

玄海原子力発電所3号炉、4号炉審査資料

資料番号

TTG-038

提出年月日

2023年8月17日

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） の影響について

2023年 8月17日
九州電力株式会社



余 白

目次

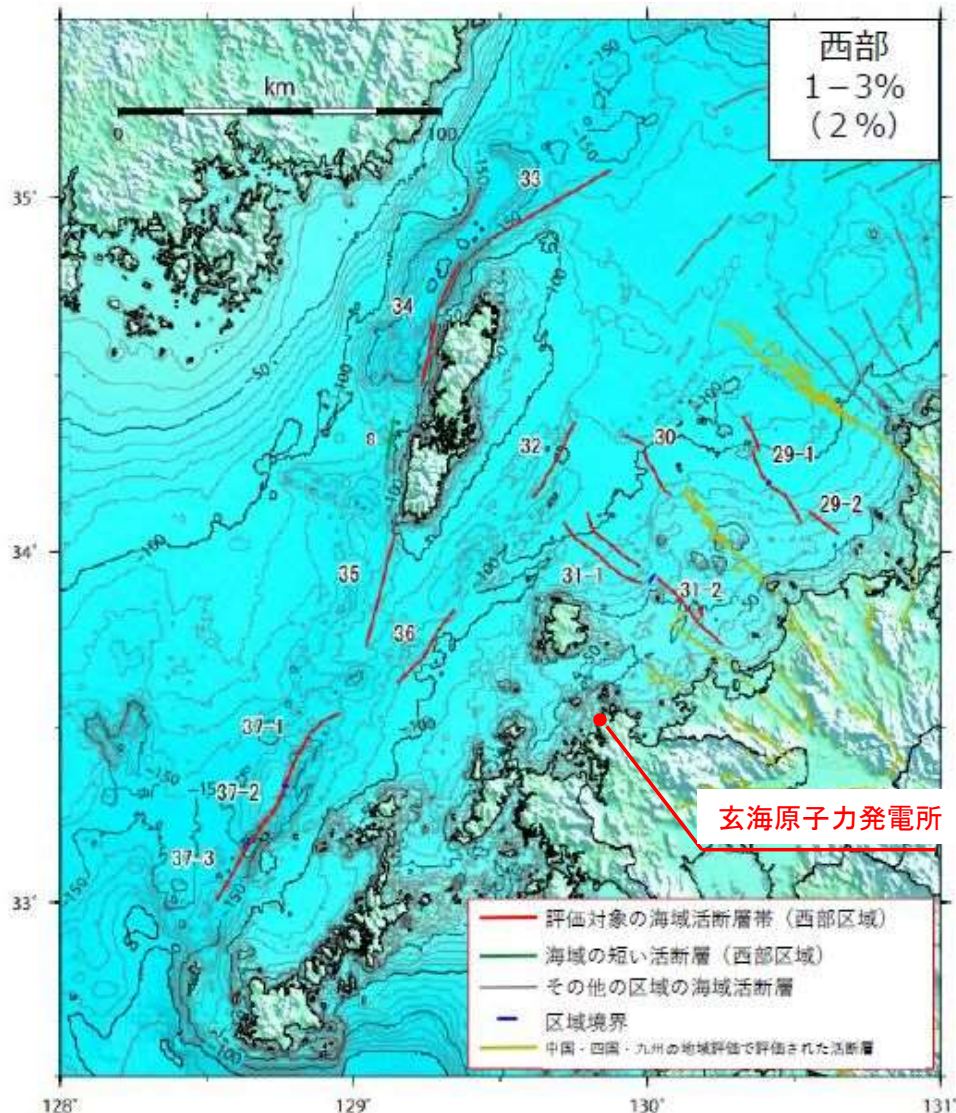
1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要	P3
2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針	P10
3. 海域活断層評価について	P14
4. まとめ	P43
参考. 地震動評価及び津波評価への影響について	P45
参考 1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について	P47
参考 2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について	P53



1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)の概要

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要

■ 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。



- (西部)
- 29-1 : 白島沖断層帯 (北部区間)
 - 29-2 : 白島沖断層帯 (南部区間)
 - 30 : 沖ノ島近海断層
 - 31-1 : 小呂島近海断層帯 (北西冲区間)
 - 31-2 : 小呂島近海断層帯 (東方冲区間)
 - 32 : 対馬東水道断層
 - 33 : 対馬北方冲断層
 - 34 : 対馬上県西方冲断層
 - 35 : 対馬南方冲断層
 - 36 : 七里ヶ曾根断層
 - 37-1 : 第1 五島堆断層帯 (北部区間)
 - 37-2 : 第1 五島堆断層帯 (中部区間)
 - 37-3 : 第1 五島堆断層帯 (南部区間)

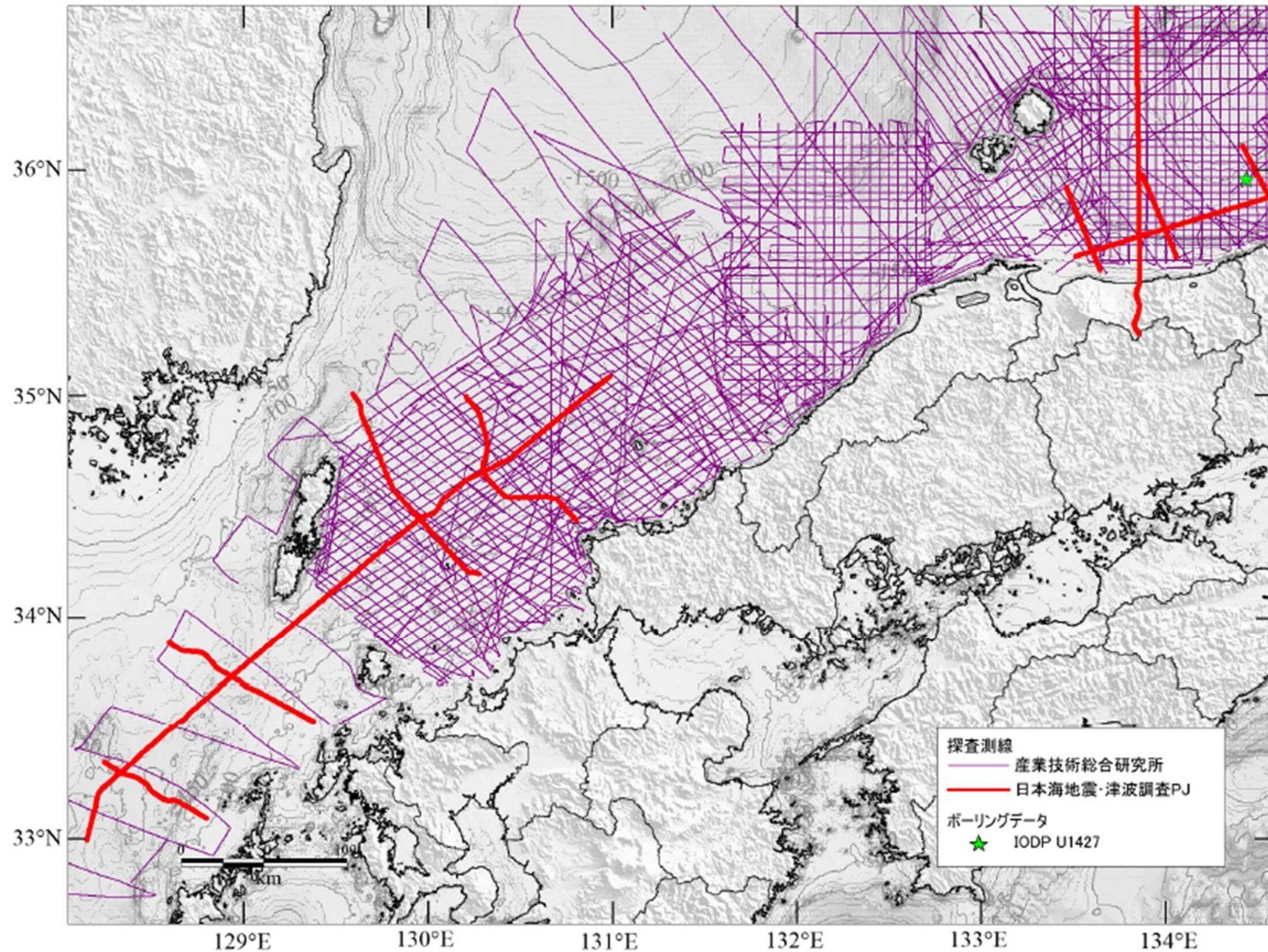
※地震本部(2022)に一部加筆

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要

- 地震本部(2022)は、九州電力株式会社(2013)の評価も含めた各機関の反射断面及び海底地形データをもとに海域活断層を選定している。
- 上記の知見のうち当社の既許可以降に公表された知見は「日本海地震・津波調査プロジェクト」及び「海域における断層情報総合評価プロジェクト」がある。

