

## 玄海原子力発電所3号炉及び4号炉

# 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版） の反映に係る対応方針について

2024年 3月 8日  
九州電力株式会社


## これまでの経緯

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下、「地震本部」という)は、日本海南西部の海域に分布する断層のうち、マグニチュード(M)7.0程度以上の地震を発生させる可能性がある、長さ20km以上の活断層を主な対象として、これまでに行われた調査研究成果等に基づき、日本海南西部の海域活断層の長期評価(以下、「地震本部(2022)」という)を初めて公表。
- 当社は、地震本部(2022)の既許可評価への影響に係る検討結果について、標準応答スペクトルの取り入れに係る設置変更許可申請の審査会合(第1197回、2023年10月13日)にて説明。その説明内容について、原子力規制庁より、議論すべき事項が多く残っていることから再整理が必要として、3点のコメントを受領。
- その後、第39回原子力規制委員会(2023年10月25日)において、以下の事項が了承された。
  - ✓ 玄海3・4号炉の最新知見の反映を確認する場として活用していた審査会合は、標準応答スペクトルの取り入れに係る設置変更許可申請に対するものであるが、その申請内容がおおむね妥当であることが確認されたため、今後、同申請に係る審査会合を行う見込みはない。
  - ✓ したがって、審査会合で既に指摘した事項については、原子力規制委員会委員及び原子力規制庁職員で構成する公開の会合で確認し、その確認結果については、原子力規制委員会に報告することとする。
- 今回、第1197回審査会合でのコメントを踏まえた当社の対応方針について、説明を行う。

## 目次

1. 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応方針 . . . . . P4
  2. 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について . . . . . P8
  3. 第1五島堆断層帯について . . . . . P11
  4. 第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動について . . . . . P18
  5. 地震動評価への影響について . . . . . P21
  6. 津波評価への影響について . . . . . P35
  7. まとめ . . . . . P45
- 
- 参考1. 第1五島堆断層帯による地震動・津波評価について . . . . . P47

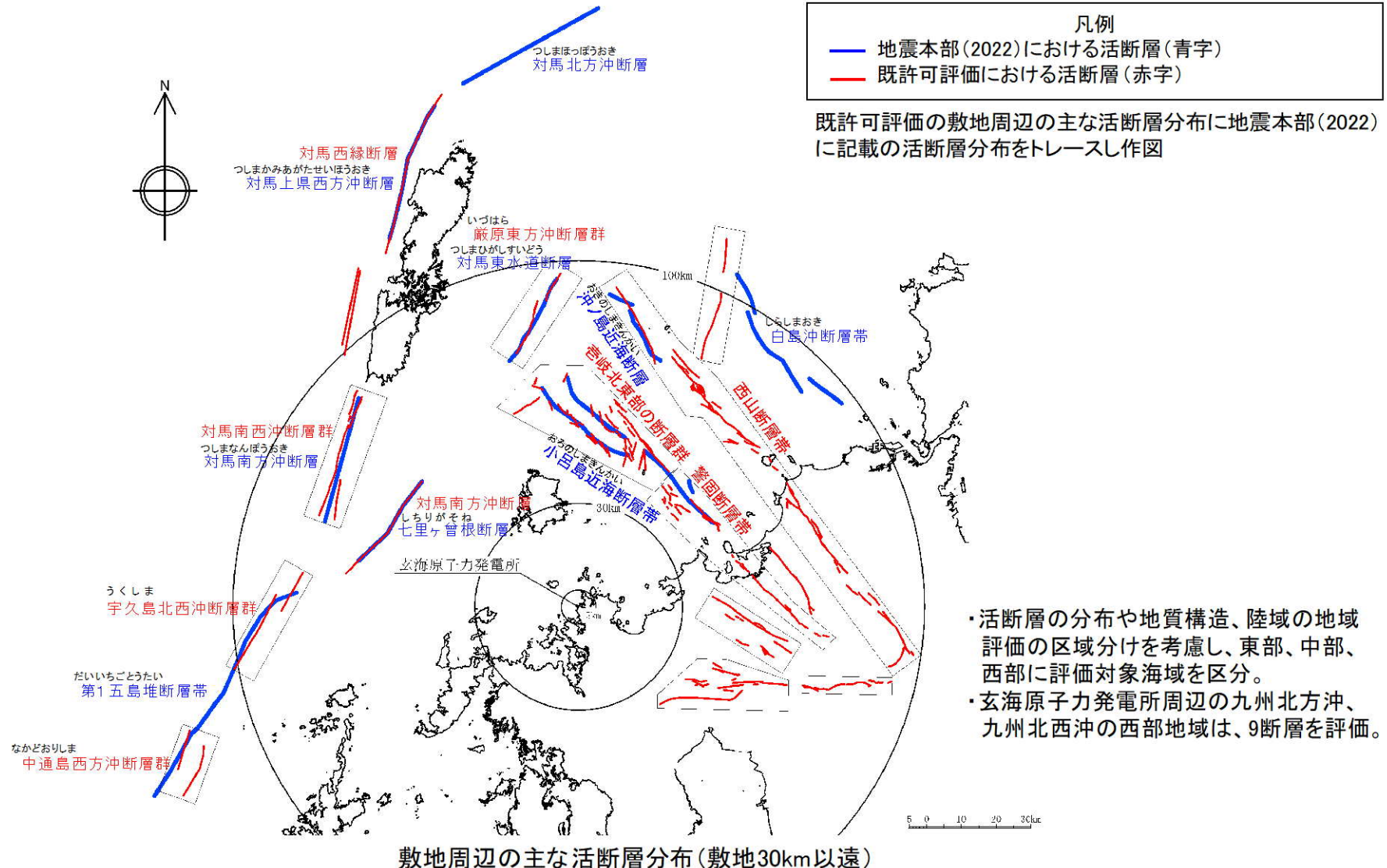
余 白



## **1. 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応方針**

# 1. 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応方針

■ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下、地震本部という。)は、日本海南西部の海域に分布する活断層のうち、マグニチュード(M)7.0程度以上の地震を発生させる可能性がある、長さ20km以上の活断層を主な対象として、これまでに行われた調査研究成果等に基づき評価対象海域の海域活断層の長期評価(地震本部(2022))を初めて公表した。



# 1. 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応方針

■ 第1197回審査会合では、地震本部(2022)により公表された玄海原子力発電所周辺の9断層のうち、小呂島近海断層帯、対馬東水道断層及び第1五島堆断層帯の3断層を詳細な確認が必要な断層として既許可評価への影響について説明。

■ 当該審査会合では、小呂島近海断層帯及び第1五島堆断層帯に関する当社の説明に対し、3点のコメントを受領。

地震本部(2022)の評価				既許可への影響確認	第1197審査会合 資料2-3 P5 一部修正 (対馬東水道断層の赤囲みを削除)
断層名		評価長さ(km)			
29-1	白島沖断層帯	北部区間	22	48	②-1 既許可評価時のその他の断層と判断できる断層をスクリーニングアウト
29-2		南部区間	27		
30	沖ノ島近海断層		24		②-2 地震本部(2022)の断層長さが既許可評価より短い断層をスクリーニングアウト
-	西山断層帯	大島沖区間	38	110	当該断層は地震本部(2013a,b)において評価されており、今回の地震本部(2022)において、評価内容に変更はない。地震本部(2013a,b)は、既許可評価にて考慮済みであることから影響確認の対象外
		西山区間	43		
		嘉麻峠区間	29		
31-1	小呂島近海断層帯	北西沖区間	36	63	③詳細な確認が必要な断層
31-2		東方沖区間	28		
-	警固断層帯	北西部	25	55	当該断層は地震本部(2007)において評価されており、今回の地震本部(2022)において、評価内容に変更はない。地震本部(2007)は、既許可評価にて考慮済みであることから影響確認の対象外
		南東部	27		
32	対馬東水道断層		27		③詳細な確認が必要な断層
33	対馬北方沖断層		45		①敷地から十分に遠いため、検討対象外
34	対馬上県西方沖断層		41		②-2 地震本部(2022)の断層長さが既許可評価より短い断層をスクリーニングアウト
35	対馬南方沖断層		36		
36	七里ヶ曾根断層		29		
37-1	第1五島堆断層帯	北部区間	29	73	③詳細な確認が必要な断層
37-2		中部区間	22		
37-3		南部区間	22		

グレーで色付けしている断層は、スクリーニングアウトした断層

## 1. 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応方針

- 第1197回審査会合でのコメント及び当社の対応については、下表の通り。
- 当該対応を踏まえた設置変更許可申請への準備を進め、準備が整い次第、申請を行う。

No.	コメント	指摘場所	対応
1	小呂島近海断層帯と既許可の警固断層帯とは一部の区間で北西～南東方向に重複しているため、敷地への影響の観点から、小呂島近海断層帯と警固断層帯との連動についての取扱いを検討する必要がある。	第1197回 原子力発電所の新規制基準適合性に 係る審査会合 (2023年10月13日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動を地震の震源及び津波の波源として考慮する。</li> <li>・ 地震の震源及び津波の波源は、断層長さが長くなるよう、既許可評価における壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動として断層長さを設定する。</li> </ul>
2	第1五島堆断層帯の中部区間については、断層の有無及び連続性を評価するためにはデータを十分に整理する必要がある。		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1五島堆断層帯の中部区間について、地震本部（2022）の評価を考慮し、活断層評価を見直す。</li> </ul>
3	既許可における基準津波の策定では、宇久島北西沖断層群とその北方にある対馬南西沖断層群との連動を考慮しているため、敷地への影響の観点から、第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群との連動についての取扱いを検討する必要がある。		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動を地震の震源及び津波の波源として考慮する。</li> <li>・ 地震の震源及び津波の波源は、断層長さが長くなるよう、既許可評価における対馬南西沖断層群と地震本部（2022）による第1五島堆断層帯の連動として断層長さを設定する。</li> </ul>



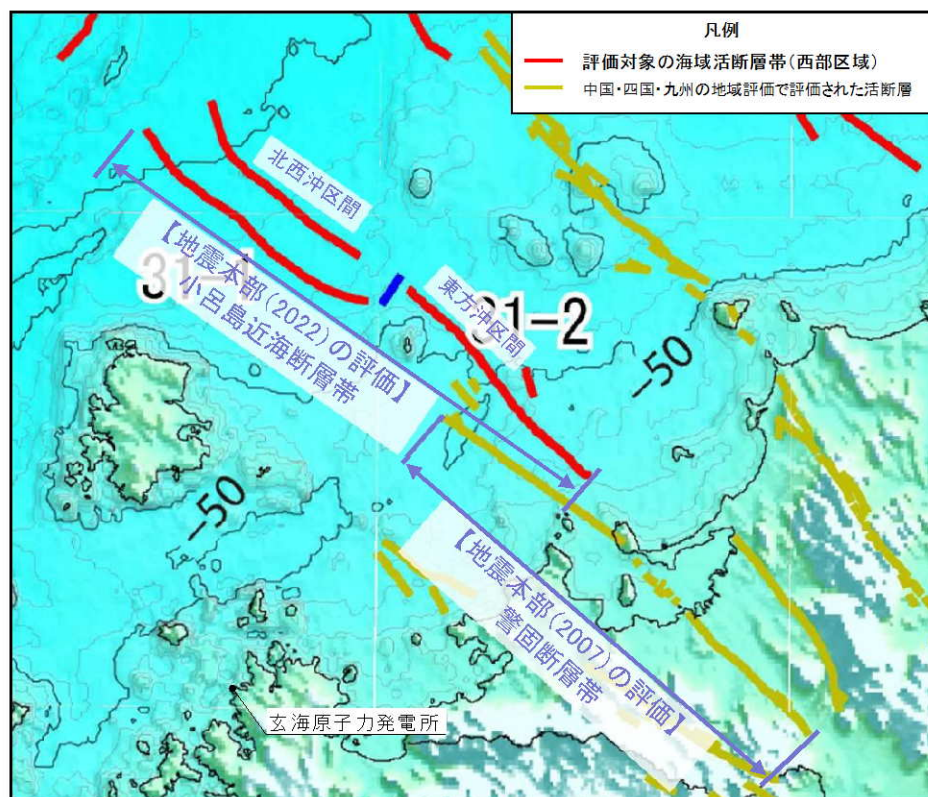


**2. 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について  
(コメントNo. 1への回答)**

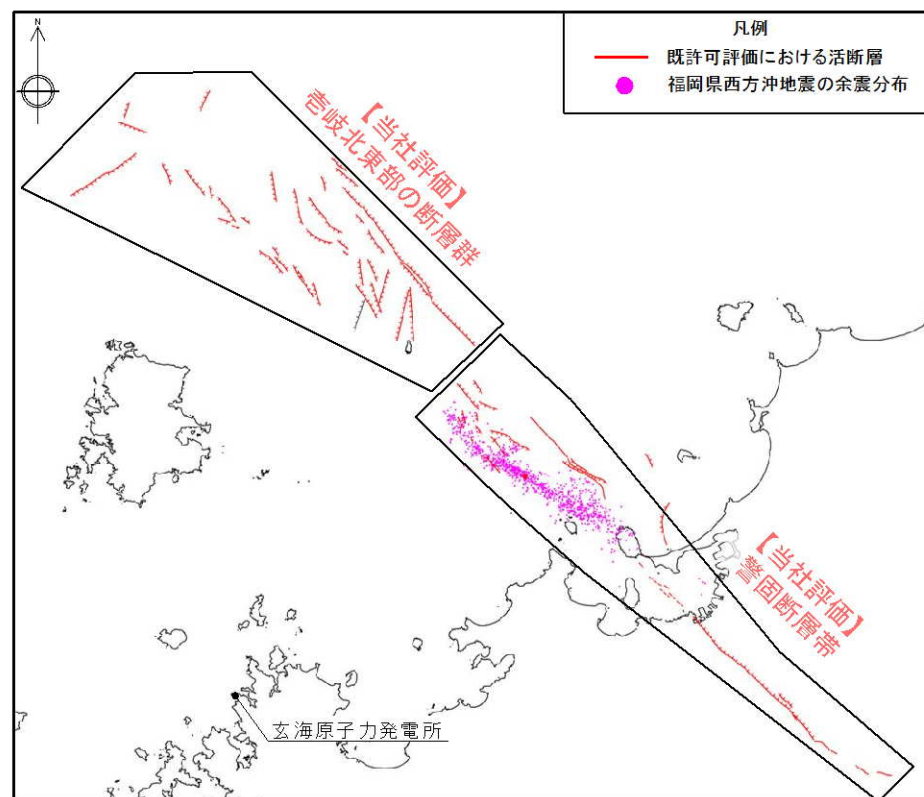
## 2. 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について

### ○地震本部(2022)の評価及び既許可評価

- 地震本部(2022)では、小呂島近海断層帯と警固断層帯について、それぞれ別の断層帯として評価。
- 既許可評価でも、吉岐北東部の断層群と警固断層帯について、地質構造の違い等をもとにそれぞれ別の断層として評価。
- 一方で、地震本部(2022)は、評価対象海域に位置する小呂島近海断層帯と警固断層帯との関係性について、「小呂島近海断層帯は警固断層帯と近接しており、一連の活断層帯である可能性を否定できない。断層トレースの位置関係などから、今後の調査研究によっては、東方沖区間及び北西沖区間は警固断層帯を構成する区間になる可能性もある。」と記載している。



地震本部(2022)に一部加筆

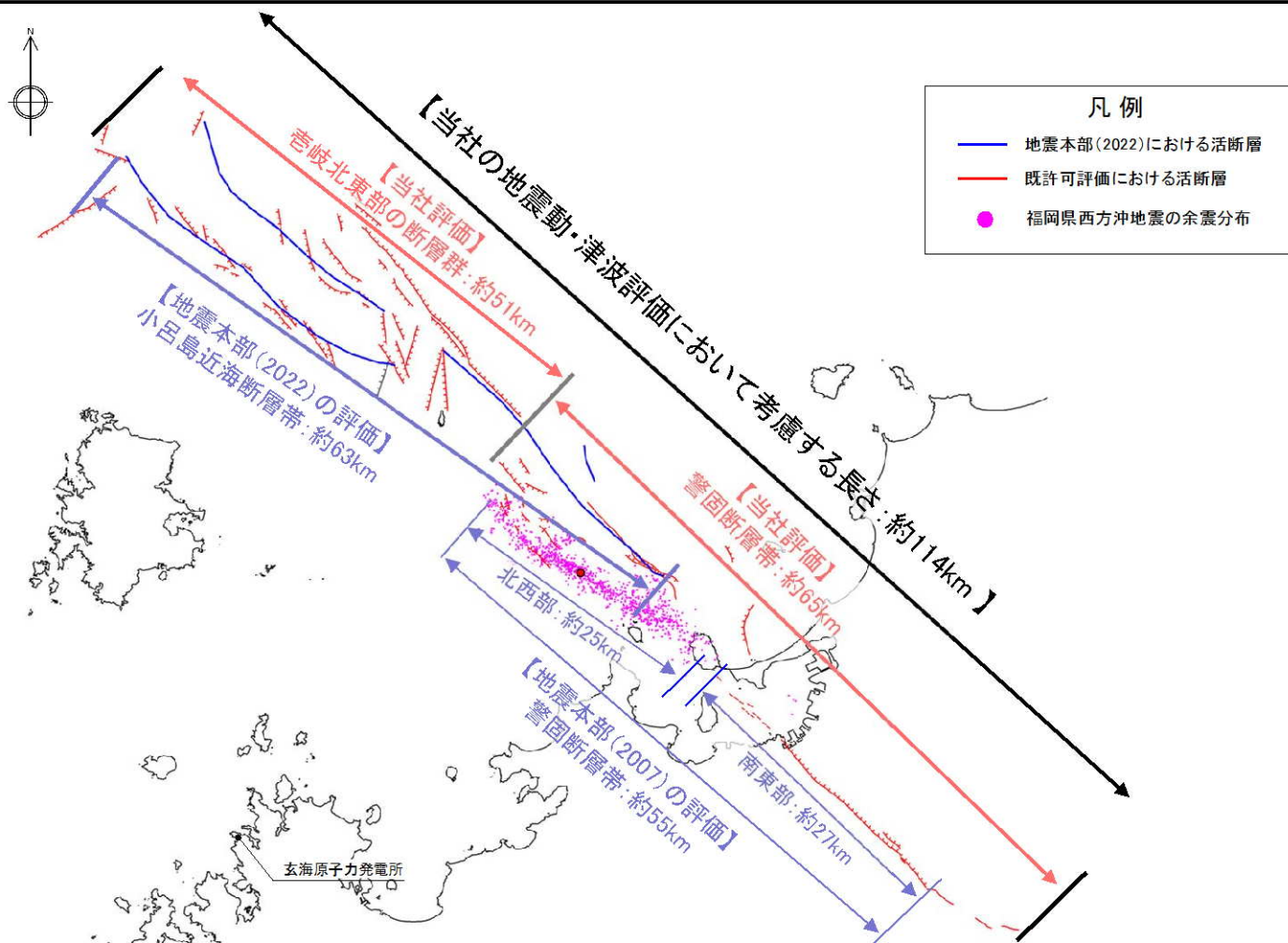


既許可評価における断層分布図

## 2. 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について

### ○小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動の考慮

- 地震本部(2022)が、小呂島近海断層帯と警固断層帯が一連の活断層帯である可能性を否定できないとしていることを踏まえ、地震の震源及び津波の波源として、両断層の連動を考慮することとする。
- 地震の震源及び津波の波源については、既許可評価及び地震本部(2022)の評価を踏まえ、断層長さが長くなるよう設定することとし、既許可評価における沓岐北東部の断層群と警固断層帯の連動として断層長さ約114kmを評価する。





