震源との位置関係から敷地への影響が大きいと考えられるケースである浦底断層+ウツロギ峠・池河内断層+柳ヶ瀬断層南部の連動を対象 (A図) に、断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施しました。

その結果、基準地震動 Ss に包絡されていることを確認 (B図) しました。



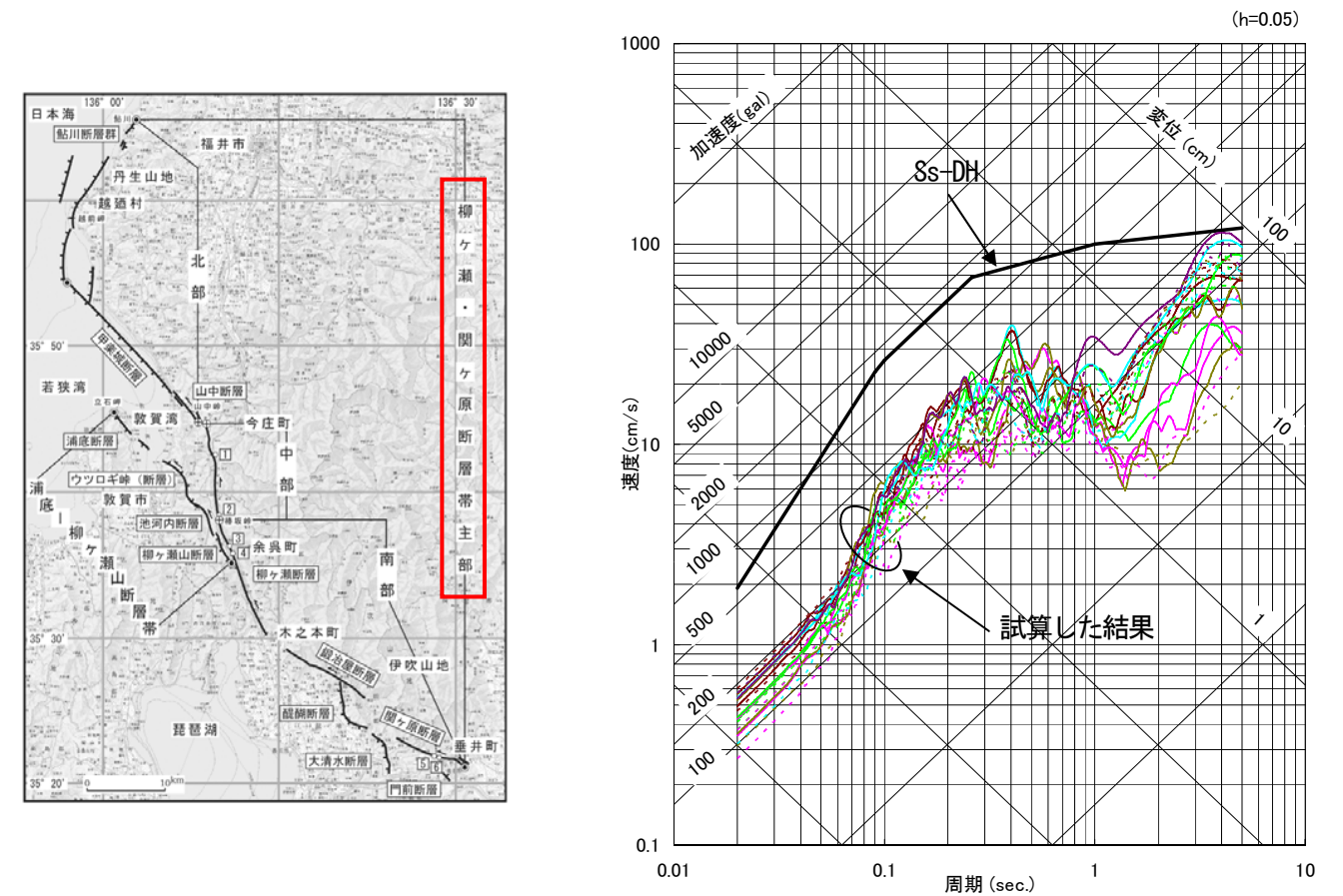
A図 想定した連動ケース

B図 連動ケースの評価結果

<地震調査委員会の知見に係る試算>

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、「柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の長期評価」(平成16年1月)において、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部の全体 (C図) が活動する場合には、マグニチュード 8.2 程度の地震が発生する可能性があるとしています。この地震を仮定して、高速増殖原型炉もんじゅの敷地における地震動を断層モデルを用いた手法にて試算しました。

その結果について、新耐震指針に基づき策定した基準地震動 Ss-DH と比較して下図 (D図) に示します。この図から、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部による地震動は、基準地震動 Ss-DH を下回っていることが確認されます。



C図 柳ヶ瀬関ヶ原断層帯主部の位置図

「柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の長期評価について」
(地震調査委員会, 2005) に加筆

D図 地震調査委員会のケースの地震動試算結果