	地震本部(2022)		当社
		概要	
引用した 反射断面	①国立研究開発法人産業技術総合研究所※ (1985,1986) ※調査当時は通商産業省工業技術院地質調査所	対馬以東の九州から中国地域の北方沖で、海岸からおおよそ100-150km程度までの範囲で、エアガンを音源とするシングルチャンネル反射法地震探査を実施 (測線図は次頁参照)	既許可評価※時に考慮済み ※2017年1月18日許可
	②九州電力株式会社(2013)	対馬周辺から九州西方沖の海域で、ウォーターガンやスパーカーなどを音源に用いた音波探査を実施 (当社評価の宇久島北西断層群の測線まで)	
	③阿部ほか(2010a,2010b)	主要活断層帯である菊川断層帯及び西山断層帯の海域延長部周辺で、音波探査を実施	
	④松本・岡村(2011)	福岡県西方沖地震の震源域周辺等で、ブーマを音源とする高分解能マルチチャンネル音波探査を実施	
	⑤石油天然ガス・金属鉱物資源機構	測線間隔は20 km 以上であるが、資源探査を目的とした大容量エアガンを音源とするマルチチャンネル反射法地震探査を実施	
	⑥「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・東京大学地震研究所,2021)	断層深部の構造解明を目的とした大規模なマルチチャンネル反射法地震探査を実施(測線図は次頁参照)	〔既許可以降に公表〕
	⑦「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)	上記(①～⑥)によって得られた反射断面などの断層情報を含むデータを収集・整理し、活断層とそれに伴う地震動・津波の評価のための基礎資料を整備	
活断層の 認定	②、③、⑥、⑦及び岡村ほか(2014)、日本海における大規模地震に関する調査検討会(2014)に報告されている断層トレース及び①～⑦のうち利用可能な反射断面及び海底地形を用いて海域活断層を選定。(各断層の評価に用いられているデータについては断層ごとに後述)		

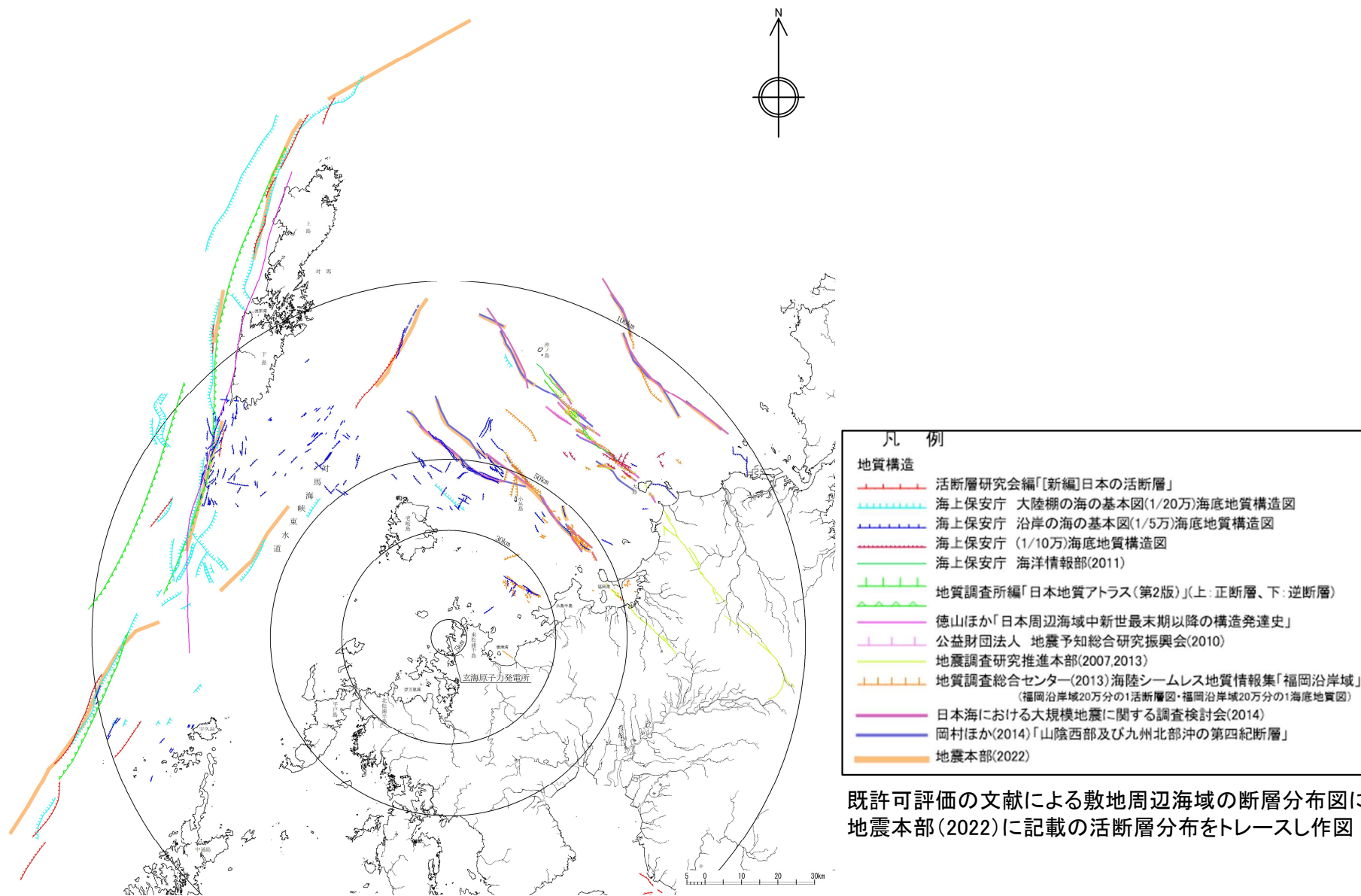
1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要