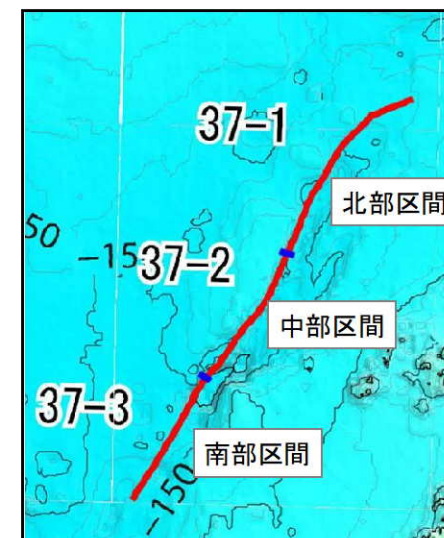
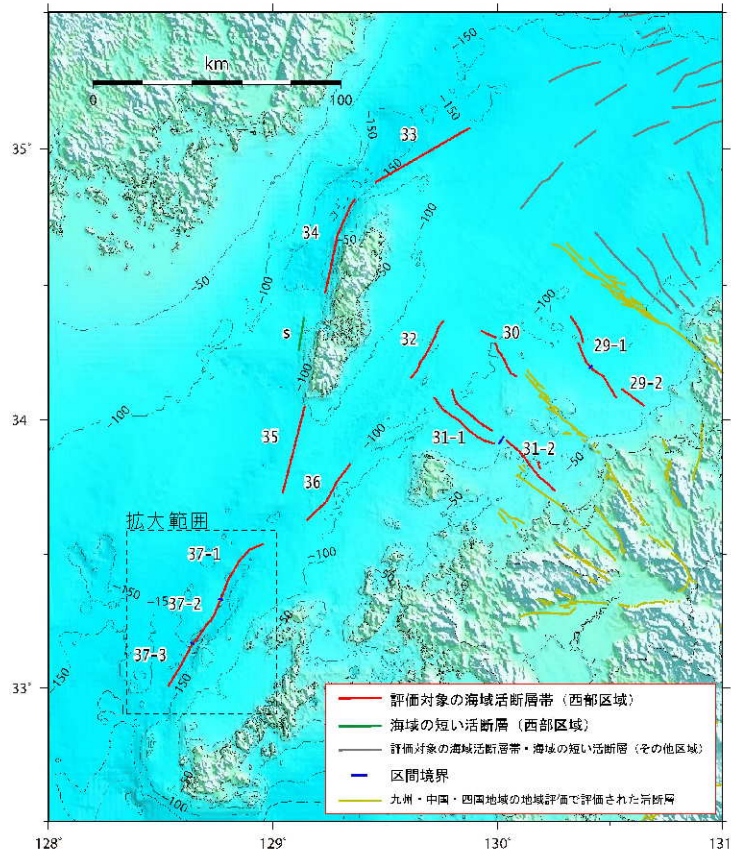
**3. 第1五島堆断層帯について  
(コメントNo. 2への回答)**

### 3. 第1五島堆断層帯について ○地震本部(2022)の評価

- 地震本部(2022)は、対馬の南方65km程度沖合に分布する北東－南西走向の長さ約73kmの右横ずれ断層(南東側低下)を第1五島堆断層帯として認定しており、北部区間、中部区間及び南部区間に区分している。
- 地震本部(2022)は、「断層周辺は評価に用いた主な探査測線の外側にあるため、断層端点位置の信頼度、それに基づく断層長さの信頼度を判定できない。九州電力株式会社(九州電力株式会社, 2013)や、海域における断層情報総合評価プロジェクト(文部科学省研究開発局・海洋研究開発機構 2020)、日本海地震・津波調査プロジェクト(文部科学省研究開発局・東京大学, 2017)によって活断層が認定されているが、それぞれ断層の認定範囲が一致しない。本評価では、それぞれの違いを評価できないと判断し、それら全体を一連の活断層帯とした。」と記載している。

地震本部(2022)による評価

区間	断層長 (km)	断層の 走向	種類	傾斜方向
北部	29	N35° E	右横ずれ	南東傾斜 高角
中部	22	N40° E		
南部	22	N25° E		
全体	73			

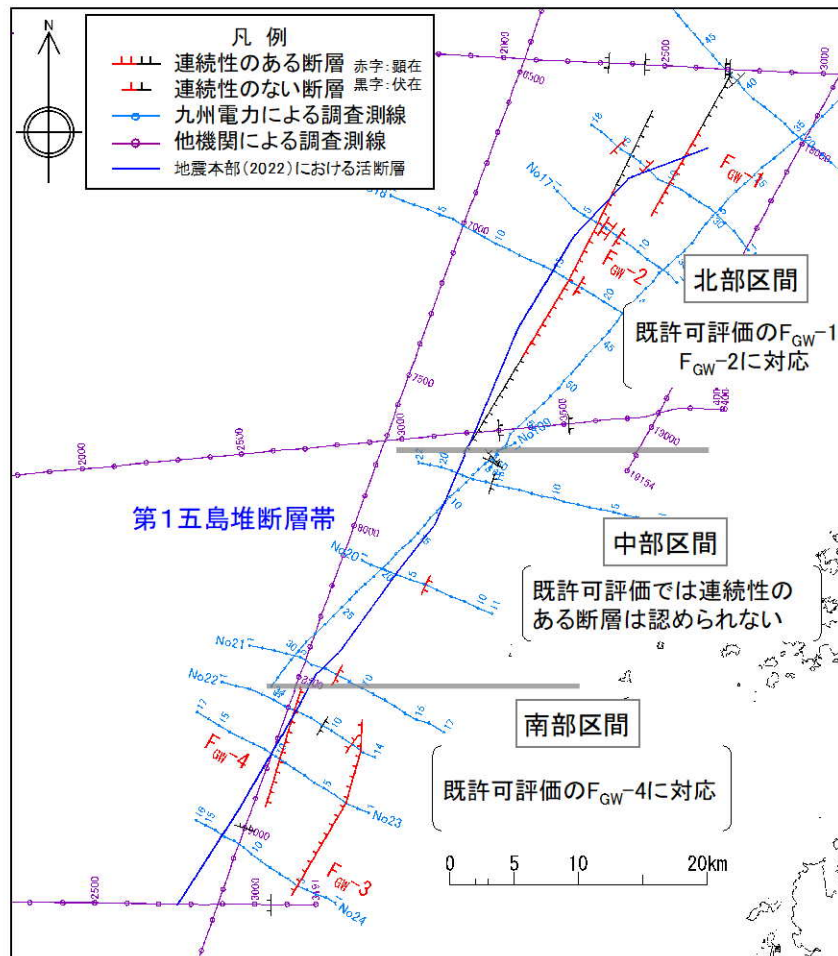


地震本部(2022)に一部加筆

### 3. 第1五島堆断層帯について

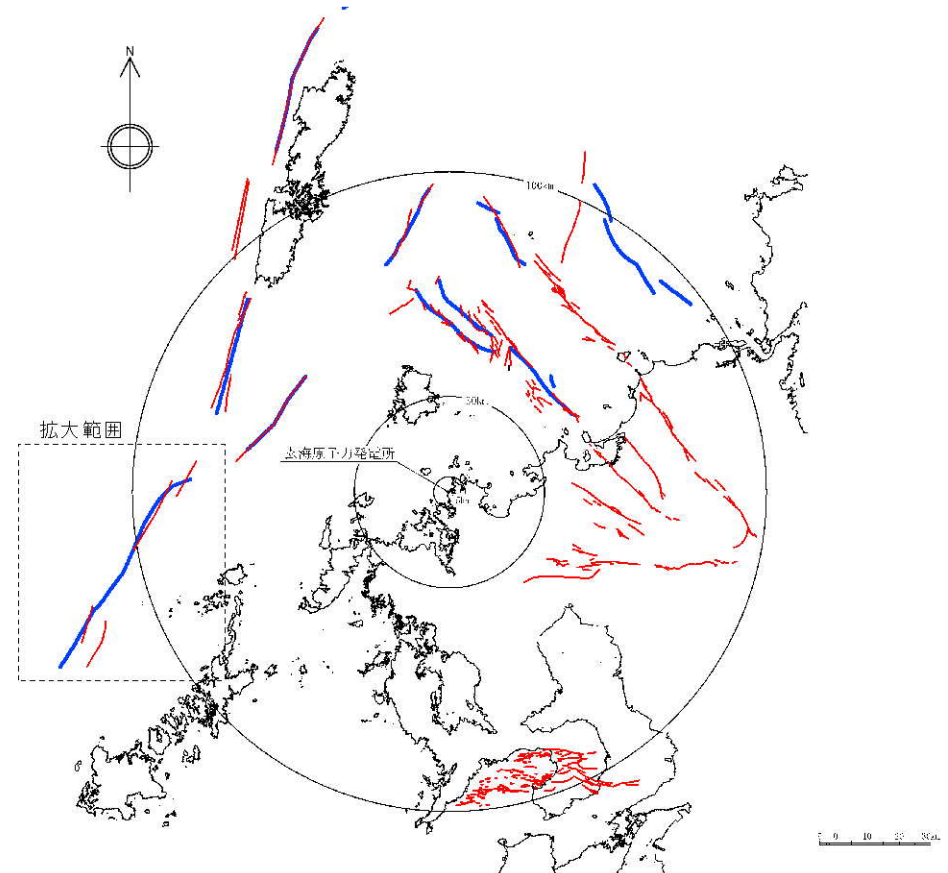
#### ○既許可評価と地震本部(2022)の評価との差異

■ 既許可評価では、地震本部(2022)における第1五島堆断層帯の北部区間位置では宇久島北西沖断層群( $F_{GW-1}$ 、 $F_{GW-2}$ )を、南部区間位置では中通島西方沖断層群のうち $F_{GW-4}$ を認定しているが、中部区間位置では連続性のある断層は認められない。



断層分布図

既許可評価の活断層分布に地震本部(2022)による活断層分布をトレースし作図

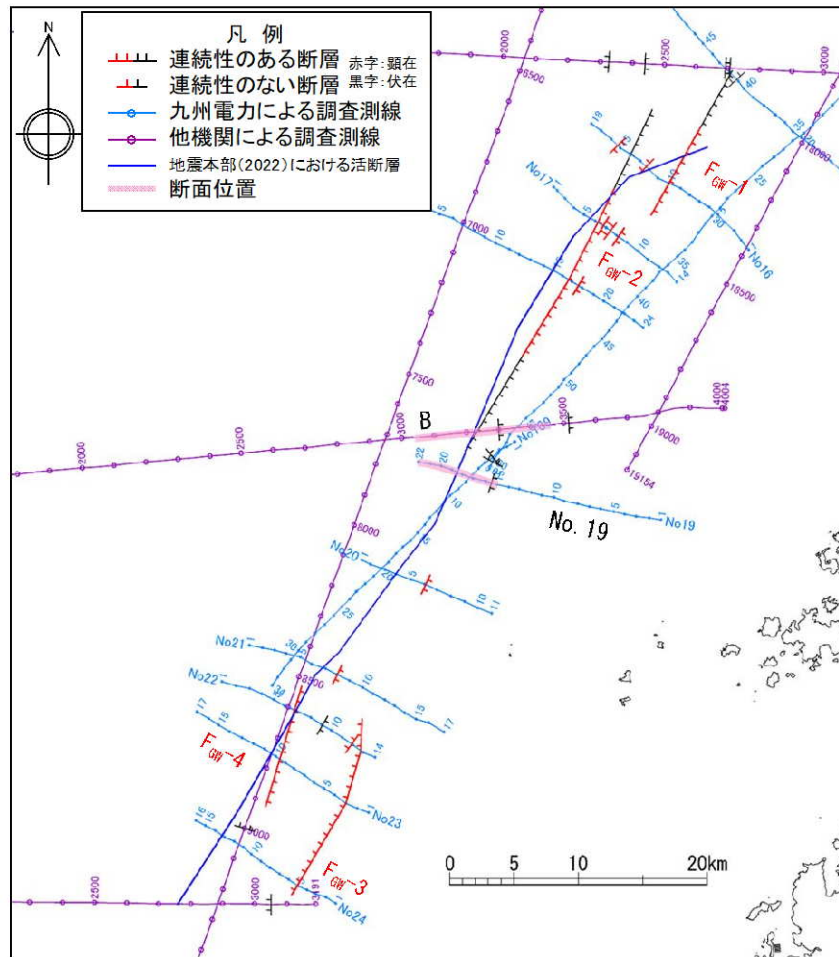


— 地震本部(2022)における活断層  
— 既許可評価における活断層

### 3. 第1五島堆断層帯について

#### ○既許可評価(第1五島堆断層帯の北部区間)

■ 第1五島堆断層帯の北部区間と中部区間との境界付近である $F_{GW-2}$ の南端について、他機関の測線(B)では、B4-3層より上位に変位・変形がないことから伏在断層としている。また、その延長部の当社測線(No.19)には当該断層は認められないことから、 $F_{GW-2}$ は中部区間まで連続しないと評価している。

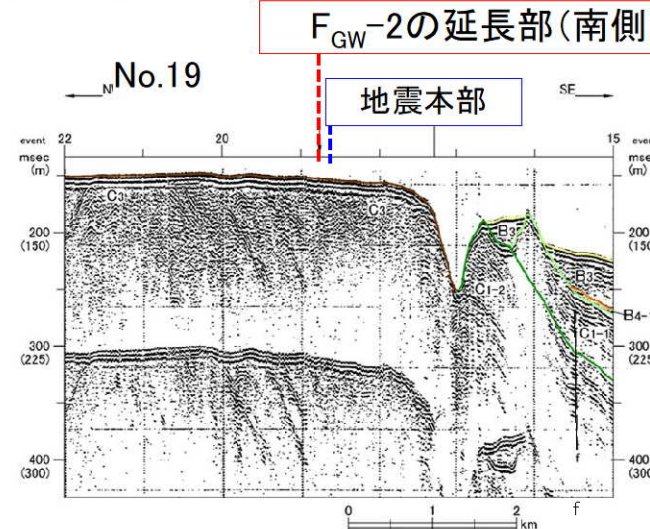


断層分布図

既許可評価の活断層分布に地震本部(2022)による活断層分布をトレースし作図



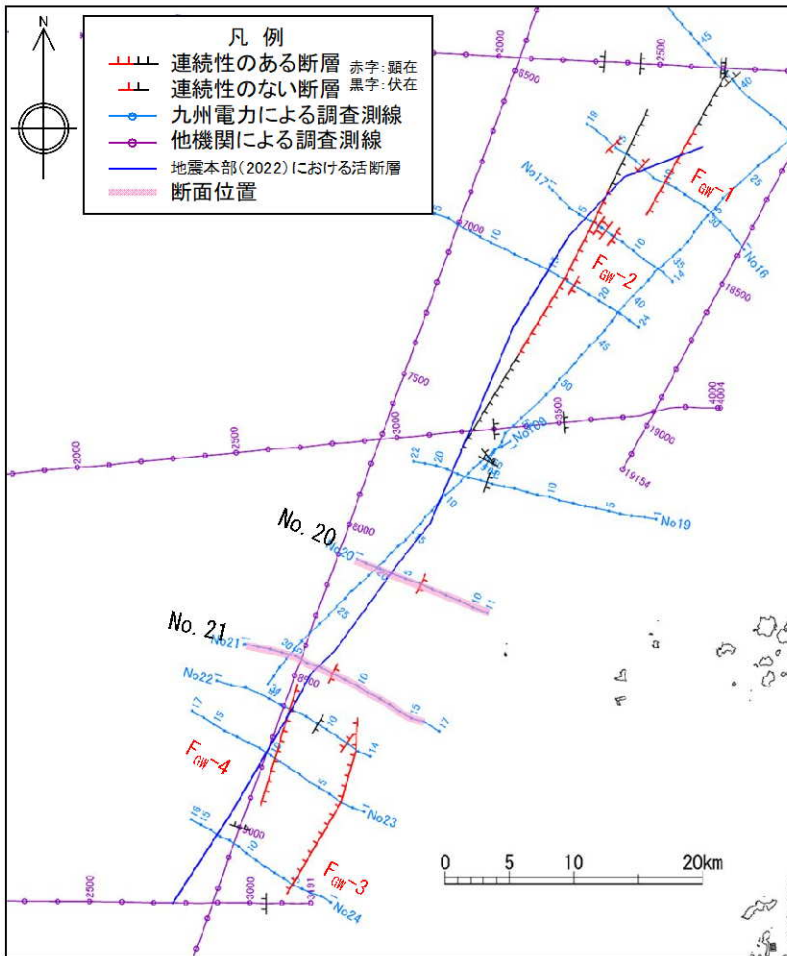
地質層序			
地質時代	地層名		
第四紀	更新世	完新世	A層
		後期	B1層
	中新世	中期	B2層
		前期	B3層
		前期	B4-1層
第三紀	新第三紀	後期	B4-2層
		前期	B4-3層
	古第三紀	後期	C1-1層
		前期	C1-2層
		中期	C1-2層
中生代	漸新世	C3層	
	始新世		
	晩新世		
	中・古生代	G層	



### 3. 第1五島堆断層帯について

#### ○既許可評価(第1五島堆断層帯の中部区間)

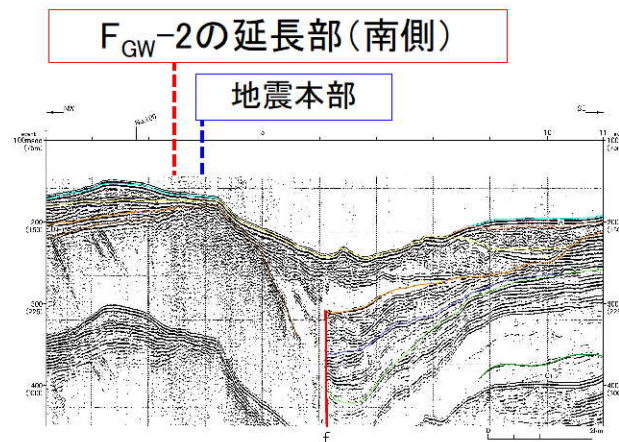
- 第1五島堆断層帯の中部区間に対応する当社測線(No.20、No.21)において、東落ちの断層が確認される。
- 当社測線(No.20)で認められる断層は、断層の北西側の地層が不明瞭で、一定程度の変位量が推定されるのに対し、当社測線(No.21)で認められる断層は、B<sub>4-1</sub>層の上面に変形が認められ、下位の地層ほど傾斜が大きい構造になっており、両断層は構造が異なることから、連続性のない断層と評価している。



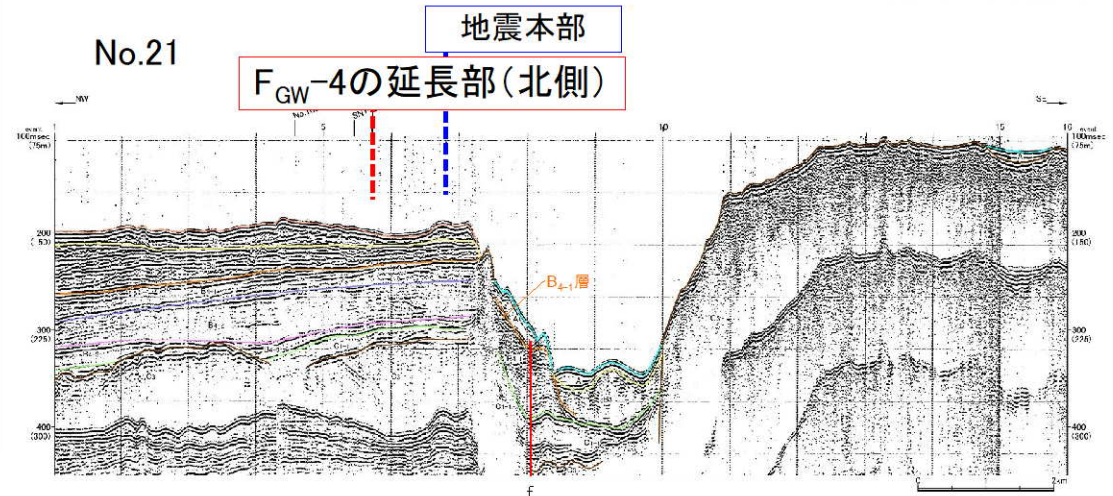
断層分布図

既許可評価の活断層分布に地震本部(2022)による活断層分布をトレースし作図

No.20



No.21



地質層序

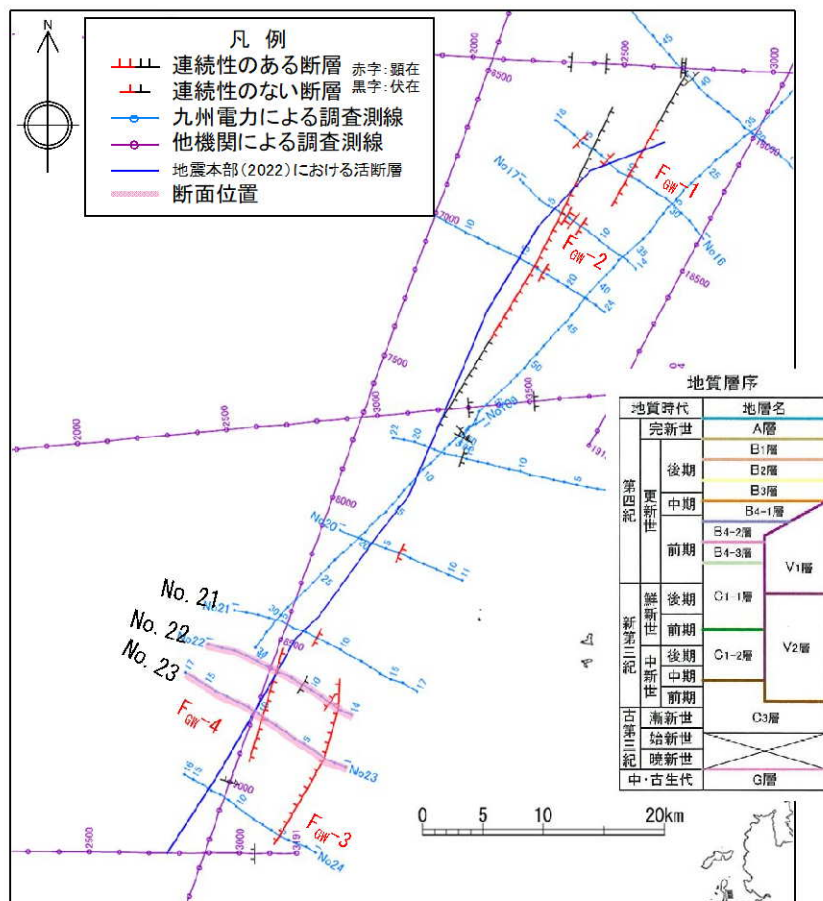
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B1層
		中期	B2層
		前期	B3層
	新第三紀	後期	B4-1層
		前期	B4-2層
		B4-3層	
		V1層	
古第三紀	漸新世	C1-1層	
	始新世	C1-2層	
	中新世	V2層	
中生代	白垩紀	C3層	
	侏罗紀		
	白垩紀		
中生代	中生代	G層	



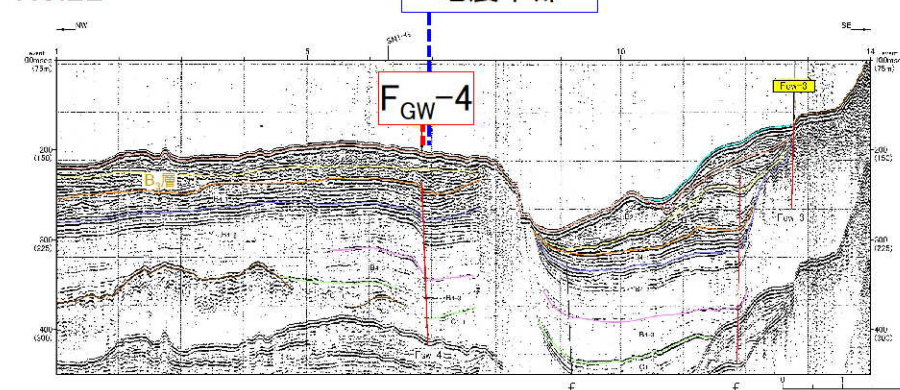
### 3. 第1五島堆断層帯について

#### ○既許可評価(第1五島堆断層帯の南部区間)

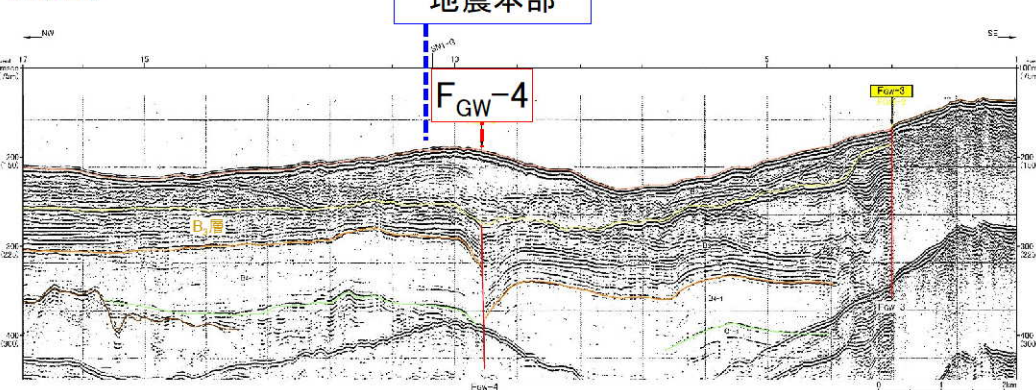
- 第1五島堆断層帯の南部区間に対応する当社測線(No.22、No.23)において、断層が確認される。
- 両測線に確認される断層については、断層の両側の地層が断層に向かって緩く傾斜し、B<sub>3</sub>層まで及ぶ東落ちの変位が認められる構造であることから、連続性のある断層と評価し、F<sub>GW-4</sub>を認定している。
- F<sub>GW-4</sub>の北側の当社測線(No.21:前頁参照)において、F<sub>GW-4</sub>の延長部で断層は確認されないこと、当社測線(No.21)で確認される断層は、当社測線(No.22、No.23)で確認される断層とは構造が異なることから、F<sub>GW-4</sub>は、中部区間まで連続しないと評価している。



No.22



No.23



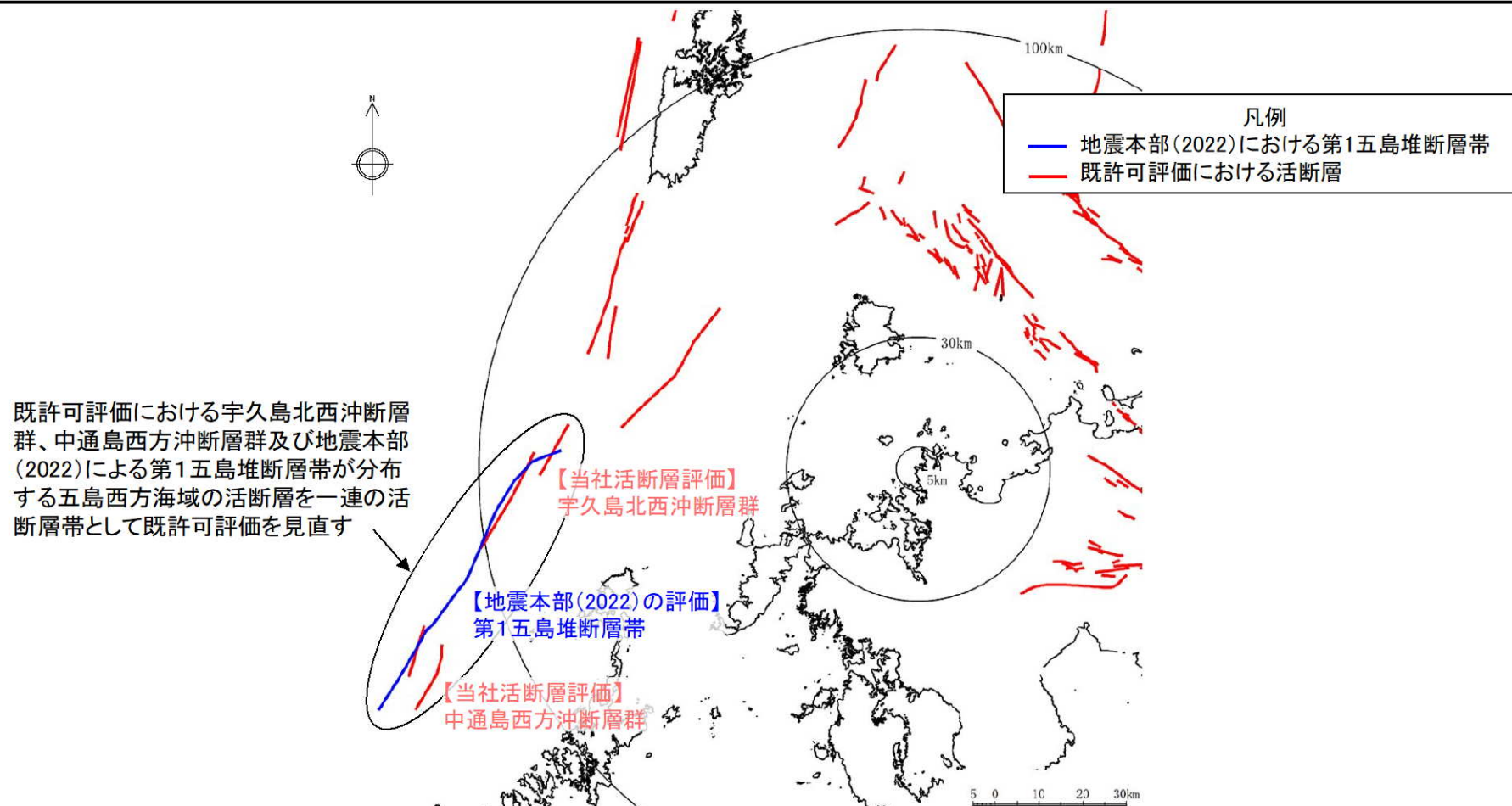
断層分布図


既許可評価の活断層分布に地震本部(2022)による活断層分布をトレースし作図

### 3. 第1五島堆断層帯について

#### ○地震本部(2022)を踏まえた見直し

- 第1五島堆断層帯の中部区間についてデータ及びその解釈を整理した結果、前頁までに記載の通り、既許可評価と地震本部(2022)の評価では差異がある。
- 一方で、地震本部(2022)では当社の既許可評価を踏まえた評価が行われていること、中部区間にあたる海域では、当社の音波探査測線の間隔が北部区間及び南部区間と比べ広く、地震本部(2022)との違いを評価できないと判断したことから、地震本部(2022)の評価を考慮し、既許可評価における宇久島北西沖断層群、中通島西方沖断層群及び地震本部(2022)による第1五島堆断層帯が分布する五島西方海域の活断層を一連の活断層帯として既許可評価を見直す。



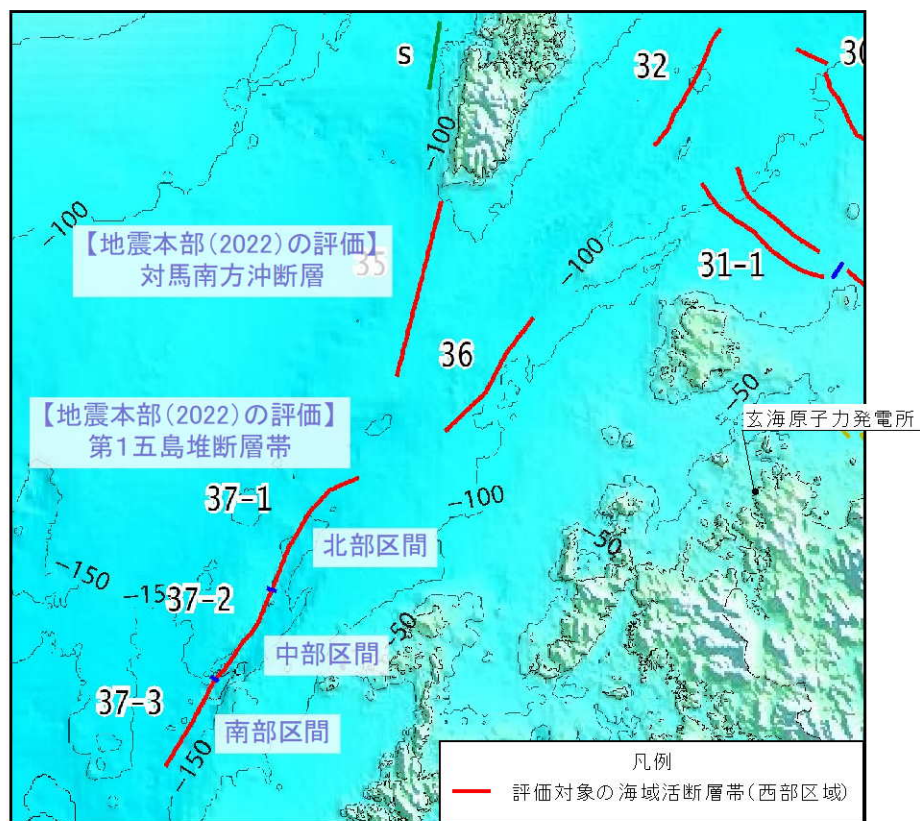


**4. 第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動について  
(コメントNo. 3への回答)**

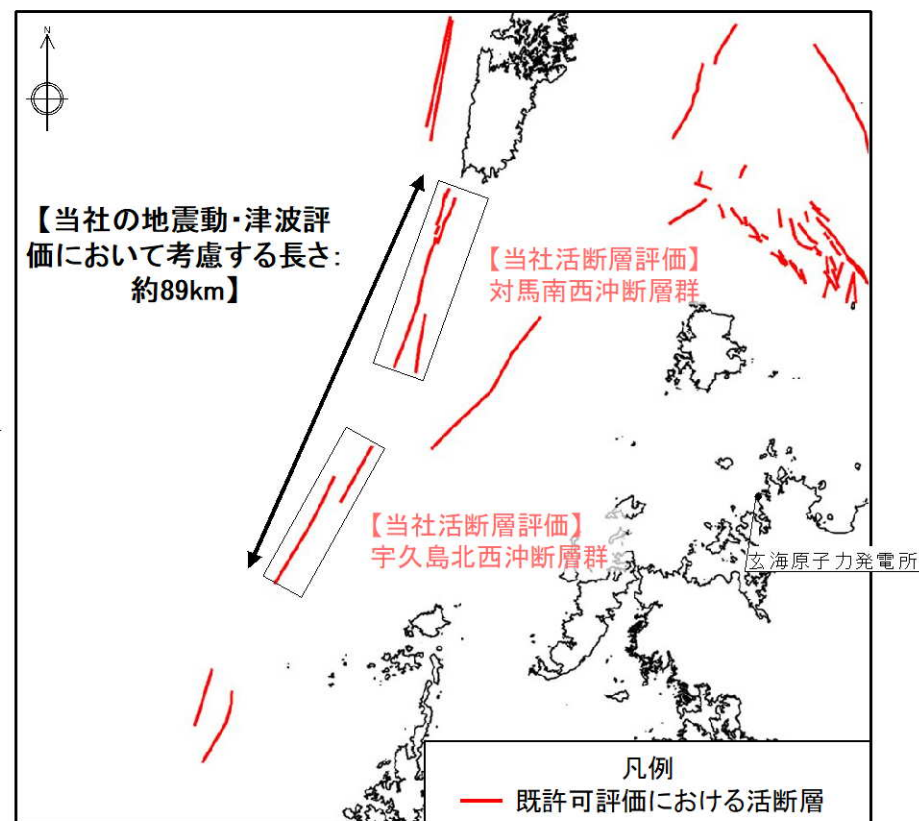
## 4. 第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動について

### ○地震本部(2022)の評価及び既許可評価

- 地震本部(2022)では、第1五島堆断層帯と対馬南方沖断層(当社評価における対馬南西沖断層群に相当)について、それぞれ別の断層帯として評価している。また、両断層帯の連動についての言及はない。
- 既許可評価では、活断層評価としては、第1五島堆断層帯の北部区間に該当する宇久島北西沖断層群と対馬南西沖断層群の間には基盤の高まりが認められること、両断層群の落ちの方向が異なること、離隔距離が約20km以上あること等から両断層群について、それぞれ別の断層群として評価。一方、地震の震源及び津波の波源としては、両断層は走向及び断層の一部では落ちの向きが類似していることを踏まえ、両断層をあわせた断層長さ約89kmを評価。