長期評価に用いた主な反射法地震探査測線と基準面の年代推定に用いたボーリング調査の位置
※ 地震本部(2022)より引用

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要

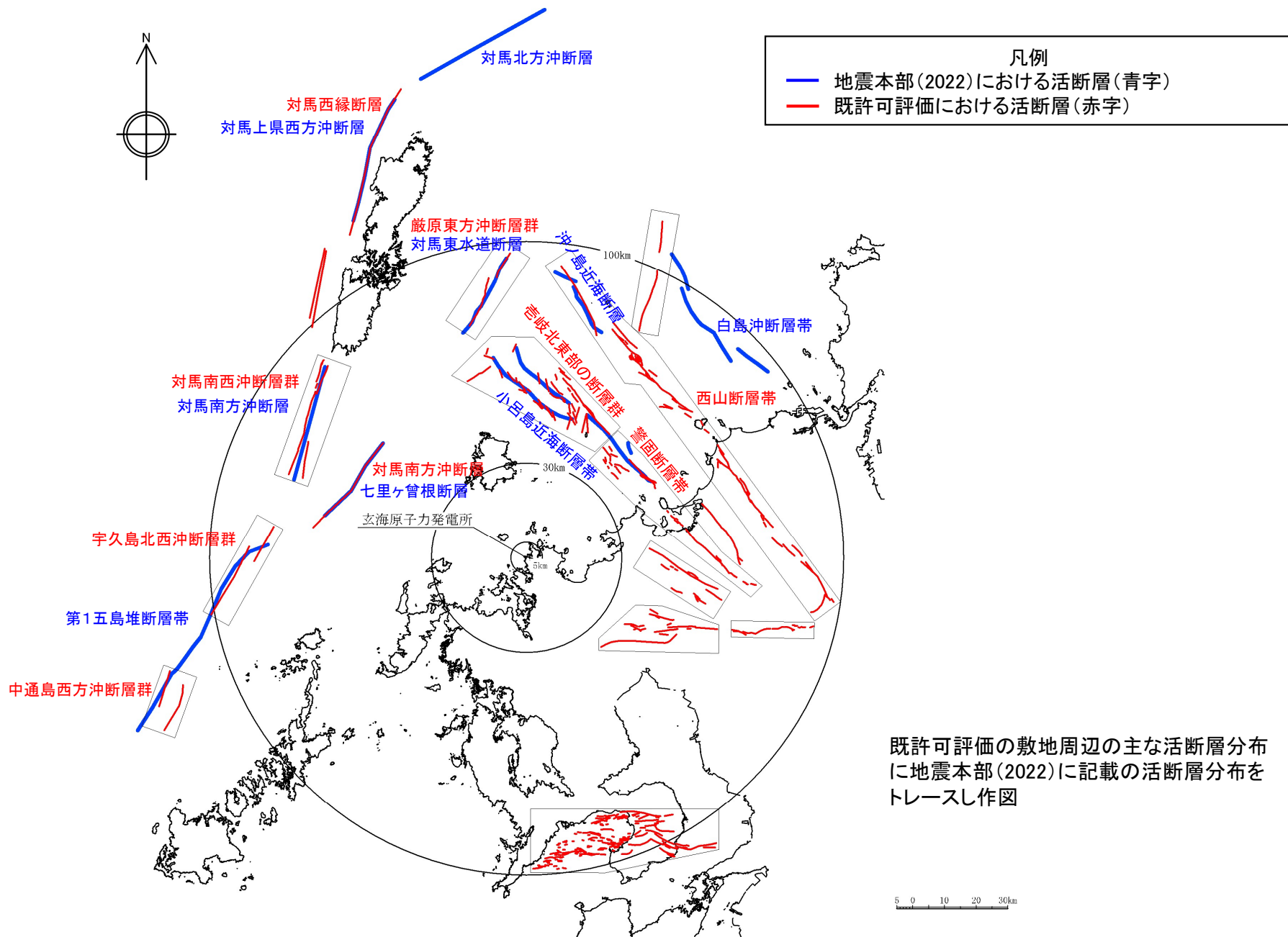
■ 今回、地震本部(2022)は、既許可評価にて文献調査として把握した断層及び当社が海域活断層として評価した断層と概ね同じ位置に断層を評価している。



文献による敷地周辺海域の断層分布図

既許可評価の文献による敷地周辺海域の断層分布図に地震本部(2022)に記載の活断層分布をトレースし作図

1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要



既許可評価の敷地周辺の主な活断層分布に地震本部(2022)に記載の活断層分布をトレースし作図

敷地周辺の主な活断層分布(敷地30km以遠)



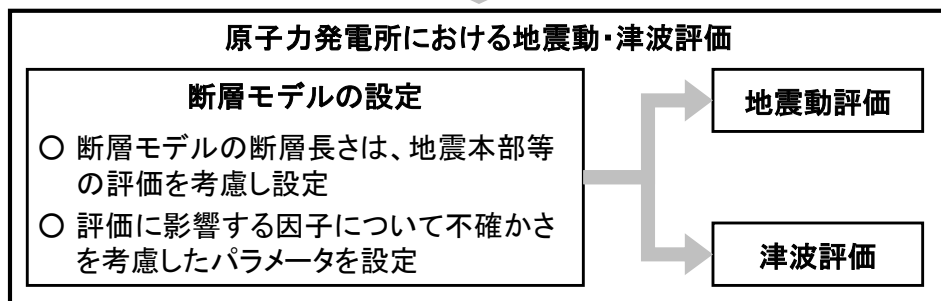
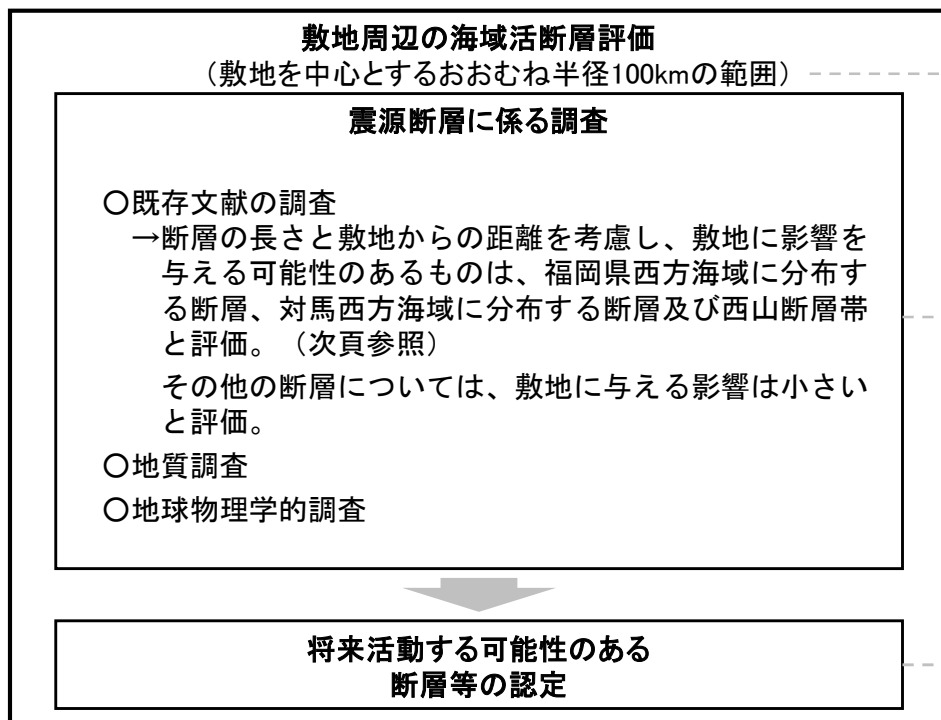
余 白