地震本部(2022)に一部加筆

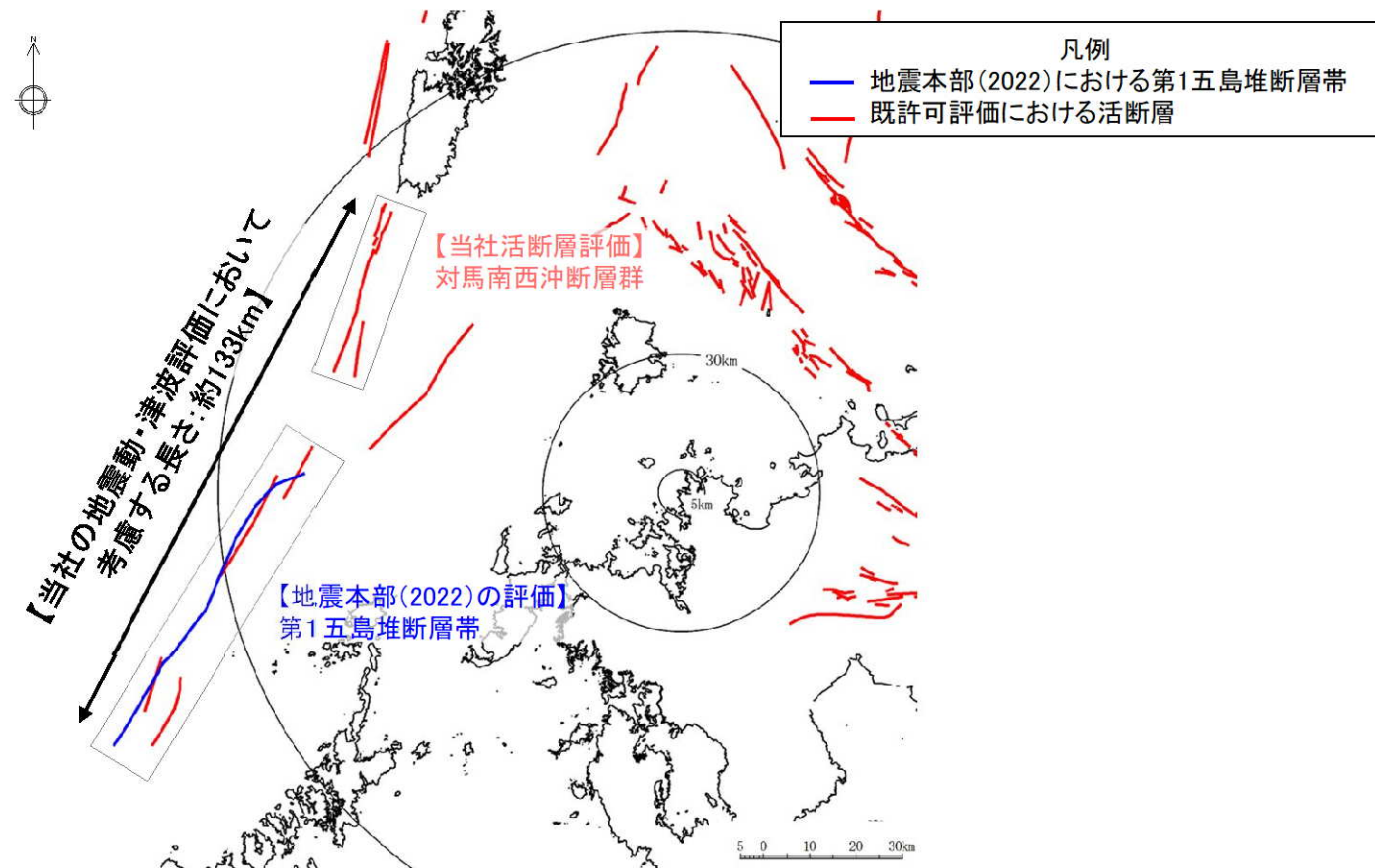


既許可評価における断層分布図

## 4. 第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動について

### ○第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動の考慮

- 既許可評価時に地震の震源及び津波の波源として対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群を合わせた断層長さを評価したこと、今回、宇久島北西沖断層群が分布する五島西方海域の活断層評価を見直すことを踏まえ、地震の震源及び津波の波源として、第1五島堆断層帯を含む五島西方海域に分布する活断層帯と対馬南西沖断層群の連動を考慮することとする。
- 地震の震源及び津波の波源の設定については、断層長さが長くなるよう、既許可評価における対馬南西沖断層群と地震本部(2022)による第1五島堆断層帯の連動として断層長さ約133kmを評価する。
- なお、第1五島堆断層帯については、単独の断層として基準地震動及び基準津波への影響確認を実施した結果、基準地震動及び基準津波への影響はないことを確認。(参考1参照)





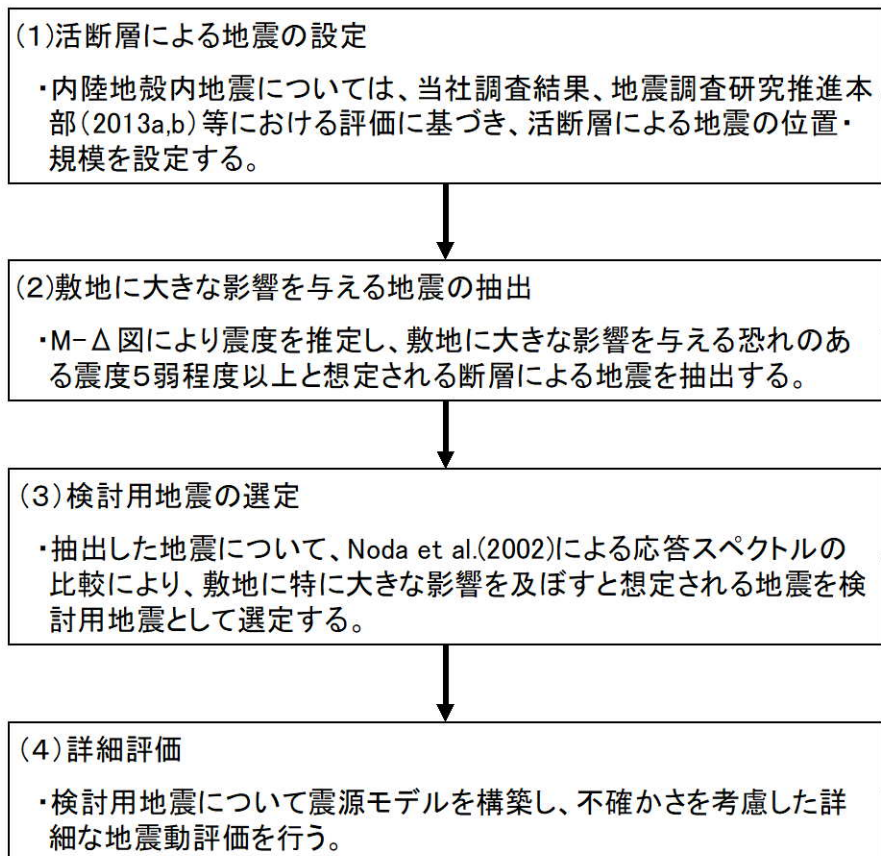
## 5. 地震動評価への影響について

## 5. 地震動評価への影響について

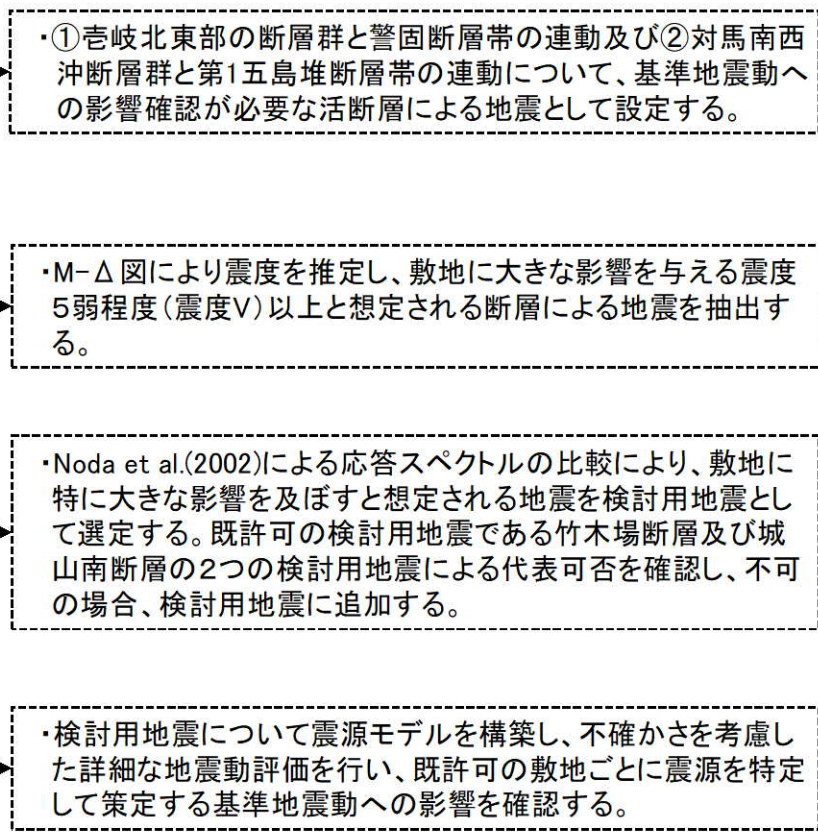
### ○影響評価の流れ

- ①沓岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び②対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、既許可時の内陸地殻内地震における地震動評価フローに基づき、基準地震動への影響評価を実施する。

#### 既許可時の内陸地殻内地震における 地震動評価フロー



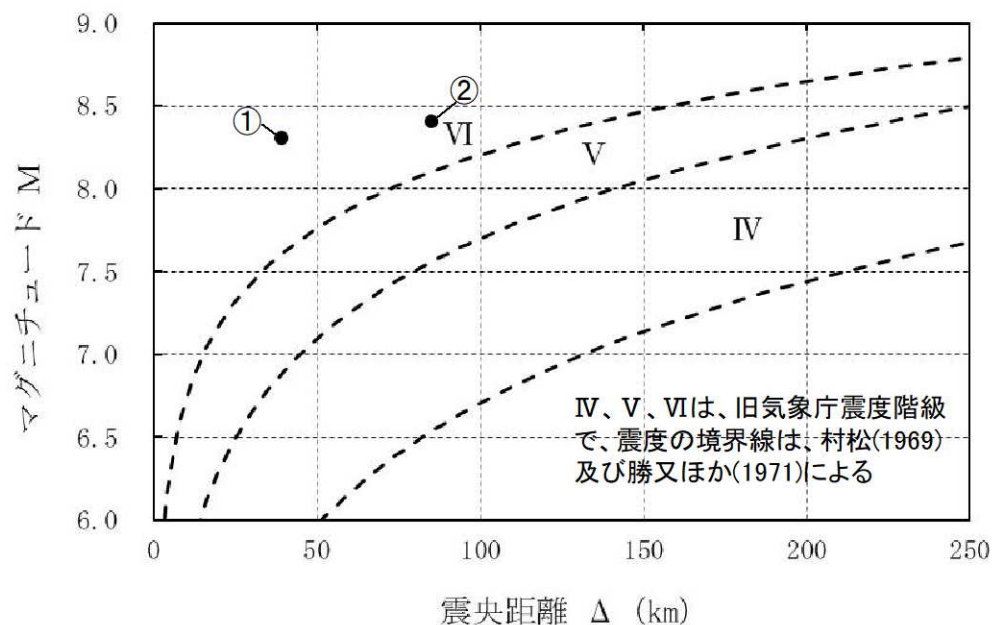
#### 基準地震動への影響確認方法



## 5. 地震動評価への影響について

### (1) 活断層による地震の設定及び(2)敷地に大きな影響を与える地震の抽出

- ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び② 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、基準地震動の影響確認が必要な活断層による地震として設定する。
- M- $\Delta$  図により、敷地に与える影響が大きいと考えられる断層による地震を抽出する。
- ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び② 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地震は敷地において震度5弱(震度V)程度以上の揺れが推定されることから、いずれも敷地に与える影響が大きい地震として抽出する。



M- $\Delta$  図

影響確認する断層の諸元

	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード ※1	震央距離 (km)
①	壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動	114.4	8.3	39
②	対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動	132.5	8.4	85

※1: 松田(1975)のマグニチュードと断層長さの関係式に基づき算出



## 5. 地震動評価への影響について

### (3) 検討用地震の選定 (既許可評価での検討用地震の選定)

- 既許可評価では、敷地に及ぼす影響が大きいと推定された18地震(下図)について、Noda et al.(2002)による応答スペクトルを比較し、最も応答が大きい竹木場断層、及び次に応答が大きい断層の走向について破壊が敷地に向かう方向である城山南断層の2断層を検討用地震として選定。
- ① 杵岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び② 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、次頁で既許可の検討用地震である竹木場断層及び城山南断層の2つの検討用地震による代表可否を確認し、不可の場合、検討用地震に追加する。

#### 検討用地震の選定結果

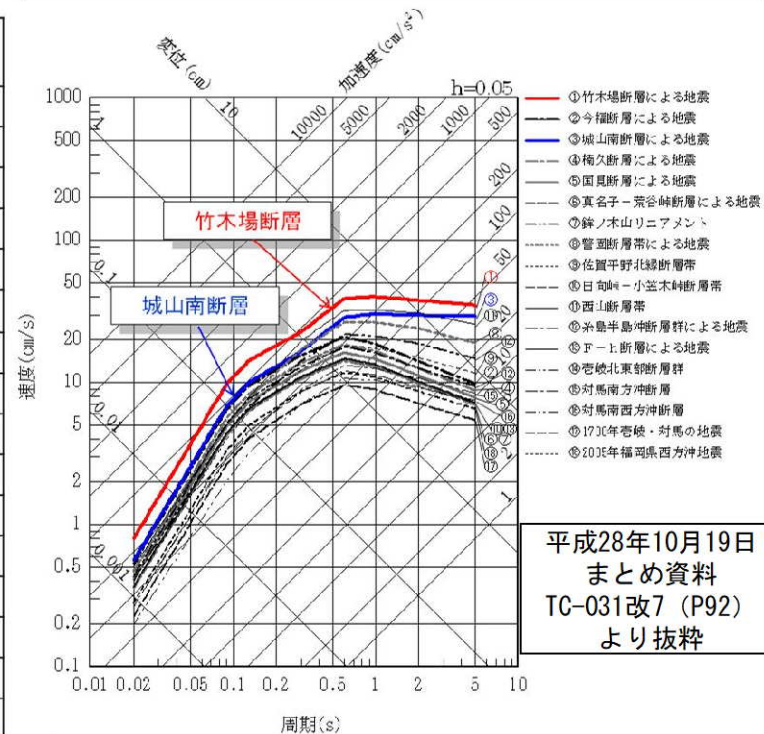
検討用地震選定のための地震の諸元

No.	断層又は地震の名称	マグニチュード M※1	等価震源距離 Xeq(km)
①	竹木場断層※2	6.9	17.9
②	今福断層※2	6.9	24.4
③	城山南断層	7.0	25.6
④	楠久断層※2	6.9	26.9
⑤	国見断層	6.9	29.8
⑥	真名子-荒谷峠断層※2	6.9	32.7
⑦	銚ノ木山リニアメント※2	6.9	33.1
⑧	警固断層帯	7.9	63.2
⑨	佐賀平野北縁断層帯	7.5	55.4
⑩	日向峠-小笠木峠断層帯	7.2	54.1
⑪	西山断層帯	8.4	93.0
⑫	糸島半島沖断層群	7.0	31.1
⑬	F-h断層※2	6.9	32.2
⑭	杵岐北東部断層群	7.7	60.5
⑮	対馬南方沖断層	7.4	65.2
⑯	対馬南西沖断層群	7.5	84.6
⑰	杵岐・対馬の地震	7.0	50.3
⑱	福岡県西方沖地震	7.0	42.8

※1：マグニチュードは、松田(1975)<sup>28)</sup>による式に基づく。

※2：地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる断層(以下「孤立した短い活断層」という。)については、安全評価上、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっているものとして、断層幅と同じ長さを持つ震源断層(長さ17km)を設定する。

Noda et al. (2002)<sup>9)</sup>による応答スペクトルの比較により、敷地に特に大きな影響を及ぼすと想定される地震を選定する。



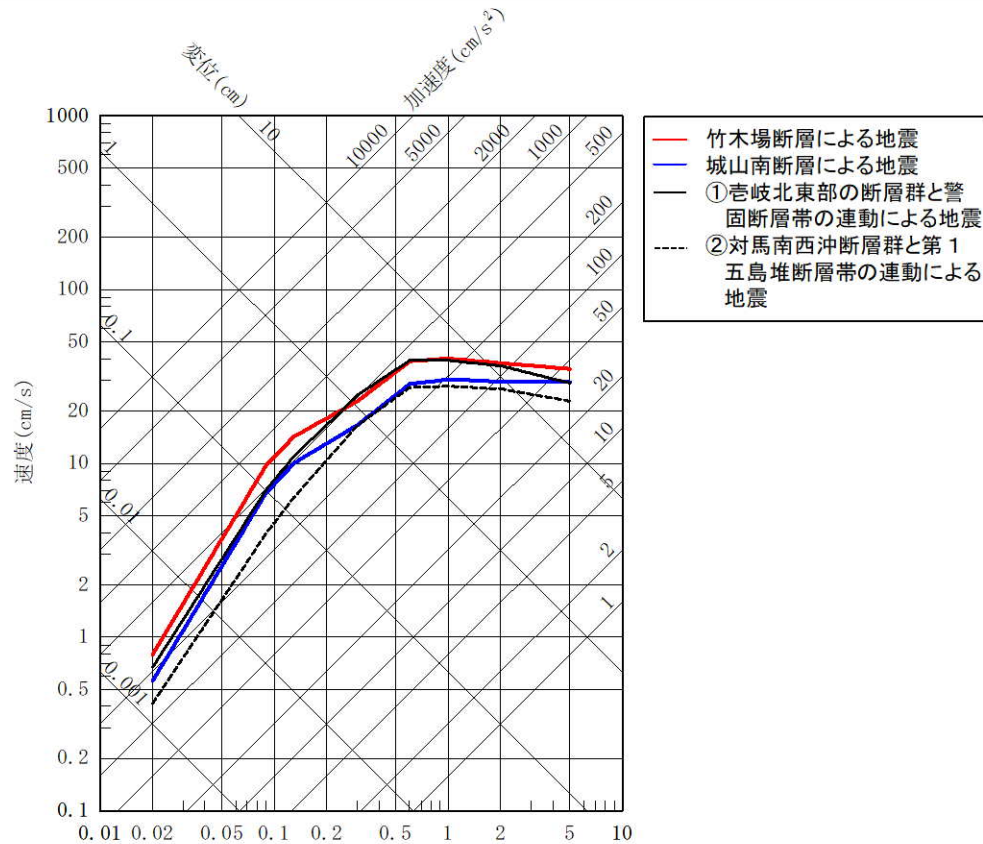
- ・ 竹木場断層、城山南断層の応答が大きく、西山断層帯は一部の周期帯で城山南断層を僅かながら超える
- ・ 西山断層帯は、2断層と比較してサイトからの距離が極めて遠く、断層の走向は城山南断層のように破壊が敷地に向かう方向にない

竹木場断層及び城山南断層を検討用地震として選定

## 5. 地震動評価への影響について

### (3) 検討用地震の選定

- ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震は、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層とNoda et al.(2002)の応答スペクトルを比較すると、短周期で城山南断層を上回り、一部の周期帯で竹木場断層を上回る。したがって、① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動について、既許可の検討用地震では代表できないと判断し、検討用地震に追加して詳細な地震動評価を実施し、基準地震動への影響を確認する。
- ② 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地震は、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層とNoda et al.(2002)の応答スペクトルを比較すると、全周期帯で竹木場断層及び城山南断層を下回る。したがって、検討用地震は竹木場断層及び城山南断層で代表可能であり、既許可の地震動評価に影響がないことを確認。



周期 (s)  
Noda et al.(2002)による  
検討用地震との比較

検討用地震選定における断層諸元

断層名	断層長さ (km)	マグニチュード ※1	震央距離 (km)	Xeq ※2 (km)
① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動	114.4	8.3	39	68.9
② 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動	132.5	8.4	85	107.3

既許可評価における地震

検討用地震	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード	震央距離 (km)	Xeq (km)
既許可評価	竹木場断層	17.0	6.9	11	17.9
	城山南断層	19.5	7.0	20	25.6

※1: 松田(1975)のマグニチュードと断層長さの関係式に基づき算出

※2: 円形断層を仮定

## 5. 地震動評価への影響について

### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

- ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震について、震源モデルを構築し、不確かさを考慮した詳細な地震動評価を行い、基準地震動への影響を確認する。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、既許可の敷地ごとに震源を特定して策定する基準地震動( $S_s-1\sim 3$ )と比較する。
  - ・ 応答スペクトルに基づく地震動評価は、Noda et al.(2002)の応答スペクトルを評価。
  - ・ 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、要素地震として2005年福岡県西方沖地震余震 (2005年3月22日、M5.4)の観測記録が得られていることから、経験的グリーン関数法(Dan et al.(1989))により評価。
  - ・ 基本的なケース、断層傾斜角の不確かさ、応力降下量の不確かさ及び破壊伝播速度の不確かさを考慮したケースを検討。

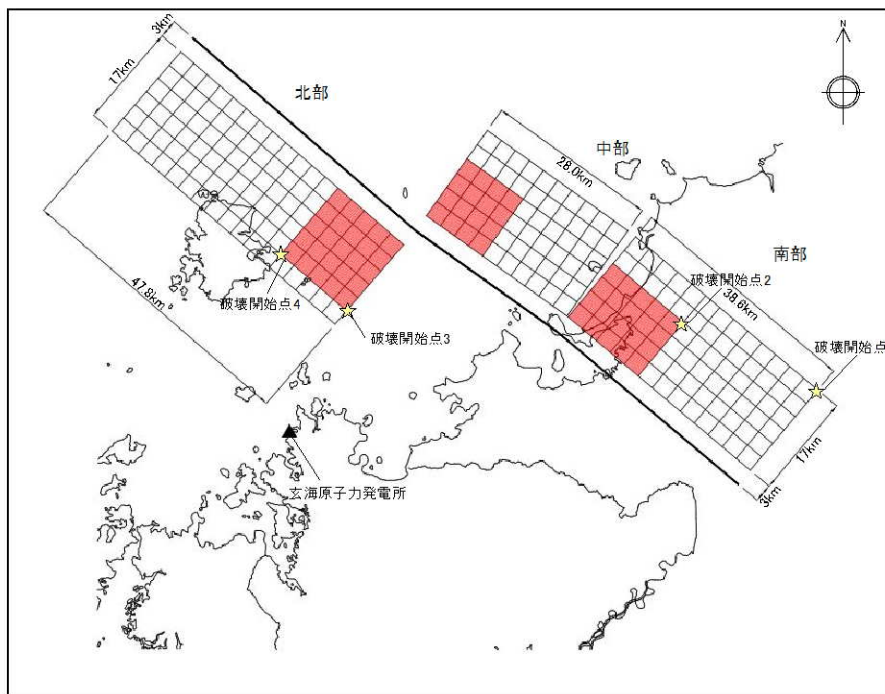
検討ケース	断層長さ	断層傾斜角	応力降下量	破壊伝播速度	アスペリティの位置	破壊開始点
基本的なケース	114.4km	90度	強震動予測レシピにより設定	強震動予測レシピにより設定 0.72Vs	敷地に近い位置に設定	複数設定 (破壊開始点1~4)
断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	114.4km	60度	強震動予測レシピにより設定	強震動予測レシピにより設定 0.72Vs	敷地に近い位置に設定	複数設定 (破壊開始点1~4)
応力降下量の不確かさを考慮したケース	114.4km	90度	強震動予測レシピの1.5倍に設定	強震動予測レシピにより設定 0.72Vs	敷地に近い位置に設定	複数設定 (破壊開始点1~4)
破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース	114.4km	90度	強震動予測レシピにより設定	宮腰ほか(2005)に基づき設定 0.87Vs	敷地に近い位置に設定	複数設定 (破壊開始点1~4)

不確かさを考慮して設定するパラメータ  
 不確かさを重畳するパラメータ

## 5. 地震動評価への影響について

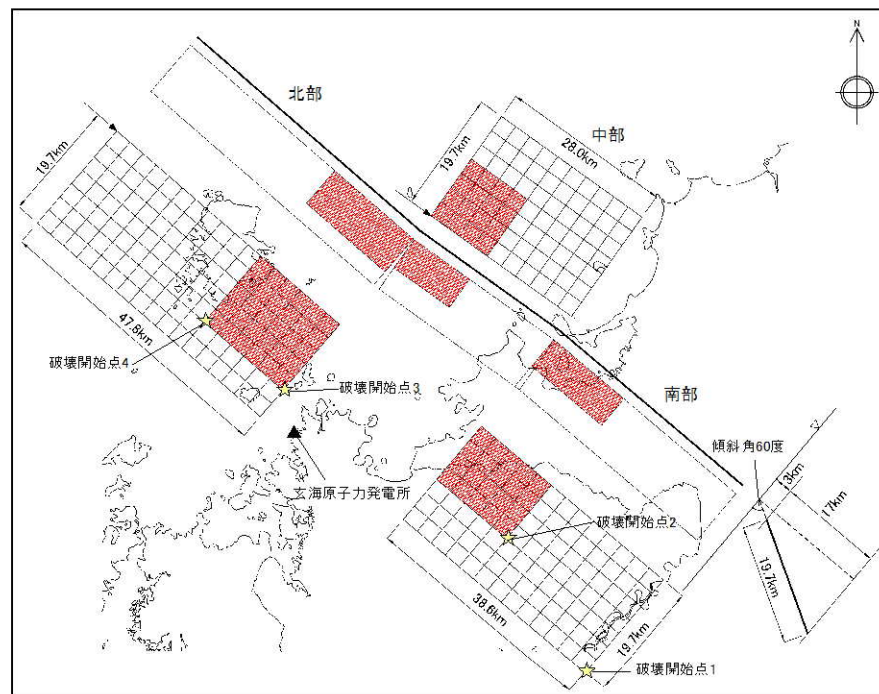
### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

- 断層パラメータは、強震動予測レシピにより長大な横ずれ断層に関する断層パラメータを設定。
- 基本的なケース及び不確かさを考慮したケースの震源モデルを示す。



震源モデル

(基本的なケース、応力降下量の不確かさを考慮したケース、破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース)



震源モデル

(断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)

# 5. 地震動評価への影響について

## (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

■ 基本的なケース及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケースの震源モデルの断層パラメータを示す。

基本的なケース

項目	記号	設定方法	設定結果			
			全体	北部セグメント	中部セグメント	南部セグメント
断層位置	西端	北緯	-	34° 05' 41"	33° 48' 48"	33° 40' 00"
		東経	-	129° 39' 45"	130° 03' 16"	130° 18' 00"
	東端	北緯	-	33° 48' 48"	33° 40' 00"	33° 26' 32"
		東経	-	130° 03' 16"	130° 18' 00"	130° 36' 59"
走向 (度)	-	-	130.7	125.6	130.4	
傾斜角 (度)	-	-	90	90	90	
ずれの種類	-	-	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ
断層上端深さ (km)	-	-	3	3	3	3
断層長さ (km)	L	-	114.4	47.8	28.0	38.6
断層幅 (km)	W	-	17	17	17	17
断層面積 (km <sup>2</sup> )	S	S=L・W	1944.8	812.6	476.0	656.2
剛性率 (N/m <sup>2</sup> )	μ	μ = ρ・β <sup>2</sup> (ρ=2.7)	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>
S波速度 (km/s)	β	-	3.5	3.5	3.5	3.5
地震モーメント (N・m)	M <sub>0</sub>	M <sub>0</sub> =S/(1.0×10 <sup>-17</sup> )	1.94×10 <sup>20</sup>	8.13×10 <sup>19</sup>	4.76×10 <sup>19</sup>	6.56×10 <sup>19</sup>
平均すべり量 (cm)	D	D=M <sub>0</sub> /(μ・S)	302.3	302.3	302.3	302.3
平均応力降下量 (MPa)	Δσ	Fujii and Matsu'ura(2000)	3.1	3.1	3.1	3.1
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A	A=(A <sub>a</sub> <sup>2</sup> +A <sub>b</sub> <sup>2</sup> ) <sup>0.5</sup>	2.69×10 <sup>19</sup>	-	-	-
地震モーメント (N・m)	M <sub>0a</sub>	M <sub>0a</sub> =μ・D <sub>a</sub> ・S <sub>a</sub>	8.60×10 <sup>19</sup>	3.59×10 <sup>19</sup>	2.10×10 <sup>19</sup>	2.90×10 <sup>19</sup>
面積 (km <sup>2</sup> )	S <sub>a</sub>	S <sub>a</sub> =S・γ <sub>a</sub> (γ <sub>a</sub> =0.22)	427.86	178.77	104.72	144.36
平均すべり量 (cm)	D <sub>a</sub>	D <sub>a</sub> =2.01・D	607.7	607.7	607.7	607.7
実効応力 (MPa)	Δσ <sub>a</sub>	Δσ <sub>a</sub> =(S <sub>a</sub> /S) Δσ	14.1	14.1	14.1	14.1
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A <sub>a</sub>	A <sub>a</sub> =4πβ <sup>2</sup> Δσ <sub>a</sub> (S <sub>a</sub> /π) <sup>0.5</sup>	2.53×10 <sup>19</sup>	-	-	-
地震モーメント (N・m)	M <sub>0a</sub>	M <sub>0a</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0b</sub>	1.08×10 <sup>20</sup>	4.53×10 <sup>19</sup>	2.66×10 <sup>19</sup>	3.66×10 <sup>19</sup>
面積 (km <sup>2</sup> )	S <sub>b</sub>	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>	1516.94	633.83	371.28	511.84
平均すべり量 (cm)	D <sub>b</sub>	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )	216.2	216.2	216.2	216.2
実効応力 (MPa)	σ <sub>b</sub>	σ <sub>b</sub> =Δσ <sub>a</sub> (D <sub>b</sub> /S <sub>b</sub> <sup>0.5</sup> )・(S <sub>a</sub> <sup>0.5</sup> /D <sub>a</sub> )	2.7	2.7	2.7	2.7
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A <sub>b</sub>	A <sub>b</sub> =4πβ <sup>2</sup> σ <sub>b</sub> (S <sub>b</sub> /π) <sup>0.5</sup>	9.01×10 <sup>18</sup>	-	-	-
破壊伝播速度 (km/s)	Vr	Vr=0.72・β	2.52	2.52	2.52	2.52
破壊開始点	-	-	震源モデル図の通り	-	-	-
破壊伝播様式	-	-	放射状	放射状	放射状	放射状
Q値	-	-	56f <sup>-1.5</sup>	-	-	-

断層傾斜角の不確かさを考慮したケース

項目	記号	設定方法	設定結果			
			全体	北部セグメント	中部セグメント	南部セグメント
断層位置	西端	北緯	-	34° 04' 58"	33° 48' 02"	33° 39' 17"
		東経	-	129° 39' 01"	130° 02' 37"	130° 17' 17"
	東端	北緯	-	33° 48' 05"	33° 39' 14"	33° 25' 49"
		東経	-	130° 02' 32"	130° 17' 21"	130° 36' 16"
走向 (度)	-	-	130.7	125.6	130.4	
傾斜角 (度)	-	-	60	60	60	
ずれの種類	-	-	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ
断層上端深さ (km)	-	-	3	3	3	3
断層長さ (km)	L	-	114.4	47.8	28.0	38.6
断層幅 (km)	W	-	19.7	19.7	19.7	19.7
断層面積 (km <sup>2</sup> )	S	台形状により算出	2242.85	941.66	546.68	754.51
剛性率 (N/m <sup>2</sup> )	μ	μ = ρ・β <sup>2</sup> (ρ=2.7)	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>	3.31×10 <sup>10</sup>
S波速度 (km/s)	β	-	3.5	3.5	3.5	3.5
地震モーメント (N・m)	M <sub>0</sub>	M <sub>0</sub> =S/(1.0×10 <sup>-17</sup> )	2.24×10 <sup>20</sup>	9.42×10 <sup>19</sup>	5.47×10 <sup>19</sup>	7.55×10 <sup>19</sup>
平均すべり量 (cm)	D	D=M <sub>0</sub> /(μ・S)	302.3	302.3	302.3	302.3
平均応力降下量 (MPa)	Δσ	Fujii and Matsu'ura(2000)	3.1	3.1	3.1	3.1
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A	A=(A <sub>a</sub> <sup>2</sup> +A <sub>b</sub> <sup>2</sup> ) <sup>0.5</sup>	2.89×10 <sup>19</sup>	-	-	-
地震モーメント (N・m)	M <sub>0a</sub>	M <sub>0a</sub> =μ・D <sub>a</sub> ・S <sub>a</sub>	9.92×10 <sup>19</sup>	4.16×10 <sup>19</sup>	2.42×10 <sup>19</sup>	3.34×10 <sup>19</sup>
面積 (km <sup>2</sup> )	S <sub>a</sub>	S <sub>a</sub> =S・γ <sub>a</sub> (γ <sub>a</sub> =0.22)	493.43	207.17	120.27	165.99
平均すべり量 (cm)	D <sub>a</sub>	D <sub>a</sub> =2.01・D	607.7	607.7	607.7	607.7
実効応力 (MPa)	Δσ <sub>a</sub>	Δσ <sub>a</sub> =(S <sub>a</sub> /S) Δσ	14.1	14.1	14.1	14.1
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A <sub>a</sub>	A <sub>a</sub> =4πβ <sup>2</sup> Δσ <sub>a</sub> (S <sub>a</sub> /π) <sup>0.5</sup>	2.72×10 <sup>19</sup>	-	-	-
地震モーメント (N・m)	M <sub>0a</sub>	M <sub>0a</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0b</sub>	1.25×10 <sup>20</sup>	5.25×10 <sup>19</sup>	3.05×10 <sup>19</sup>	4.21×10 <sup>19</sup>
面積 (km <sup>2</sup> )	S <sub>b</sub>	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>	1749.42	734.49	426.41	588.52
平均すべり量 (cm)	D <sub>b</sub>	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )	216.2	216.2	216.2	216.2
実効応力 (MPa)	σ <sub>b</sub>	σ <sub>b</sub> =Δσ <sub>a</sub> (D <sub>b</sub> /S <sub>b</sub> <sup>0.5</sup> )・(S <sub>a</sub> <sup>0.5</sup> /D <sub>a</sub> )	2.7	2.7	2.7	2.7
短周期 <sup>1/2</sup> (N・m/s <sup>2</sup> )	A <sub>b</sub>	A <sub>b</sub> =4πβ <sup>2</sup> σ <sub>b</sub> (S <sub>b</sub> /π) <sup>0.5</sup>	9.67×10 <sup>18</sup>	-	-	-
破壊伝播速度 (km/s)	Vr	Vr=0.72・β	2.52	2.52	2.52	2.52
破壊開始点	-	-	震源モデル図の通り	-	-	-
破壊伝播様式	-	-	放射状	放射状	放射状	放射状
Q値	-	-	56f <sup>-1.5</sup>	-	-	-

# 5. 地震動評価への影響について

## (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

■ 応力降下量の不確かさ及び破壊伝播速度の不確かさを考慮したケースの震源モデルの断層パラメータを示す。

応力降下量の不確かさを考慮したケース

項目	記号	設定方法	設定結果				
			全体	北部セグメント	中部セグメント	南部セグメント	
断層位置	西端	北緯	-	34° 05' 41"	33° 48' 48"	33° 40' 00"	
		東経	-	129° 39' 45"	130° 03' 16"	130° 18' 00"	
	東端	北緯	-	33° 48' 48"	33° 40' 00"	33° 26' 32"	
		東経	-	130° 03' 16"	130° 18' 00"	130° 36' 59"	
走向 (度)	-	-	130.7	125.6	130.4		
傾斜角 (度)	-	-	90	90	90		
ずれの種類	-	-	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	
断層上端深さ (km)	-	-	3	3	3		
断層長さ (km)	L	-	114.4	47.8	28.0	38.6	
断層幅 (km)	W	-	17	17	17		
断層面積 (km <sup>2</sup> )	S	S=L・W	1944.8	812.6	476.0	656.2	
剛性率 (N/m <sup>2</sup> )	$\mu$	$\mu = \rho \cdot \beta^2$ ( $\rho = 2.7$ )	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	
S波速度 (km/s)	$\beta$	-	3.5	3.5	3.5	3.5	
地震モーメント (N・m)	$M_0$	$M_0 = S / (1.0 \times 10^{-17})$	$1.94 \times 10^{20}$	$8.13 \times 10^{19}$	$4.76 \times 10^{19}$	$6.56 \times 10^{19}$	
平均すべり量 (cm)	D	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	302.3	302.3	302.3	302.3	
平均応力降下量 (MPa)	$\Delta \sigma$	Fujii and Matsu'ura(2000)	3.1	3.1	3.1	3.1	
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	A	基本的なケースの1.5倍	$4.04 \times 10^{19}$	-	-	-	
巨視的パラメータ	地震モーメント (N・m)	$M_{0b}$	$M_{0b} = \mu \cdot D_b \cdot S_b$	$8.60 \times 10^{19}$	$3.59 \times 10^{19}$	$2.10 \times 10^{19}$	$2.90 \times 10^{19}$
	面積 (km <sup>2</sup> )	$S_b$	$S_b = S \cdot \gamma_b$ ( $\gamma_b = 0.22$ )	427.86	178.77	104.72	144.36
	平均すべり量 (cm)	$D_b$	$D_b = 2.01 \cdot D$	607.7	607.7	607.7	607.7
	実効応力 (MPa)	$\Delta \sigma_b$	基本的なケースの1.5倍	21.15	21.15	21.15	21.15
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	$A_b$	基本的なケースの1.5倍	$3.80 \times 10^{19}$	-	-	-	
背景領域	地震モーメント (N・m)	$M_{0b}$	$M_{0b} = M_0 \cdot M_{0a}$	$1.08 \times 10^{20}$	$4.53 \times 10^{19}$	$2.66 \times 10^{19}$	$3.66 \times 10^{19}$
	面積 (km <sup>2</sup> )	$S_b$	$S_b = S - S_a$	1516.94	633.83	371.28	511.84
	平均すべり量 (cm)	$D_b$	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	216.2	216.2	216.2	216.2
	実効応力 (MPa)	$\sigma_b$	基本的なケースの1.5倍	4.05	4.05	4.05	4.05
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	$A_b$	基本的なケースの1.5倍	$1.37 \times 10^{19}$	-	-	-	
パラメータ	破壊伝播速度 (km/s)	Vr	$Vr = 0.72 \cdot \beta$	2.52	2.52	2.52	2.52
	破壊開始点	-	-	震源モデル図の通り	-	-	-
	破壊伝播様式	-	-	放射状	放射状	放射状	放射状
	Q値	-	-	$56r^{1.5}$	-	-	-