2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針

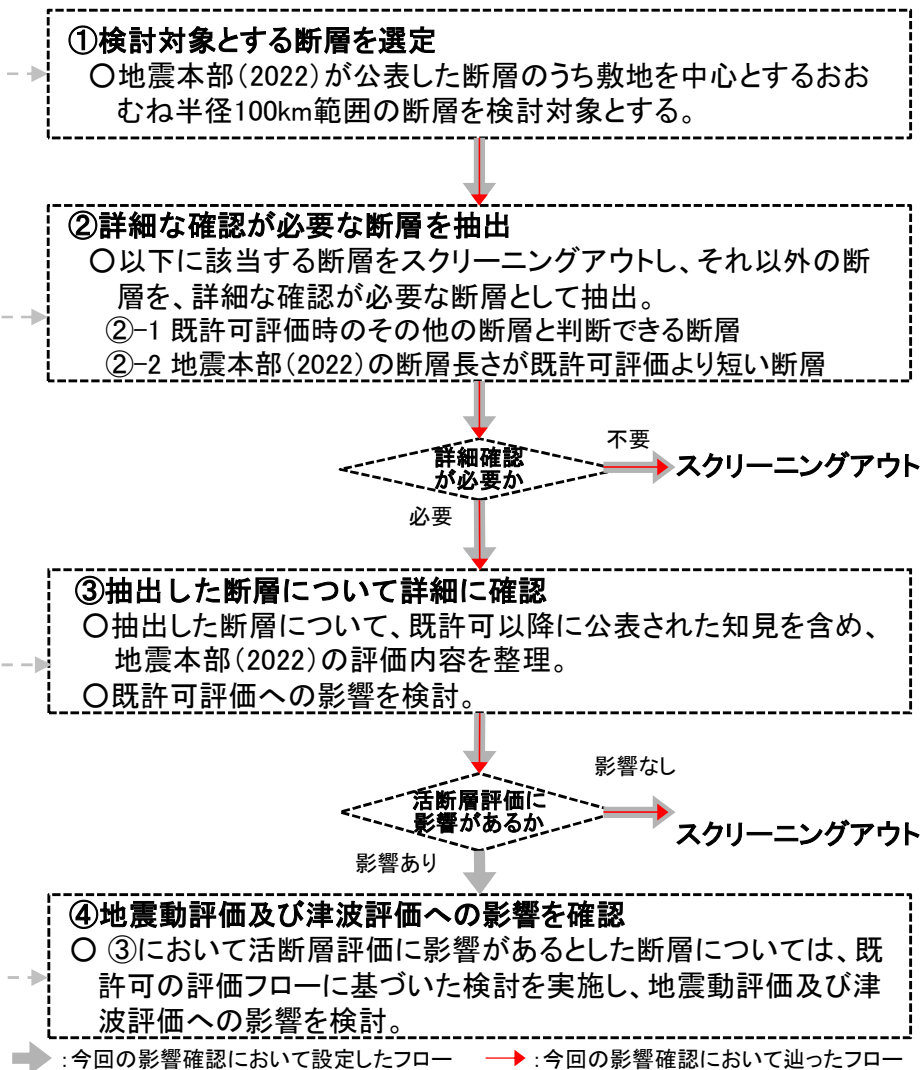
2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針

- 当社活断層評価(既許可評価)にあたっては、既存文献の調査を踏まえ、当社にて実施した各種調査をもとに評価を実施している。
また、地震動評価及び津波評価にあたっては、地震本部(2013)等の断層長さを考慮した上で、評価を実施している。
- 今回の地震本部(2022)の既許可評価への影響確認については、既許可時の評価方法に沿って実施する。

既許可時の活断層及び地震動・津波評価方法



当社評価への影響確認方法（今回）

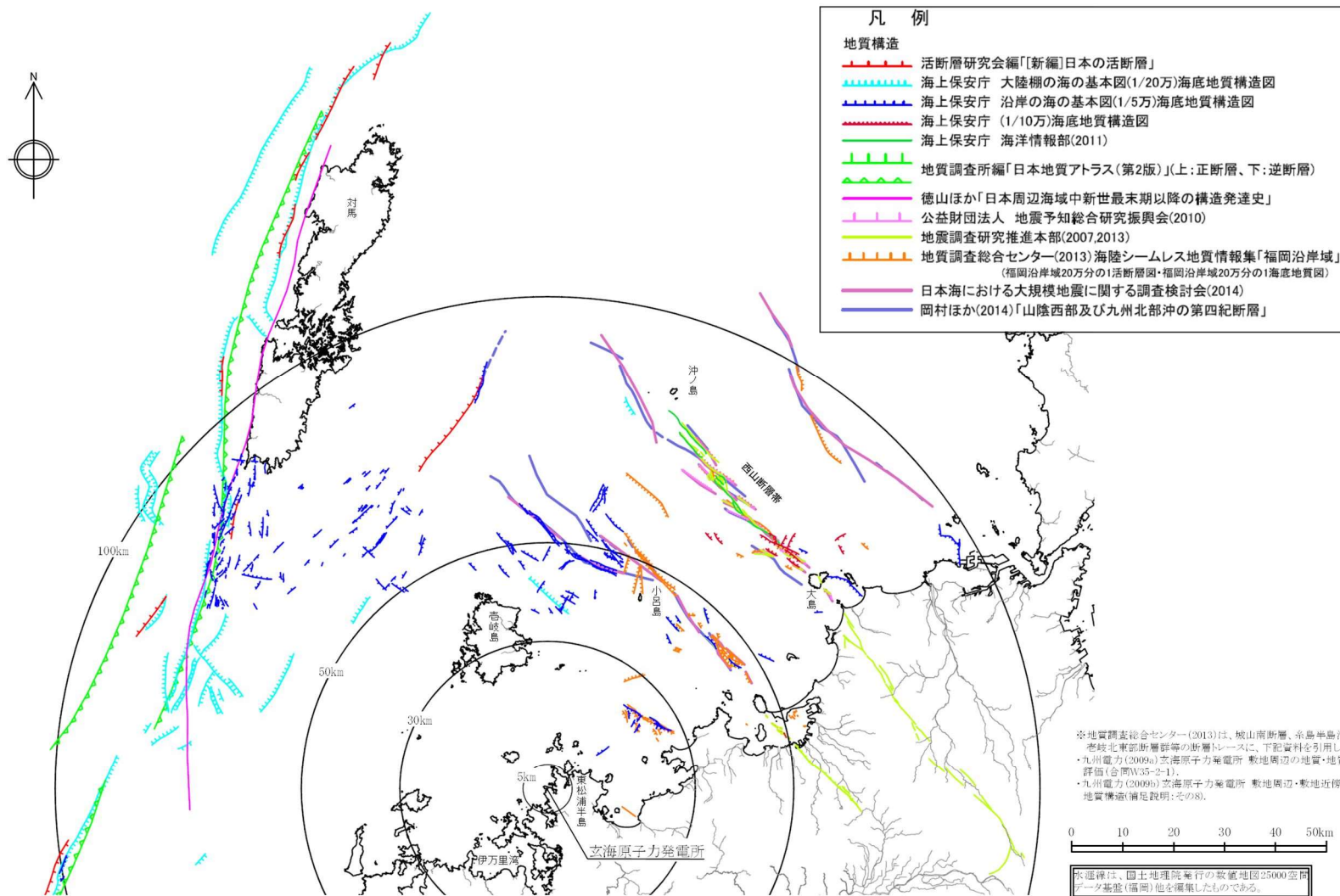


2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針

平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P80) 再掲

2.1 (2) 文献調査〔敷地周辺海域〕

○ 当海域には多くの断層等が記載されている。断層の長さや敷地からの距離を考慮すると、敷地に影響を与える可能性のあるものは、福岡県西方海域に分布する断層、対馬西方海域に分布する断層及び西山断層帯である。





余 白

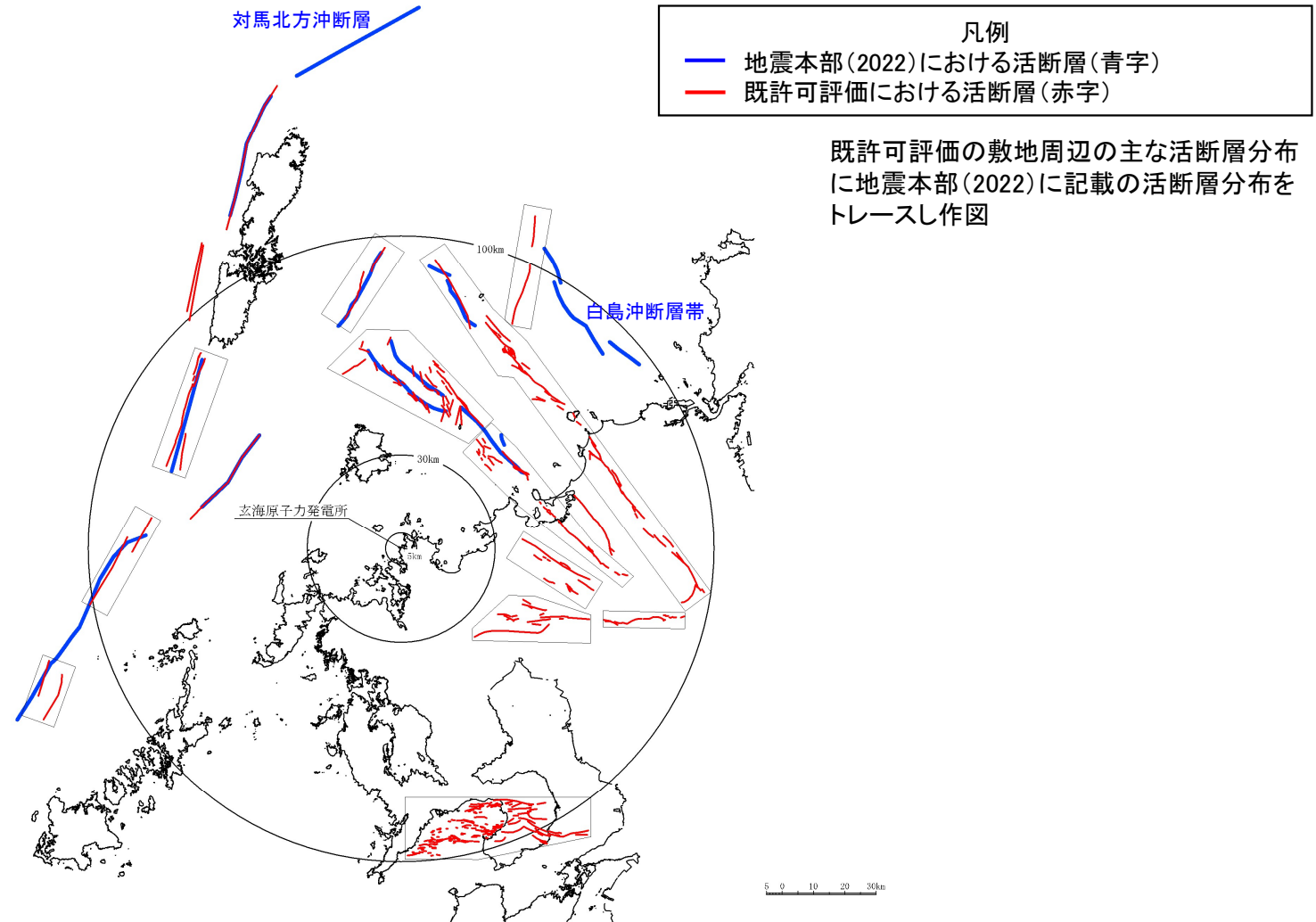
3. 海域活断層評価について

3. 海域活断層評価について

① 検討対象とする断層を選定

■ 地震本部(2022)にて示された9つの断層のうち、敷地を中心とするおおむね半径100km範囲の断層を検討対象とする。

→ 対馬北方沖断層は敷地から十分に遠いため、検討対象外とし、残り8つの断層を選定した。



敷地周辺の主な活断層分布(敷地30km以遠)

3. 海域活断層評価について

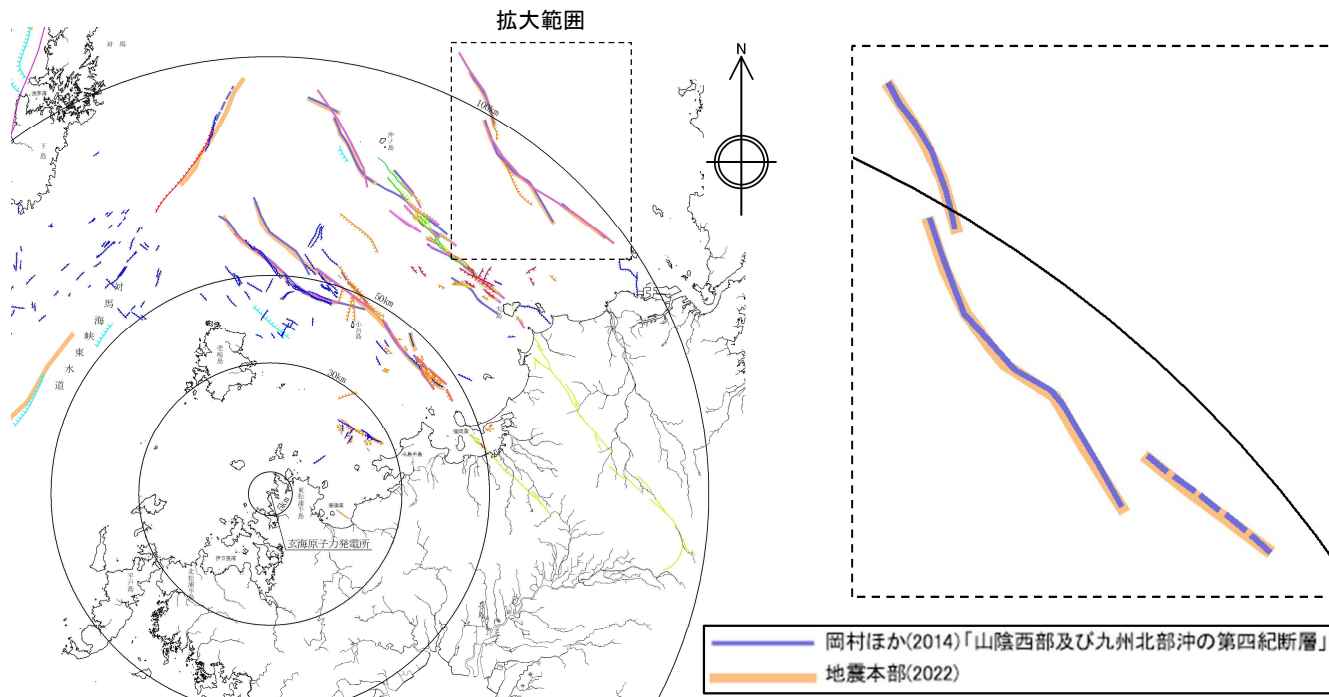
② 詳細な確認が必要な断層の抽出 (1)

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

→既許可評価における文献調査(岡村(2014))において、白島沖に示される断層は敷地に与える影響は小さいその他の断層と評価している。地震本部(2022)の評価は、既許可評価における文献とほぼ同じトレースであることから、既許可評価と同様に、敷地に与える影響は小さいその他の断層と判断し、スクリーニングアウトする。

地震本部(2022)の評価				
断層名			評価長さ(km)	
29-1	白島沖断層帯	北部区間	22	48
29-2		南部区間	27	

既許可評価	
断層名	評価長さ(km)
文献調査の結果を踏まえ、敷地への影響が小さいその他の断層として評価。	



文献による敷地周辺海域の断層分布図(P7の抜粋)

拡大図では、岡村ほか(2014)と地震本部(2022)のみ図示

【既許可評価時の評価】

- ・文献調査では、白島沖に岡村(2014)等により断層が示されている。
- ・当該断層については、同じ走向でかつ、長い断層が敷地のより近い位置に存在することから、敷地に与える影響が小さい断層として評価。

【地震本部(2022)を踏まえた評価】

- ・地震本部(2022)による白島沖断層帯の断層トレースは、岡村(2014)とほぼ同じであることから、既許可評価と同様に、敷地に与える影響は小さいと判断した。

3. 海域活断層評価について

② 詳細な確認が必要な断層の抽出 (2)

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

→ 沖ノ島近海断層※、対馬上県西方冲断層、対馬南方冲断層及び七里ヶ曾根断層は、地震本部(2022)の断層長さが既許可評価より短いことからスクリーニングアウトする。