破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース

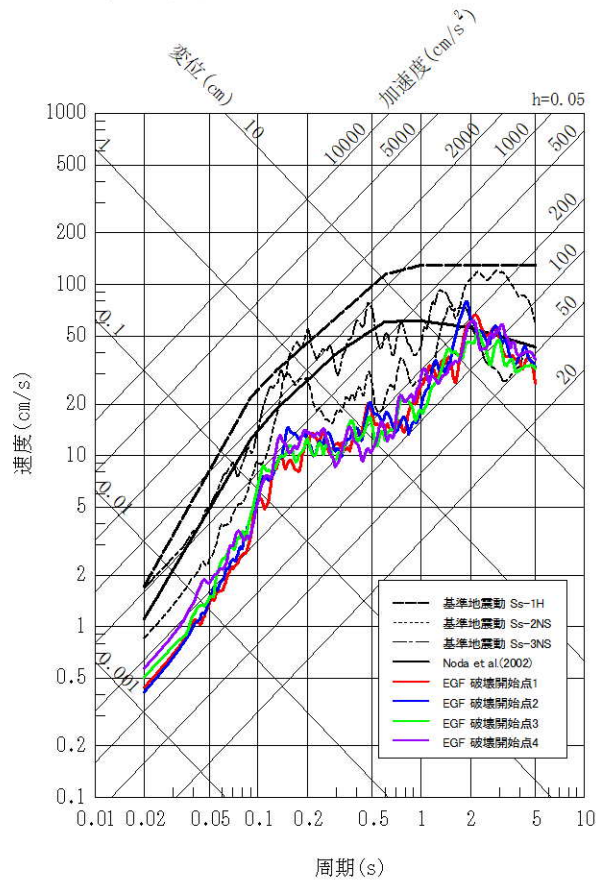
項目	記号	設定方法	設定結果				
			全体	北部セグメント	中部セグメント	南部セグメント	
断層位置	西端	北緯	-	34° 05' 41"	33° 48' 48"	33° 40' 00"	
		東経	-	129° 39' 45"	130° 03' 16"	130° 18' 00"	
	東端	北緯	-	33° 48' 48"	33° 40' 00"	33° 26' 32"	
		東経	-	130° 03' 16"	130° 18' 00"	130° 36' 59"	
走向 (度)	-	-	130.7	125.6	130.4		
傾斜角 (度)	-	-	90	90	90		
ずれの種類	-	-	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	左横ずれ	
断層上端深さ (km)	-	-	3	3	3		
断層長さ (km)	L	-	114.4	47.8	28.0	38.6	
断層幅 (km)	W	-	17	17	17		
断層面積 (km <sup>2</sup> )	S	S=L・W	1944.8	812.6	476.0	656.2	
剛性率 (N/m <sup>2</sup> )	$\mu$	$\mu = \rho \cdot \beta^2$ ( $\rho = 2.7$ )	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	$3.31 \times 10^{10}$	
S波速度 (km/s)	$\beta$	-	3.5	3.5	3.5	3.5	
地震モーメント (N・m)	$M_0$	$M_0 = S / (1.0 \times 10^{-17})$	$1.94 \times 10^{20}$	$8.13 \times 10^{19}$	$4.76 \times 10^{19}$	$6.56 \times 10^{19}$	
平均すべり量 (cm)	D	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	302.3	302.3	302.3	302.3	
平均応力降下量 (MPa)	$\Delta \sigma$	Fujii and Matsu'ura(2000)	3.1	3.1	3.1	3.1	
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	A	$A = (A_a^2 + A_b^2)^{0.5}$	$2.69 \times 10^{19}$	-	-	-	
巨視的パラメータ	地震モーメント (N・m)	$M_{0b}$	$M_{0b} = \mu \cdot D_b \cdot S_b$	$8.60 \times 10^{19}$	$3.59 \times 10^{19}$	$2.10 \times 10^{19}$	$2.90 \times 10^{19}$
	面積 (km <sup>2</sup> )	$S_b$	$S_b = S \cdot \gamma_b$ ( $\gamma_b = 0.22$ )	427.86	178.77	104.72	144.36
	平均すべり量 (cm)	$D_b$	$D_b = 2.01 \cdot D$	607.7	607.7	607.7	607.7
	実効応力 (MPa)	$\Delta \sigma_b$	$\Delta \sigma_b = (\Delta \sigma / S) \cdot S_b$	14.1	14.1	14.1	14.1
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	$A_b$	$A_b = 4 \pi \beta^2 \Delta \sigma_b (S_b / \pi)^{0.5}$	$2.53 \times 10^{19}$	-	-	-	
背景領域	地震モーメント (N・m)	$M_{0b}$	$M_{0b} = M_0 \cdot M_{0a}$	$1.08 \times 10^{20}$	$4.53 \times 10^{19}$	$2.66 \times 10^{19}$	$3.66 \times 10^{19}$
	面積 (km <sup>2</sup> )	$S_b$	$S_b = S - S_a$	1516.94	633.83	371.28	511.84
	平均すべり量 (cm)	$D_b$	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	216.2	216.2	216.2	216.2
	実効応力 (MPa)	$\sigma_b$	$\sigma_b = \Delta \sigma_b (D_b / S_b^{0.5}) \cdot (S_b^{0.5} / D_b)$	2.7	2.7	2.7	2.7
短周期レベル (N・m/s <sup>2</sup> )	$A_b$	$A_b = 4 \pi \beta^2 \sigma_b (S_b / \pi)^{0.5}$	$9.01 \times 10^{18}$	-	-	-	
パラメータ	破壊伝播速度 (km/s)	Vr	$Vr = 0.87 \cdot \beta$	3.05	3.05	3.05	3.05
	破壊開始点	-	-	震源モデル図の通り	-	-	-
	破壊伝播様式	-	-	放射状	放射状	放射状	放射状
	Q値	-	-	$56r^{1.5}$	-	-	-

## 5. 地震動評価への影響について

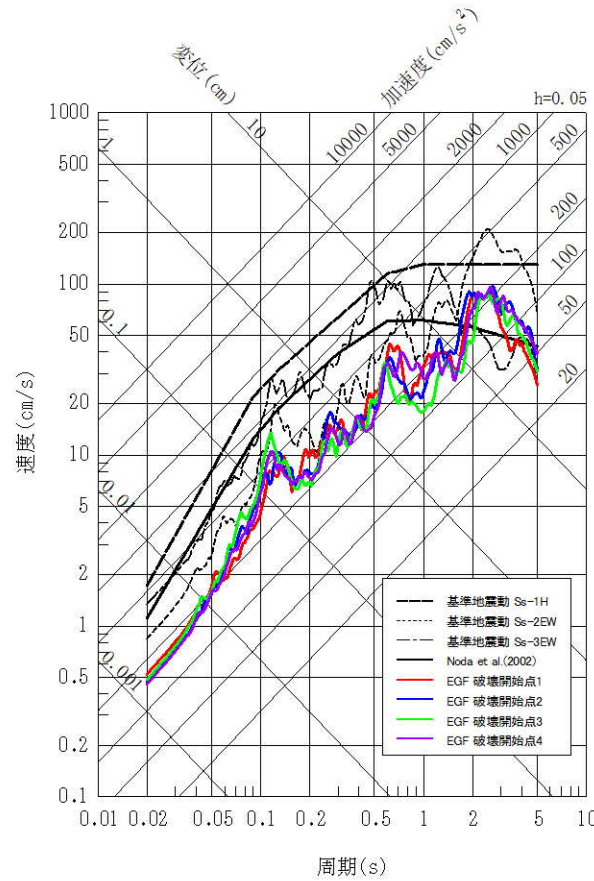
### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

- 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動 $S_s-1 \sim S_s-3$ の応答スペクトルと、① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価結果を比較。
- ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震の基本的なケースの応答スペクトルは、基準地震動 $S_s-1$ の応答スペクトルを下回ることから、既許可の基準地震動への影響はない。

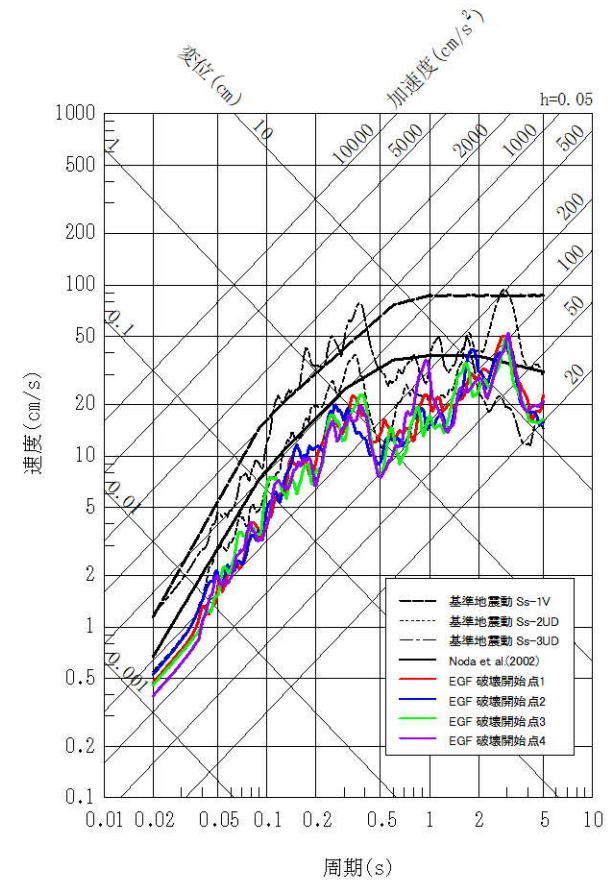
#### ○ 基本的なケース



水平方向(NS方向)



水平方向(EW方向)



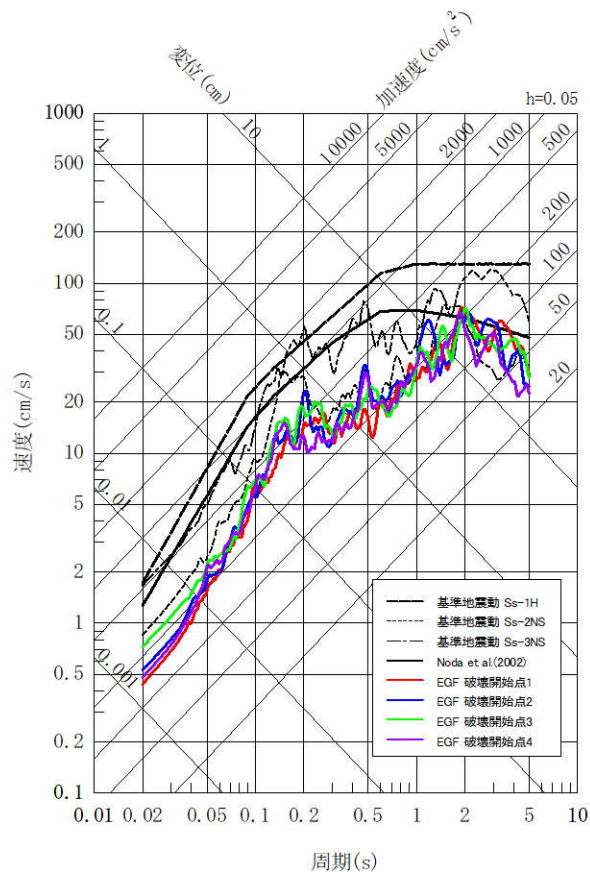
UD方向

## 5. 地震動評価への影響について

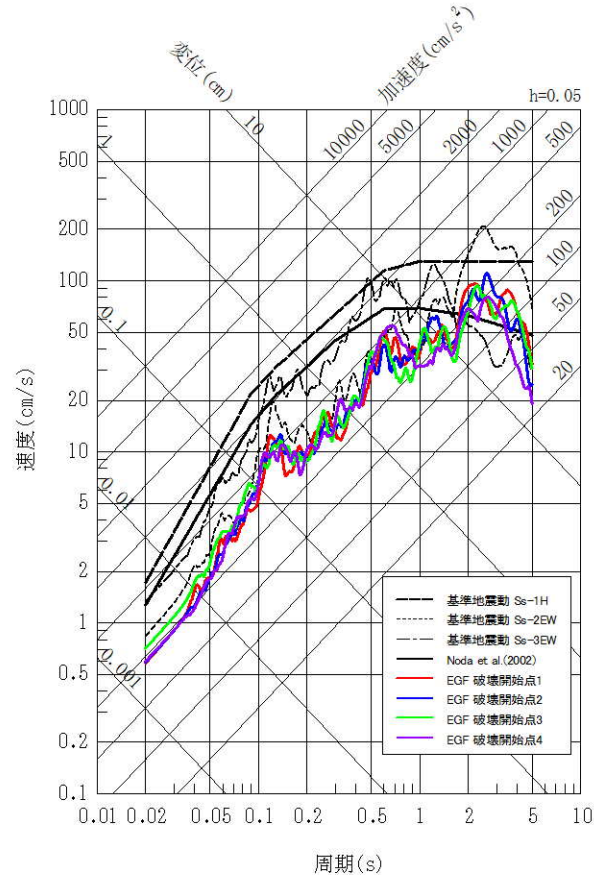
### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

■ ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震の断層傾斜角の不確かさを考慮したケースの応答スペクトルは、基準地震動Ss-1の応答スペクトルを下回ることから、既許可の基準地震動への影響はない。

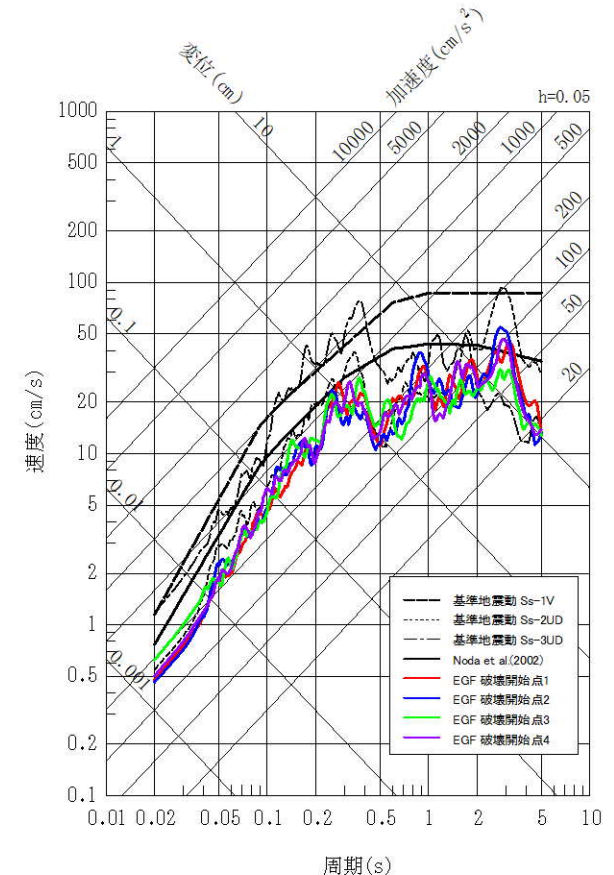
○ 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース



水平方向(NS方向)



水平方向(EW方向)



UD方向

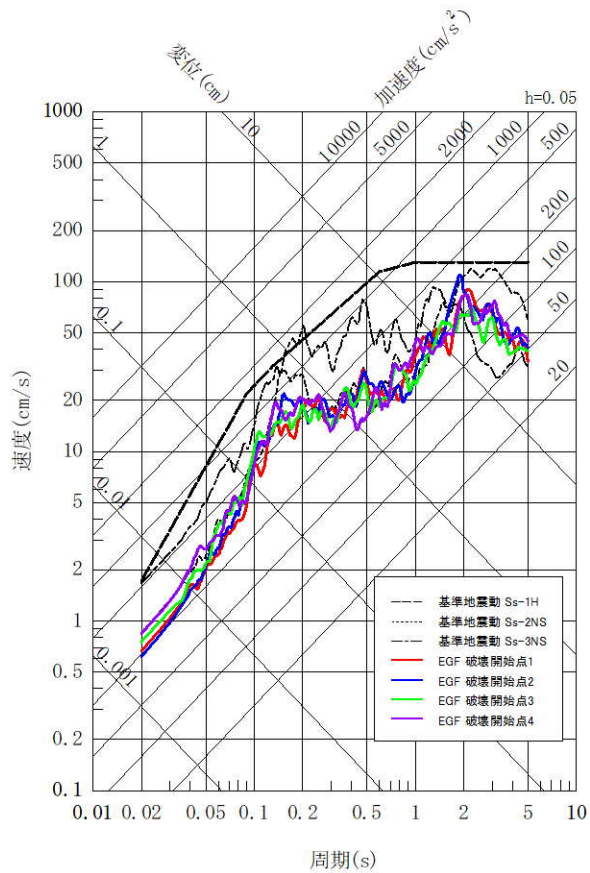


## 5. 地震動評価への影響について

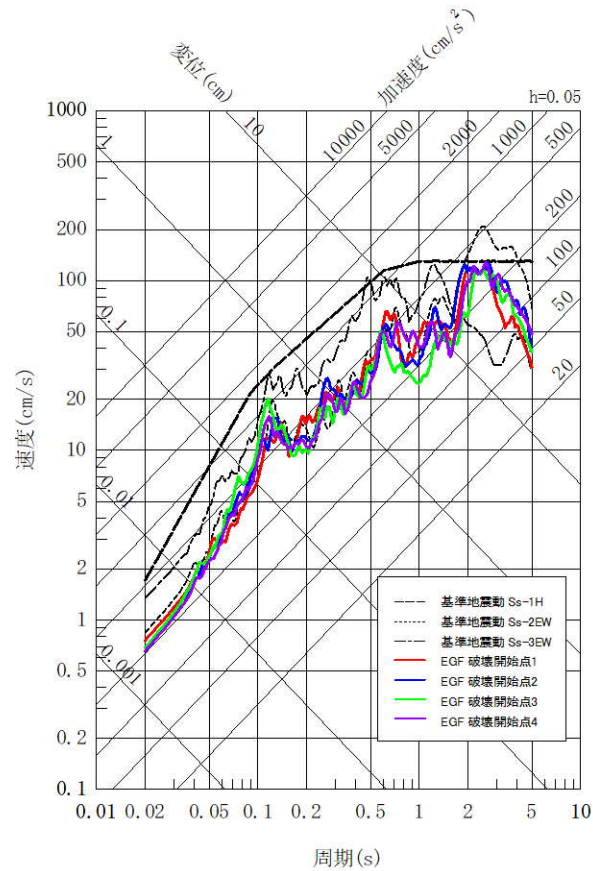
### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

■ ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震の応力降下量の不確かさを考慮したケースの応答スペクトルは、基準地震動Ss-1の応答スペクトルを下回ることから、既許可の基準地震動への影響はない。

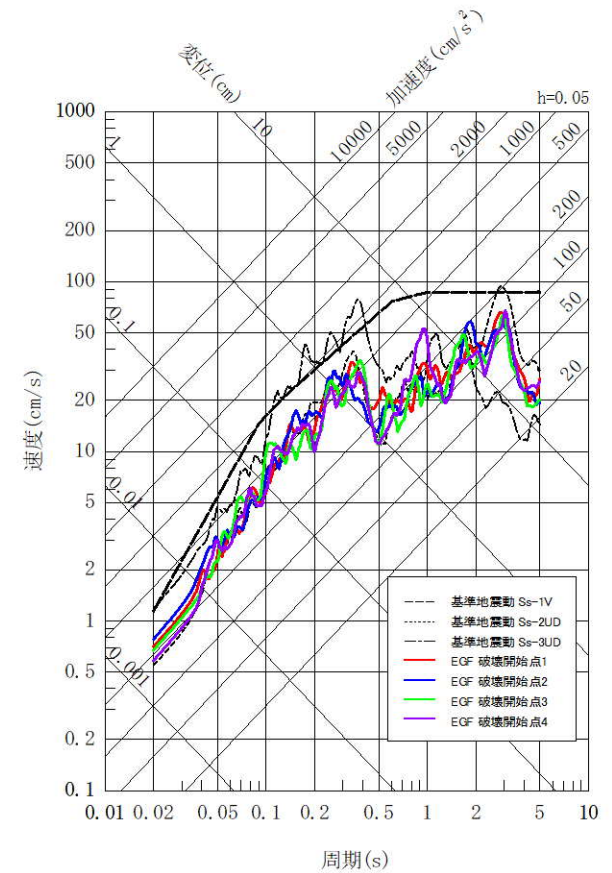
○ 応力降下量の不確かさを考慮したケース



水平方向(NS方向)