※既許可評価において西山断層帯として評価済み

■ 以上のスクリーニングアウトの結果、詳細な確認が必要な断層として、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断層を抽出した。

地震本部(2022)の評価					既許可評価	
断層名			評価長さ(km)		断層名	評価長さ(km)
30	沖ノ島近海断層		24			
-	西山断層帯	大島冲区間	38	110	西山断層帯	約137
		西山区間	43			
		嘉麻峠区間	29			
31-1	小呂島近海断層帯	北西冲区間	36	63	壱岐北東部の断層群	約51
31-2		東方冲区間	28			
-	警固断層帯	北西部	25	55	警固断層帯	約65
		南東部	27			
32	対馬東水道断層		27		巖原東方冲断層群	約26
34	対馬上県西方冲断層		41		対馬西縁断層	約49
35	対馬南方冲断層		36		対馬南西冲断層群	約38
36	七里ヶ曾根断層		29		対馬南方冲断層	約35
37-1	第1五島堆断層帯	北部区間	29	73	宇久島北西冲断層群	約34
37-2		中部区間	22		なし	-
37-3		南部区間	22		中通島西方冲断層群	約19

グレーで色付けしている断層は、②-2でスクリーニングアウトした断層

3. 海域活断層評価について

①検討対象とする断層の選定及び②詳細な確認が必要な断層の抽出（まとめ）

■ スクリーニングアウトの結果、詳細な確認が必要な断層として抽出した、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断層について、次頁以降、評価内容を整理するとともに、既許可評価への影響確認を行う。

地震本部(2022)の評価					既許可への影響確認
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	—
		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	—
		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

余 白

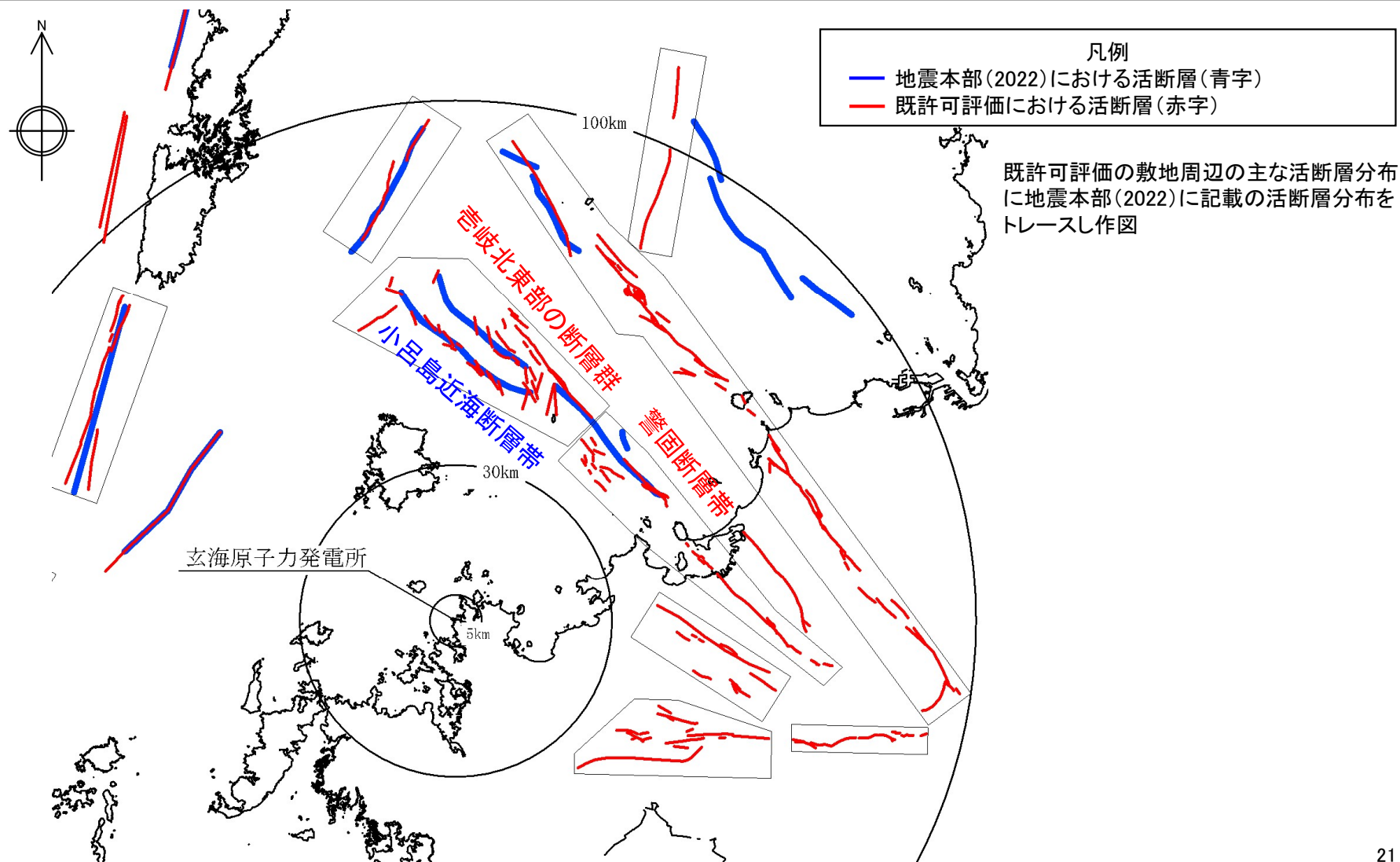
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯）

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯）

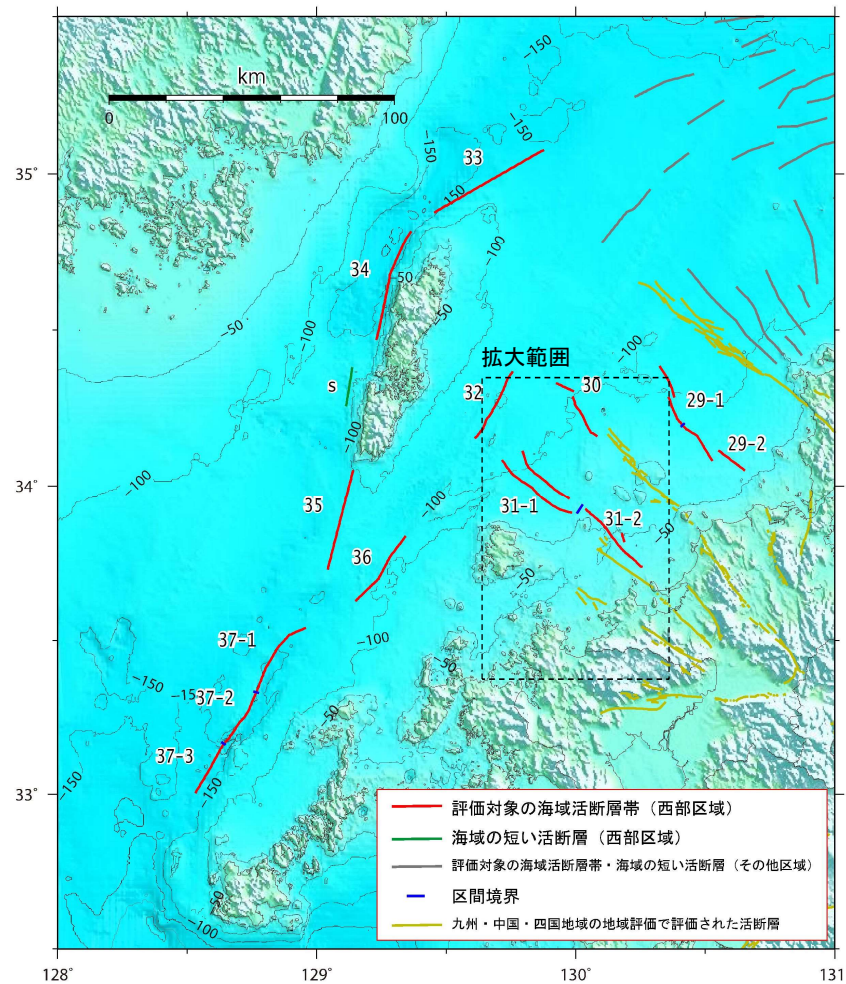
- 地震本部(2022)では、北西沖区間36km、東方沖区間28km、合わせて63kmの断層として評価している。
- 既許可評価では、地震本部(2022)とほぼ同位置に沓岐北東部の断層群(約51km)と警固断層帯の一部を認定している。
- 地震本部(2022)と既許可評価では、セグメント位置に差異が認められることから、それぞれの評価内容を確認し、既許可評価への影響について確認する。