水平方向(EW方向)



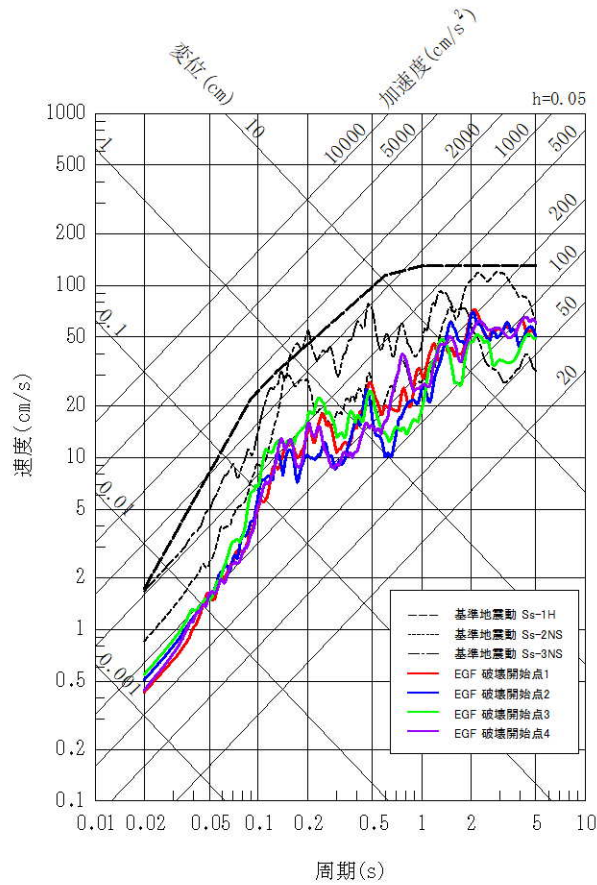
UD方向

## 5. 地震動評価への影響について

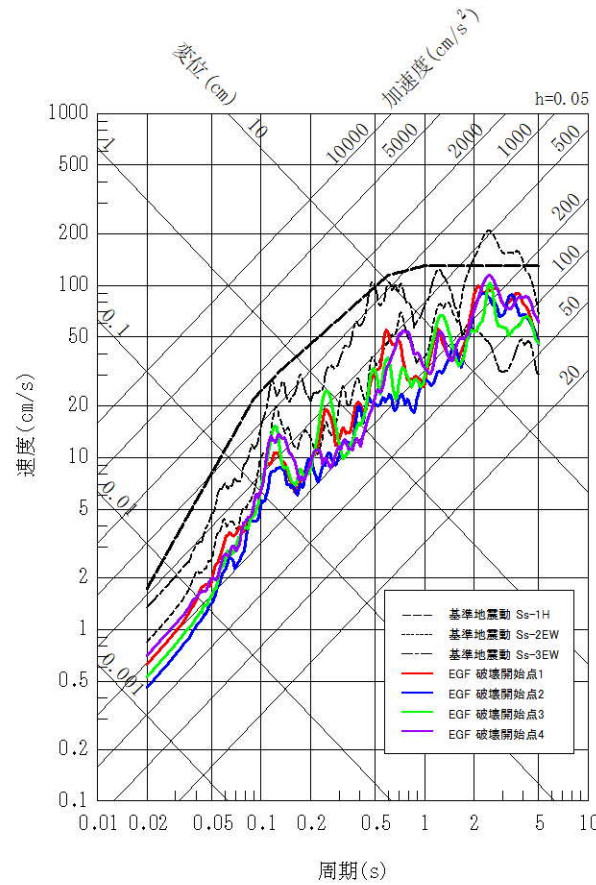
### (4) 詳細評価 (① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価)

■ ① 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震の破壊伝播速度の不確かさを考慮したケースの応答スペクトルは、基準地震動Ss-1の応答スペクトルを下回ることから、既許可の基準地震動への影響はない。

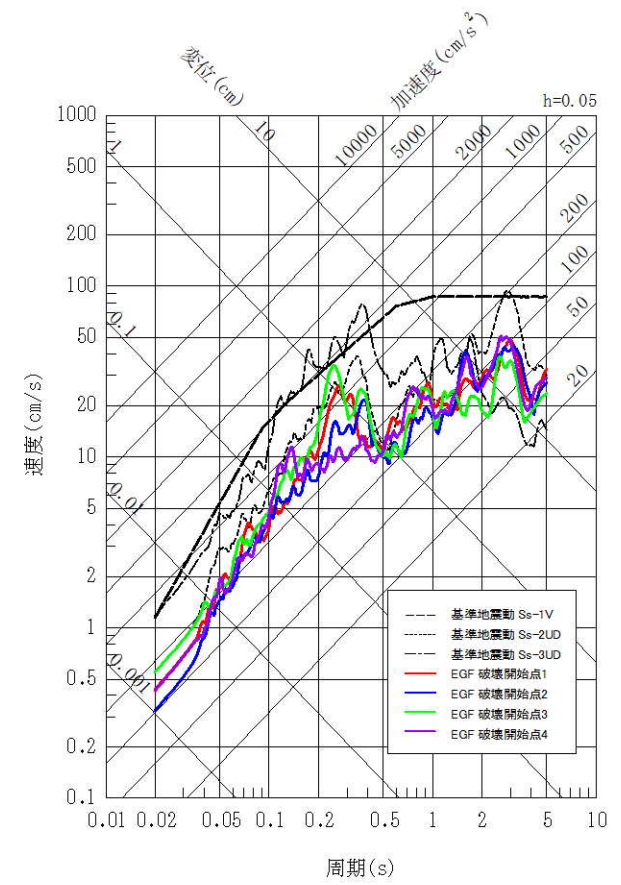
○ 破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース



水平方向(NS方向)



水平方向(EW方向)



UD方向

## 5. 地震動評価への影響について

### ○まとめ

- ①壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び②対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、既許可時の内陸地殻内地震における地震動評価フローに基づき、基準地震動評価への影響を確認した。
- ①壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震について、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層とNoda et al.(2002)の応答スペクトルを比較すると、短周期で城山南断層を上回り、一部の周期帯で竹木場断層を上回ることから、検討用地震に追加して詳細に地震動評価を実施。  
また、②対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地震は、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層とNoda et al.(2002)の応答スペクトルを比較すると、全周期帯で竹木場断層及び城山南断層を下回ることから、検討用地震は竹木場断層及び城山南断層で代表可能であり、基準地震動に影響がないことを確認した。
- ①壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震について、詳細な地震動評価を実施し、基準地震動への影響を確認。応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動 $S_{s-1} \sim S_{s-3}$ の応答スペクトルと、①壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動評価結果を比較した結果、①壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動による地震動の応答スペクトルは、基準地震動 $S_{s-1}$ の応答スペクトルを下回ることから、基準地震動への影響はないことを確認した。



## 6. 津波評価への影響について

## 6. 津波評価への影響について

### ○影響確認の流れ

■ 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、既許可時の海域活断層による地殻内地震の津波評価フローに基づき、基準津波への影響確認を実施。

既許可時における海域活断層による  
地殻内地震に伴う津波評価における評価フロー

基準津波への影響確認方法

#### (1) 津波波源の設定

・海域活断層による地殻内地震に伴う津波については、当社調査結果、地震調査研究推進本部(2013a,b)等における評価に基づき、津波波源の位置・規模を設定する。

・壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、基準津波への影響確認が必要な津波波源として設定する。

#### (2) 簡易予測式による津波高の検討

・簡易予測式による津波高の検討から、発電所に及ぼす影響が大きいと考えられる津波波源を抽出する。

・簡易予測式による津波高の検討から、発電所に及ぼす影響が大きいと考えられる津波波源を抽出する。

#### (3) 数値シミュレーションによるパラメータスタディ

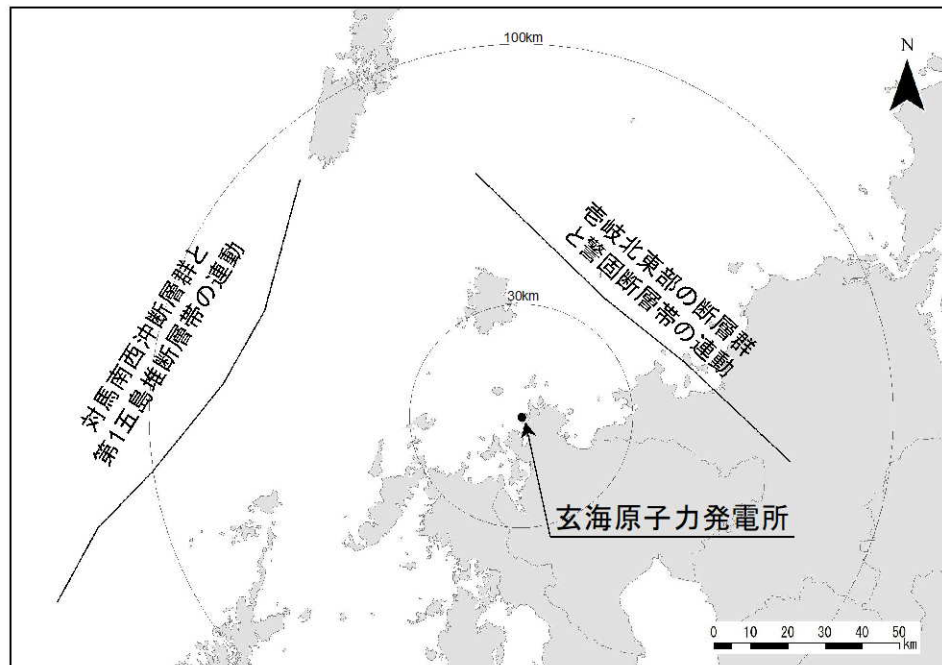
・抽出した津波波源について、不確かさを考慮したパラメータスタディにより、安全側の津波水位を評価する。

・抽出した津波波源について、不確かさを考慮したパラメータスタディにより津波水位を評価し、既許可の基準津波との比較を行い、影響を確認する。

## 6. 津波評価への影響について

### (1) 津波波源の設定、(2) 簡易予測式による津波高の検討

- 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、基準津波への影響確認が必要な津波波源として設定する。
- 既許可評価では、簡易予測式による検討から、発電所に及ぼす影響が大きいと考えられる津波波源を抽出することとしており、推定津波高が1.0m以上となる地震を数値シミュレーションによる津波評価の検討対象としている。
- 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による推定津波高は1.0m以上となることから、数値シミュレーションによる検討を行い、基準津波への影響確認を行う。



敷地周辺の海域活断層の津波波源

#### 簡易予測式による評価結果

断層名	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量※1 D (m)	地震 モーメント M <sub>0</sub> (N・m)	モーメント マグニチュード※2 M <sub>w</sub>	津波の 伝播距離 Δ (km)	推定 津波高 (m)
壱岐北東部の断層群と 警固断層帯の連動	114.4 (海域部: 86.3 陸域部: 28.1)	15.0	9.52	4.31 × 10 <sup>20</sup>	7.7	39	5.6
対馬南西沖断層群と 第1五島堆断層帯の連動	132.9	15.0	11.05	7.71 × 10 <sup>20</sup>	7.9	85	3.8

※1 すべり量は、 $M_0 = \mu DLW$  ( $\mu$  (剛性率) =  $3.5 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ ) の関係より算定  
 ※2 断層が海域から陸域に連続して分布する場合は、海域部の断層長さと全体の断層長さの比で按分した値を用いている。

#### 阿部(1989)

$$\log H_t = M_w - \log \Delta - 5.55 + C \quad (\log \Delta > 0.5M_w - 2.25)$$

$$\log H_r = 0.5M_w - 3.3 + C \quad (\log \Delta \leq 0.5M_w - 2.25)$$

ここに、 $H_t$ : 数十km程度の区間での平均津波高(m)、  
 $H_r$ : 区間平均高の最大値(m)、  
 $M_w$ : モーメントマグニチュード、  
 $\Delta$ : 震央から観測点までの海洋上最短距離(km)、  
 $C$ : 地域補正係数(日本海側は0.2)

## 6. 津波評価への影響について

### (3) 数値シミュレーションによるパラメータスタディ

- 数値シミュレーションによる検討については、既許可評価と同様に不確かさを考慮したパラメータスタディを実施する。
- 数値シミュレーションによる津波計算を行った結果、対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地殻内地震に伴う津波は、水位上昇側及び水位下降側ともに、既許可の基準津波を上回る。

#### 数値シミュレーションによる津波計算結果

断層名 (長さ)	落ちの 方向 (走向)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	すべり量 (cm)	上縁深さ (km)	最大水位変動量 (初期潮位: T.P.±0.00m)		断層名 (長さ)	落ちの 方向 (走向)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	すべり量 (cm)	上縁深さ (km)	最大水位変動量 (初期潮位: T.P.±0.00m)	
						上昇側(m)	下降側(m)							上昇側(m)	下降側(m)
						取水ピット前面	取水口							取水ピット前面	取水口
吉岐北東部の断層群と菅原断層帯の連動 (114.4km)	西 (310.88°) (305.69°) (310.41°)	90	0	951.5	0	+0.10	-0.14	対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動 (132.9km)	西 (11.57°) (25.57°) (35.22°) (39.90°) (24.56°)	90	0	1105.14	0	+0.11	-0.10
			10		0	+0.75	-0.49				10		0	+0.56	-0.77
			20		0	+1.30	-0.71				20		0	+1.10	-1.27
			30		0	+1.63	-0.90				30		0	+1.59	-1.67
	東 (130.88°) (125.69°) (130.41°)	90	0	951.5	0	+0.10	-0.14		東 (191.57°) (205.57°) (215.22°) (219.90°) (204.56°)	90	0	1105.14	0	+0.12	-0.10
			10		0	+0.38	-0.55				10		0	+1.12	-0.56
			20		0	+0.71	-1.05				20		0	+2.80	-1.06
			30		0	+1.01	-1.40				30		0	+5.45	-1.50
												2.5	-	-1.50	
												2.5	+2.41	-	

最大ケース

既許可の基準津波

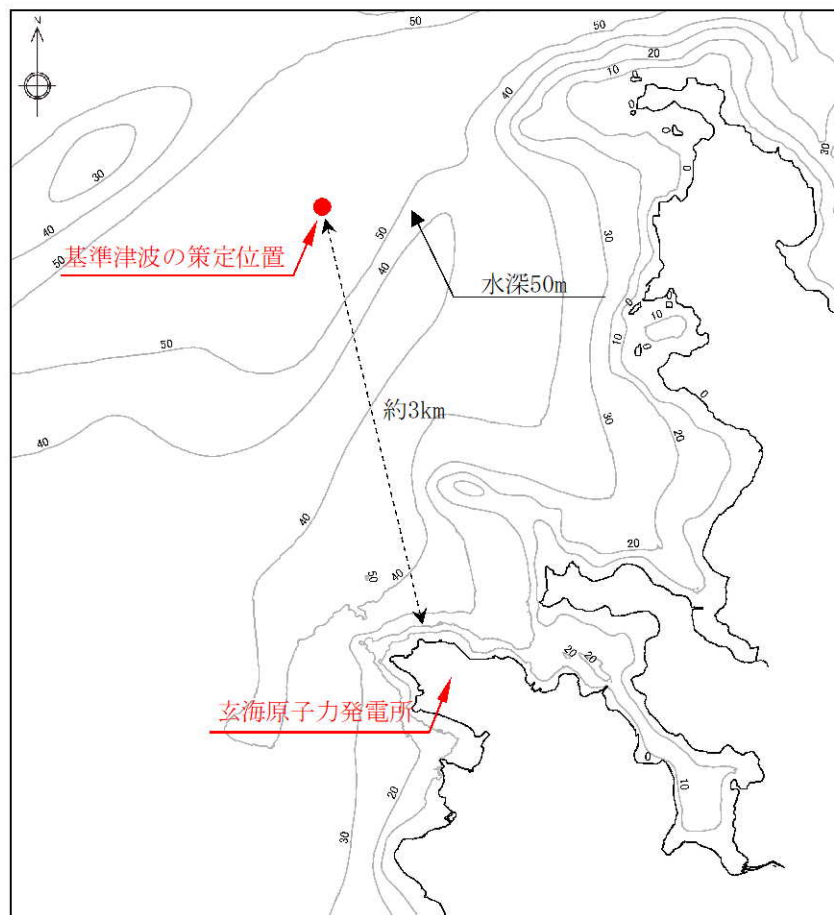
\* 潮位考慮なし

	(参考)既許可の基準津波	
	西山断層帯 (Mw:7.9、長さ:約137km)	対馬南西沖断層群と宇久島北 西沖断層群の連動 (Mw:7.6、長さ:約89km)
水位上昇側(3/4号炉取水ピット前面)	+1.87m	+2.32m
水位下降側(3/4号炉取水口)	-1.64m	-1.18m

## 6. 津波評価への影響について

### ○基準津波の策定位置での時刻歴波形

■ 既許可時の基準津波の策定位置での時刻歴波形(初期潮位:T.P.±0.00m)は下図のとおり。

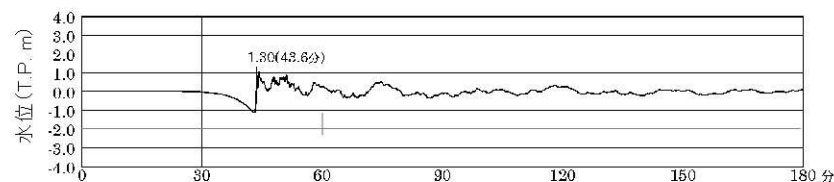


基準津波の策定位置

#### 【水位上昇側】

対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動

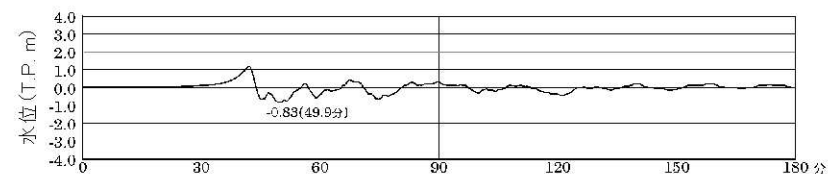
(初期潮位:T.P.±0.00m)



#### 【水位下降側】

対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動

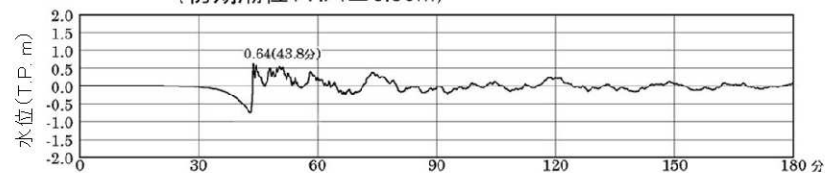
(初期潮位:T.P.±0.00m)



#### (参考) 既許可の基準津波

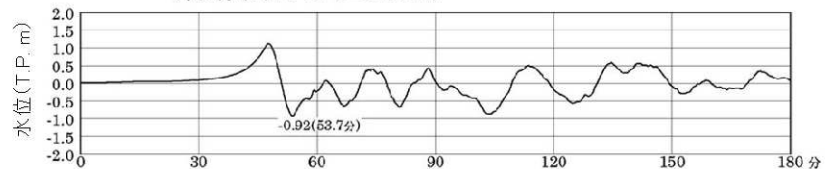
【水位上昇側】対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動

(初期潮位:T.P.±0.00m)



#### 【水位下降側】西山断層帯

(初期潮位:T.P.±0.00m)





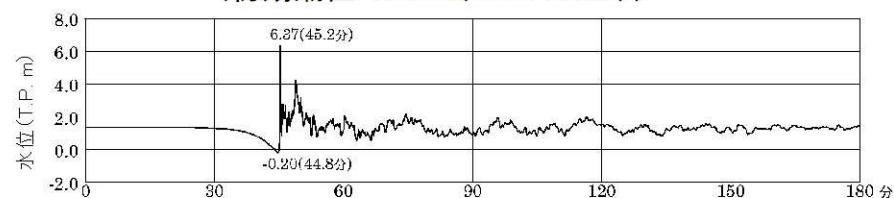
## 6. 津波評価への影響について

### ○最高水位及び最低水位（対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動）

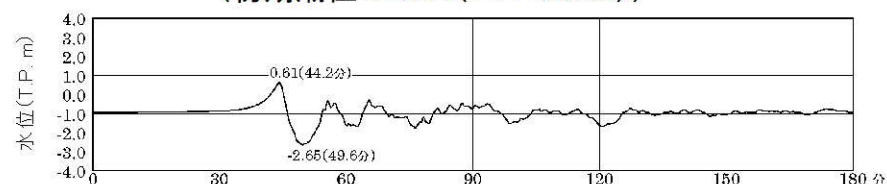
- 対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地殻内地震に伴う津波について、敷地高さT.P.+11mに対して、取水ピット前面位置での最高水位はT.P.+6.37mとなった。
- また、取水口の呑口レベルT.P.-13.5mに対して、取水口位置での最低水位はT.P.-2.65mとなった。



【水位上昇側：3, 4号炉取水ピット前面位置】  
対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動  
(初期潮位：H.W.L.(T.P.+1.31m))



【水位下降側：3, 4号炉取水口位置】  
対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動  
(初期潮位：L.W.L.(T.P.-0.98m))

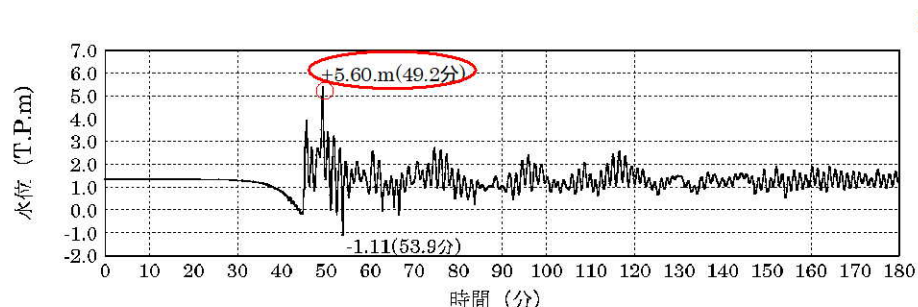


	今回		(参考)既許可の基準津波		備考
	対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動 (初期潮位： H.W.L.(T.P.+1.31m))	対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動 (初期潮位： L.W.L.(T.P.-0.98m))	対馬南西沖断層群と宇久島 北西沖断層群の連動 (初期潮位：H.W.L.(T.P.+1.31m))	西山断層帯 (初期潮位：L.W.L.(T.P.-0.98m))	
水位上昇側 (3,4号炉取水ピット前面)	+6.37m	—	+3.93m	—	敷地高さ T.P.+11m
水位下降側 (3,4号炉取水口)	—	-2.65m	—	-2.60m	取水口の呑口レベル T.P.-13.5m

## 6. 津波評価への影響について

○取水路の水理特性による水位変動（水位上昇側：対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動）

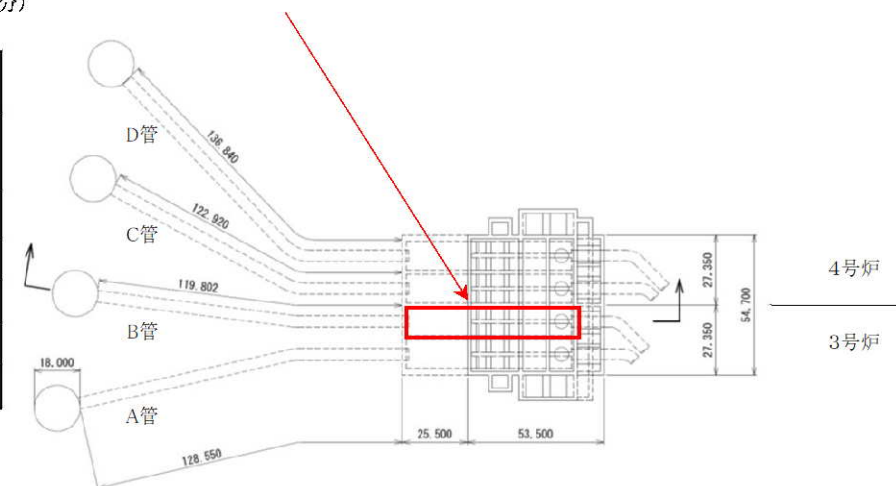
■ 水位上昇側について、既許可評価と同じ条件・モデル※で取水路からの津波の流入を検討した結果、許容値 T.P.+11.00m に対して、評価水位は T.P.+5.60m となった。



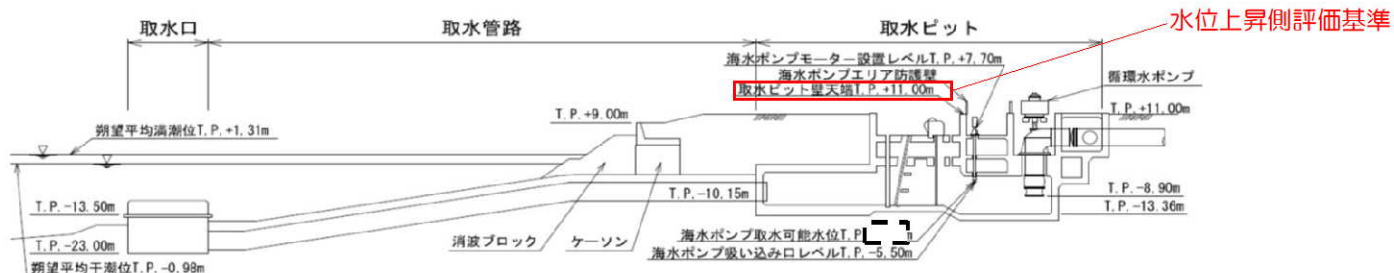
※取水ピット内の狭窄部（床スラブ内の開口部）についてもモデル化

水位上昇側

号炉	許容値 (T.P.m)	今回		(参考)既許可時	
		循環水ポンプ 運転時 (T.P.m)	循環水ポンプ 停止時 (T.P.m)	循環水ポンプ 運転時 (T.P.m)	循環水ポンプ 停止時 (T.P.m)
3号炉A管	+11.00	+2.78	+5.19	+1.99	+3.62
3号炉B管		+2.81	+5.60	+2.04	+3.78
4号炉C管		+2.81	+5.14	+2.02	+3.63
4号炉D管		+2.78	+4.05	+1.98	+3.33



3, 4号炉取水口～3, 4号炉取水ピット

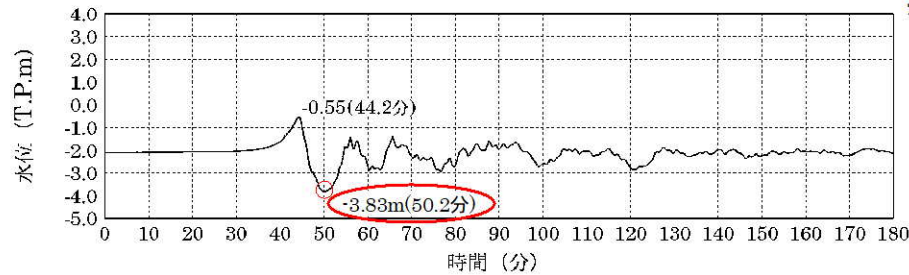


水位上昇側評価結果(対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動、循環水ポンプ停止時)

## 6. 津波評価への影響について

○取水路の水理特性による水位変動（水位下降側：対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動）

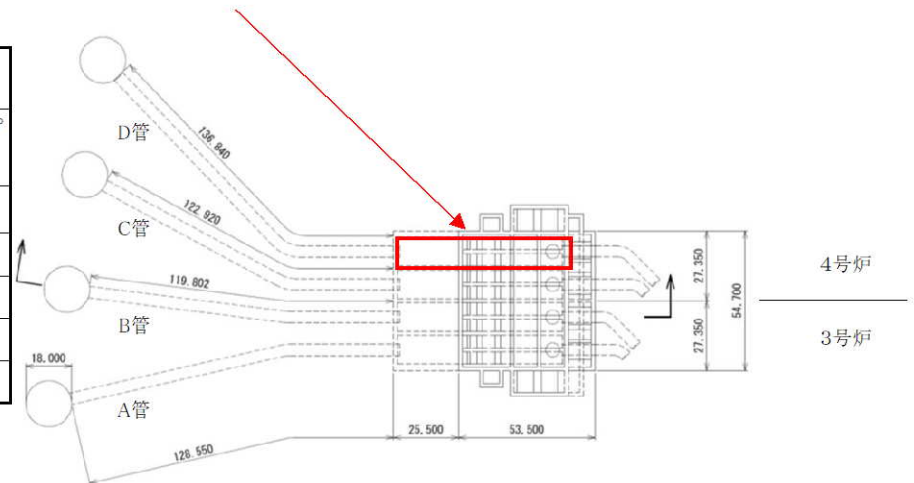
■ 水位下降側について、既許可評価と同じ条件・モデル※で海水ポンプの取水性への影響を検討した結果、許容値 T.P.  $\{ \_ \_ \}$  m に対して、評価水位は T.P. -3.83m となった。



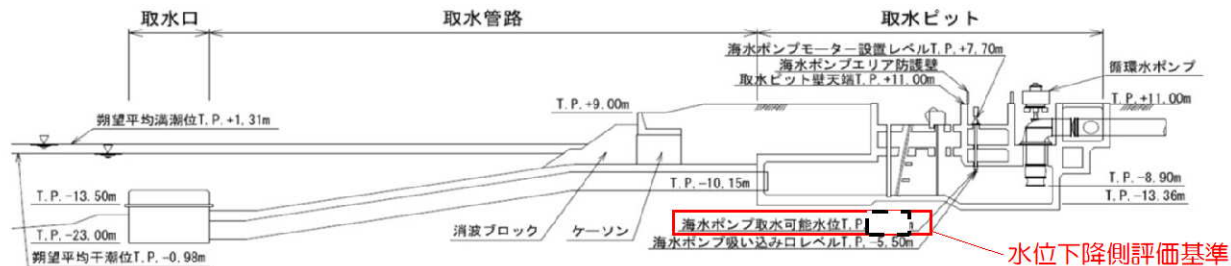
※取水ピット内の狭窄部（床スラブ内の開口部）についてもモデル化

水位下降側

号炉	許容値 (T.P.m)	今回		(参考)既許可時	
		循環水ポンプ 運転時 (T.P.m)	循環水ポンプ 停止時 (T.P.m)	循環水ポンプ 運転時 (T.P.m)	循環水ポンプ 停止時 (T.P.m)
3号炉A管	- - -	-3.74	-2.97	-3.70	-2.70
3号炉B管		-3.73	-2.99	-3.68	-2.71
4号炉C管		-3.77	-3.00	-3.72	-2.73
4号炉D管		-3.83	-2.87	-3.78	-2.74



3, 4号炉取水口～3, 4号炉取水ピット



水位下降側評価結果(対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動、循環水ポンプ運転時)

## 6. 津波評価への影響について

### ○まとめ

- 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動について、既許可時の海域活断層による地殻内地震に伴う津波評価における評価フローに基づき、基準津波への影響を確認した。
- 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動及び対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動については、推定津波高が1.0m以上となることから、数値シミュレーションによる検討対象とした。
- 数値シミュレーションによる津波計算を行った結果、対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地殻内地震に伴う津波の水位変動量は、水位上昇側及び水位下降側ともに、既許可の基準津波の水位変動量を上回ることを確認した。
- 朔望平均潮位を考慮した対馬南西沖断層群と第1五島堆断層帯の連動による地殻内地震に伴う津波について、取水ピット前面位置での最高水位は敷地高さに対して余裕があること、取水口位置での最低水位は取水口の呑口レベルに対して余裕があることを確認した。
- また、取水設備の水理特性を考慮した水位は、水位上昇側及び水位下降側のいずれも許容値に対して余裕があることを確認した。

余 白




## 7. まとめ

## 7. まとめ

■ 第1197回審査会合でのコメントを踏まえた地震本部(2022)の反映に係る対応について、以下の通り整理した。

No.	コメント	対応
1	小呂島近海断層帯と既許可の警固断層帯とは一部の区間で北西～南東方向に重複しているため、敷地への影響の観点から、小呂島近海断層帯と警固断層帯との連動についての取扱いを検討する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動を地震の震源及び津波の波源として考慮する。</li> <li>・地震の震源及び津波の波源は、断層長さが長くなるよう、既許可評価における壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連動として断層長さを設定する。</li> </ul> [地震動・津波評価への影響確認結果] <ul style="list-style-type: none"> <li>- 基準地震動・基準津波に影響はない</li> <li>- 検討用地震として追加</li> </ul>
2	第1五島堆断層帯の中部区間については、断層の有無及び連続性を評価するためにはデータを十分に整理する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1五島堆断層帯の中部区間について、地震本部(2022)の評価を考慮し、活断層評価を見直す。</li> </ul>
3	既許可における基準津波の策定では、宇久島北西沖断層群とその北方にある対馬南西沖断層群との連動を考慮しているため、敷地への影響の観点から、第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群との連動についての取扱いを検討する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1五島堆断層帯と対馬南西沖断層群の連動を地震の震源及び津波の波源として考慮する。</li> <li>・地震の震源及び津波の波源は、断層長さが長くなるよう、既許可評価における対馬南西沖断層群と地震本部(2022)による第1五島堆断層帯の連動として断層長さを設定する。</li> </ul> [地震動・津波評価への影響確認結果] <ul style="list-style-type: none"> <li>- 基準地震動に影響はない</li> <li>- 水位上昇側及び水位下降側ともに既許可の基準津波を上回る</li> <li>- 取水ピット前面位置での最高水位は敷地高さに対して、取水口位置での最低水位は取水口の呑口レベルに対して余裕がある</li> <li>- 取水設備の水理特性を考慮した水位は、許容値に対して余裕がある</li> </ul>

■ 地震本部(2022)を踏まえた検討を行ったところ、基準津波を上回る結果となったことから、今後、上記対応を踏まえた設置変更許可申請を実施する。



**参考1. 第1五島堆断層帯による地震動・津波評価について**



# 参考1. 第1五島堆断層帯による地震動・津波評価について

- 第1五島堆断層帯を震源とする地震について、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層のNoda et al.(2002)による応答スペクトルを比較した結果、全周期帯で竹木場断層及び城山南断層を大きく下回る。したがって検討用地震は竹木場断層及び城山南断層で代表可能であり、基準地震動への影響はないことを確認した。
- また、第1五島堆断層帯を波源とする津波について数値シミュレーションによる津波計算を実施した結果、第1五島堆断層帯による地震に伴う津波の最大水位変動量は、既許可の基準津波の水位変動量の範囲内であることから、基準津波への影響はないことを確認した。

検討用地震選定における断層諸元

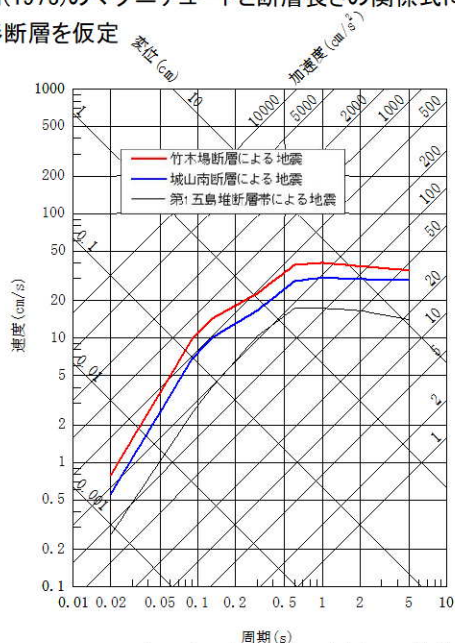
断層名	断層長さ (km)	マグニチュード <sup>※1</sup>	震央距離 (km)	Xeq <sup>※2</sup> (km)
第1五島堆断層帯	78.0	8.0	103	112.3

既許可評価における地震

検討用地震	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード	震央距離 (km)	Xeq (km)
検討用地震	竹木場断層	17.0	6.9	11	17.9
	城山南断層	19.5	7.0	20	25.6

※1: 松田(1975)のマグニチュードと断層長さの関係式に基づき算出

※2: 円形断層を仮定



Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較

数値シミュレーションによる津波計算結果

断層名 (長さ)	落ちの方向 (走向)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	すべり量 (cm)	上縁深さ (km)	最大水位変動量 (初期潮位:T.P.±0.00m)		
						上昇側(m)	下降側(m)	
						取水ピット前面	取水口	
第1五島堆断層帯 (78.0km)	西 (32.02°)	90	0	648	0	+0.07	-0.11	
						10	+0.13	-0.13
						20	+0.26	-0.17
						30	+0.37	-0.21
	東 (212.02°)	90	0	648	0	+0.07	-0.11	
						10	+0.13	-0.12
						20	+0.22	-0.18
						30	+0.28	-0.25

既許可の基準津波

\* 潮位考慮なし

	西山断層帯 (Mw: 7.9、長さ: 約137km)	対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動 (Mw: 7.6、長さ: 約89km)
水位上昇側 (3/4号炉取水ピット前面)	+1.87m	+2.32m
水位下降側 (3/4号炉取水口)	-1.64m	-1.18m

## 参考文献

- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2022):日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)-九州地域・中国地域北方沖-
- ・文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所(2017):日本海地震・津波調査プロジェクト.
- ・文部科学省研究開発局・海洋研究開発機構(2020):海域における断層情報総合評価プロジェクト.
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2007):警固断層帯の長期評価について.
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013a):西山断層帯の評価(一部改訂).
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013b):九州地域の活断層の長期評価(第一版).
- ・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 Data and Seismic Engineering, Oct. 16-18, 399-408.
- ・松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について、地震、第2輯、第28巻、269-283.
- ・村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、自然科学、第4巻、第3号、168-176.
- ・勝又謙・徳永規一(1971):震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、駿震時報、第36巻、第3,4号、1-8.
- ・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.
- ・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.
- ・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.
- ・K.Dan, T.Watanabe and T.Tanaka (1989):SEMI-EMPIRICAL METHOD TO SYNTHESIZE EARTHQUAKE GROUND MOTIONS BASED ON APPROXIMATE FAR-FIELD SHEAR-WAVE DISPLACEMENT, Journal Of Structural and Construction Engineering(Transactions of AIJ), No.396, pp.27-36.
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2020):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
- ・宮腰研、PETUKHIN Anatoly、長郁夫(2005):すべりの時空間的不均質特性のモデル化、地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究、平成16年度研究成果報告書、pp.113-123