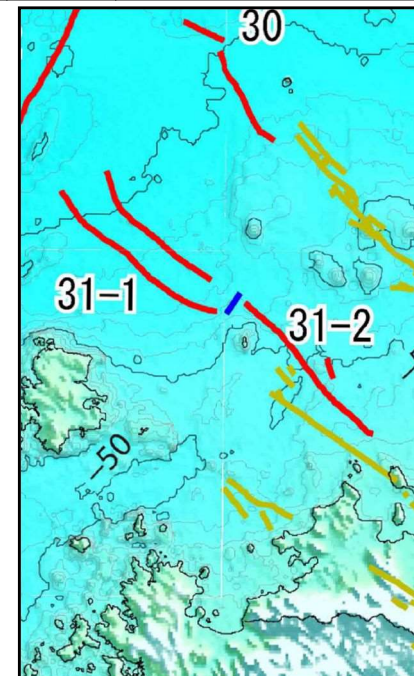
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：地震本部（2022））

- 地震本部(2022)では、北西沖区間36km、東方沖区間28km、合わせて63kmの左横ずれの断層として評価している。
- 北西沖(31-1)と東方沖(31-2)の区間は「断層トレースにギャップが存在する」ことから連続した断層ではなく区間分けをされている。
- 地震本部(2022)が用いた主な反射法地震探査測線(P6)を踏まえると、地震本部(2022)は主に地質調査所の音波探査記録を基に評価していると推定される。



区間	断層長 (km)	断層の走向	種類	傾斜方向
北西沖	36	S55° E	左横ずれ	ほぼ垂直
東方沖	28	S37° E		
全体	63			



3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：既許可評価）

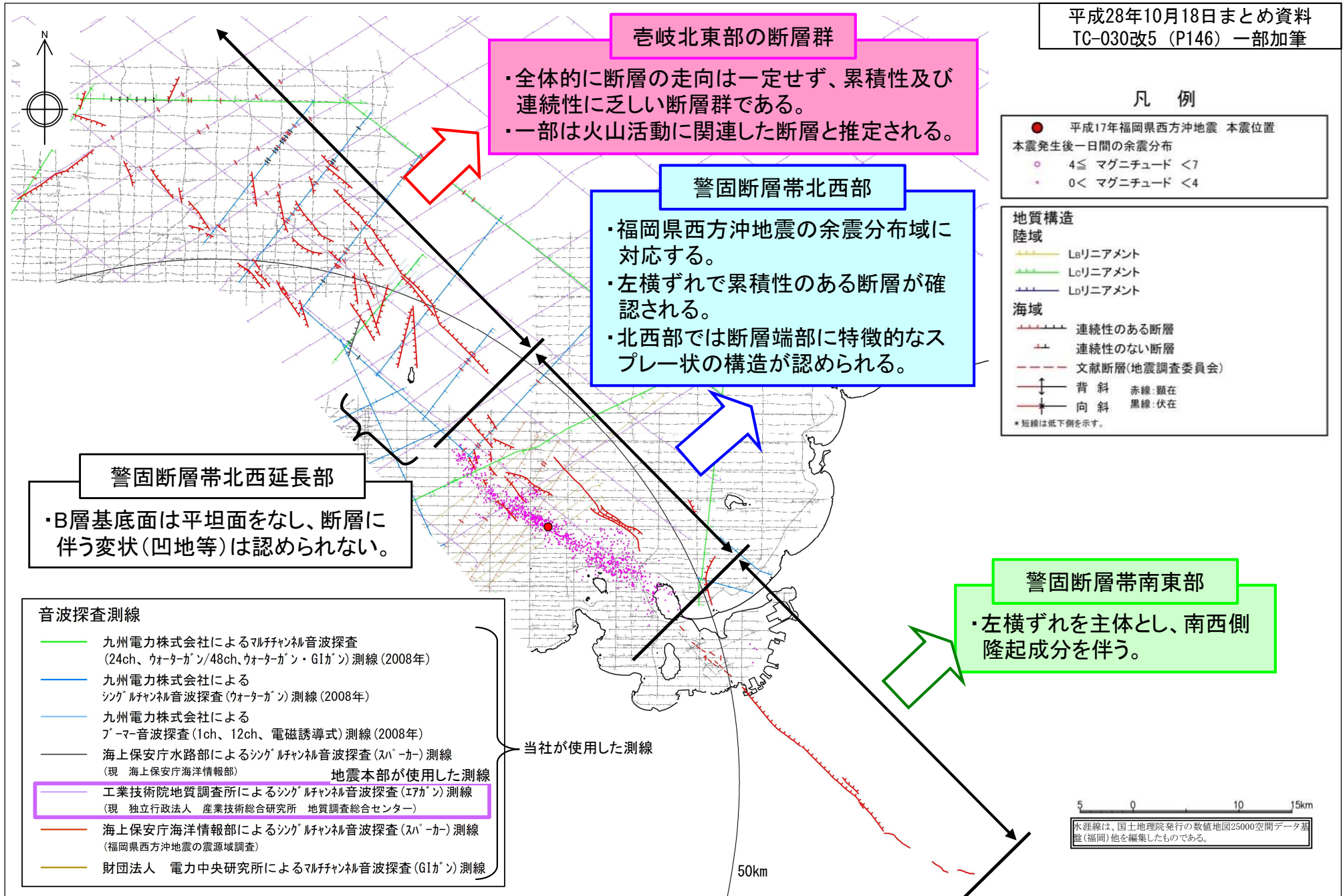
- 既許可評価では、地震本部(2022)とほぼ同位置に壱岐北東部の断層群(約51km)と左横ずれの警固断層帯の一部を認定している。
- 当社は、地震本部(2022)が使用した地質調査所の音波探査記録に加え、海上保安庁、電力中央研究所及び当社独自の音波探査記録を基に断層評価を実施している。
- また、この評価範囲周辺において、既許可以降、他機関も含め新たな音波探査記録はない。

〔既許可評価の詳細(次頁参照)〕

- ・当社は、壱岐北東部の断層群及び警固断層帯について、以下の理由により地質構造が異なると評価している。
 - 壱岐北東部の断層群: 全体的に断層の走向は一定せず、累積性及び連続性に乏しい断層群であり、一部は火山活動に関連した断層と推定される。
 - 警固断層帯(北西部): 福岡県西方沖地震の余震分布域に対応する。左横ずれで累積性のある断層が確認され、北西部では断層端部に特徴的なスプレー状の構造が認められる。
- ・また、警固断層帯の北西延長部ではB層の基底面がほぼ水平な平坦面をなし、断層に伴う変状(凹地等)が認められないことから、連続しない異なる断層として認定した。

3. 海域活断層評価について

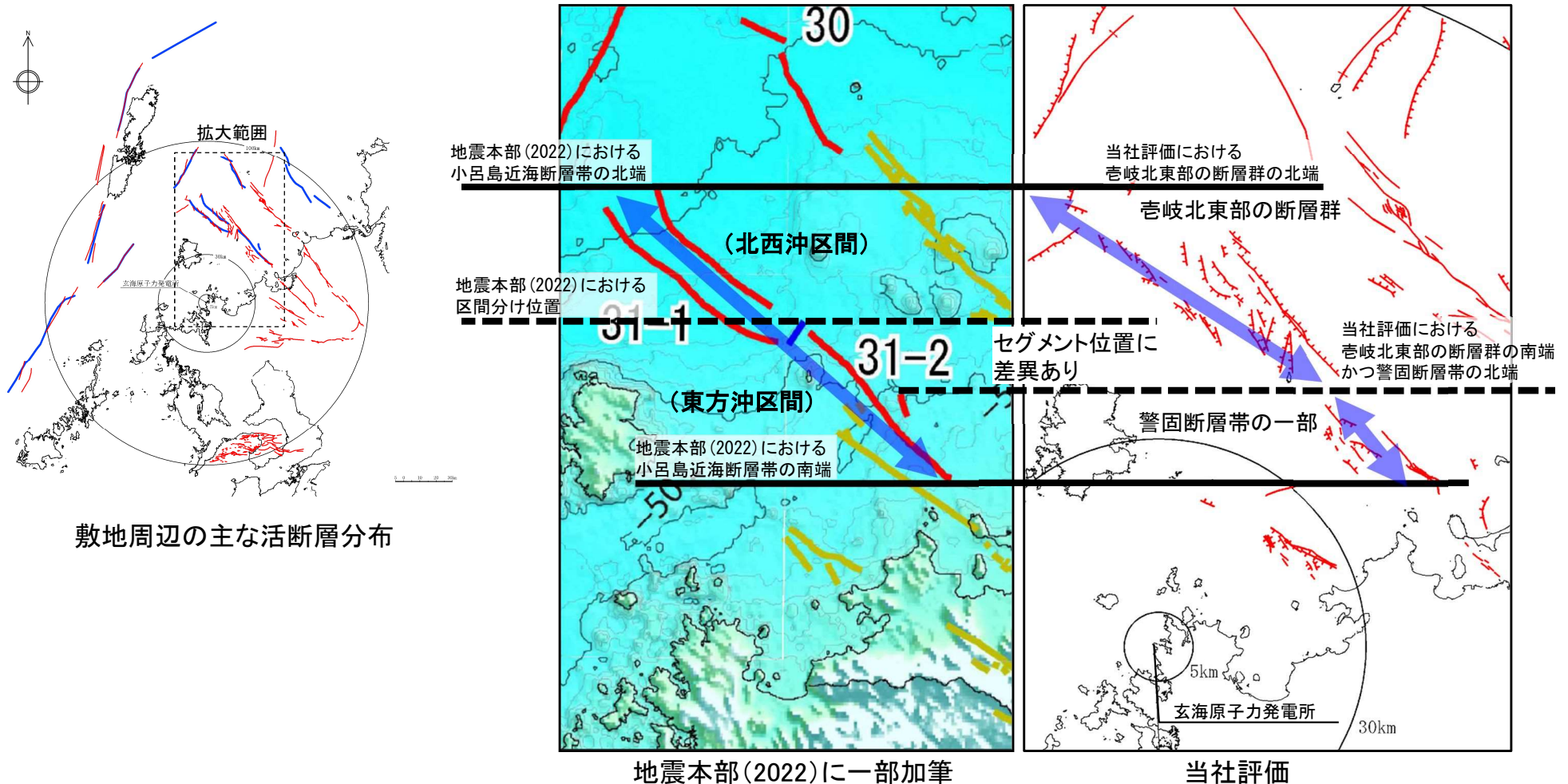
③ 抽出した断層の詳細確認 (小呂島近海断層帯：既許可評価)



3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：既許可評価の影響確認）

- 地震本部(2022)と既許可評価では、セグメント位置に差異が認められるが、その違いについては、使用した音波探査記録の情報量の違いによるものと考えられる。
- 当社は、より多くの情報に基づき断層性状を詳細に分析した上でセグメントを検討していることから、当社評価の見直しは不要と判断した。



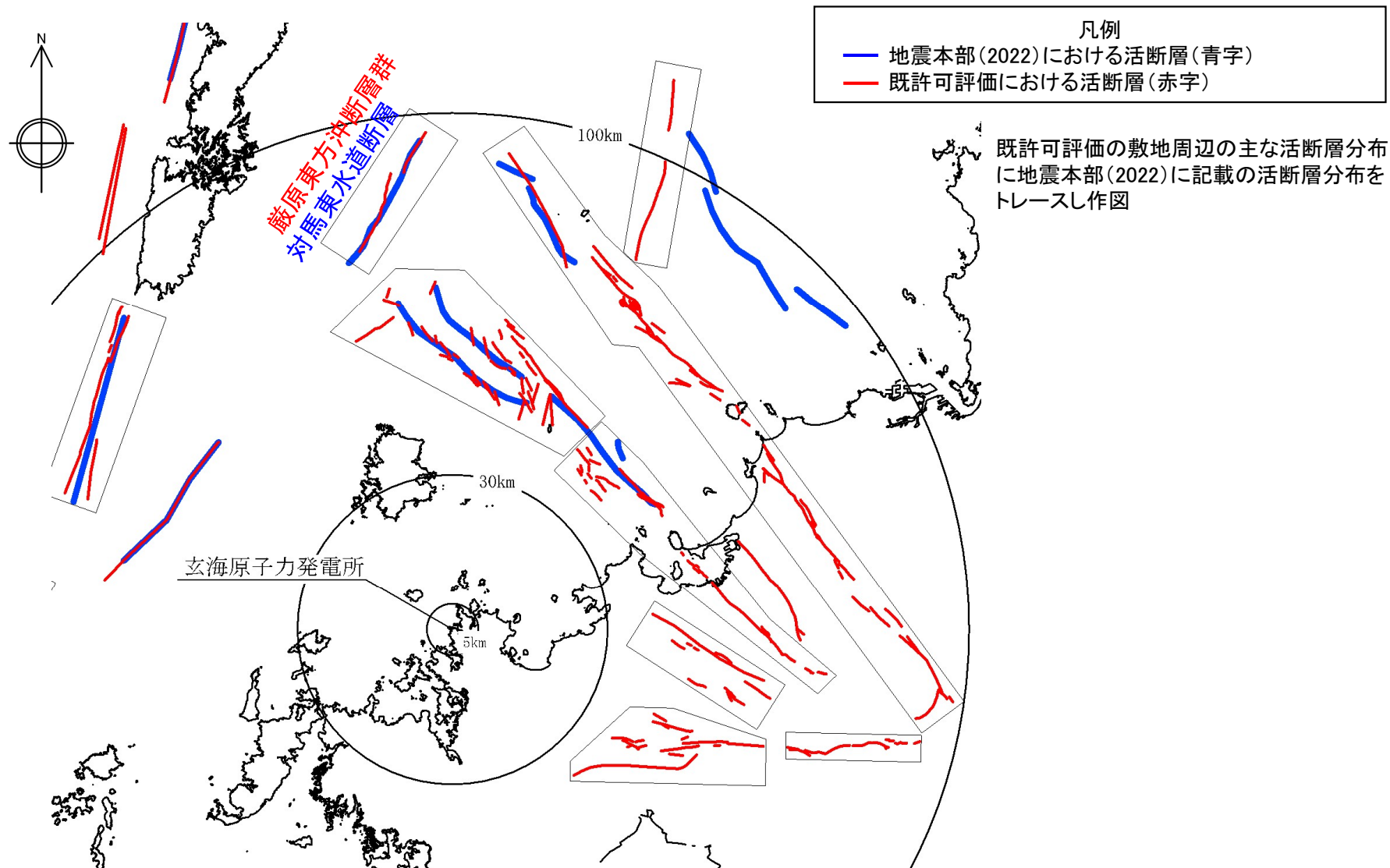
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（対馬東水道断層）

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（対馬東水道断層）

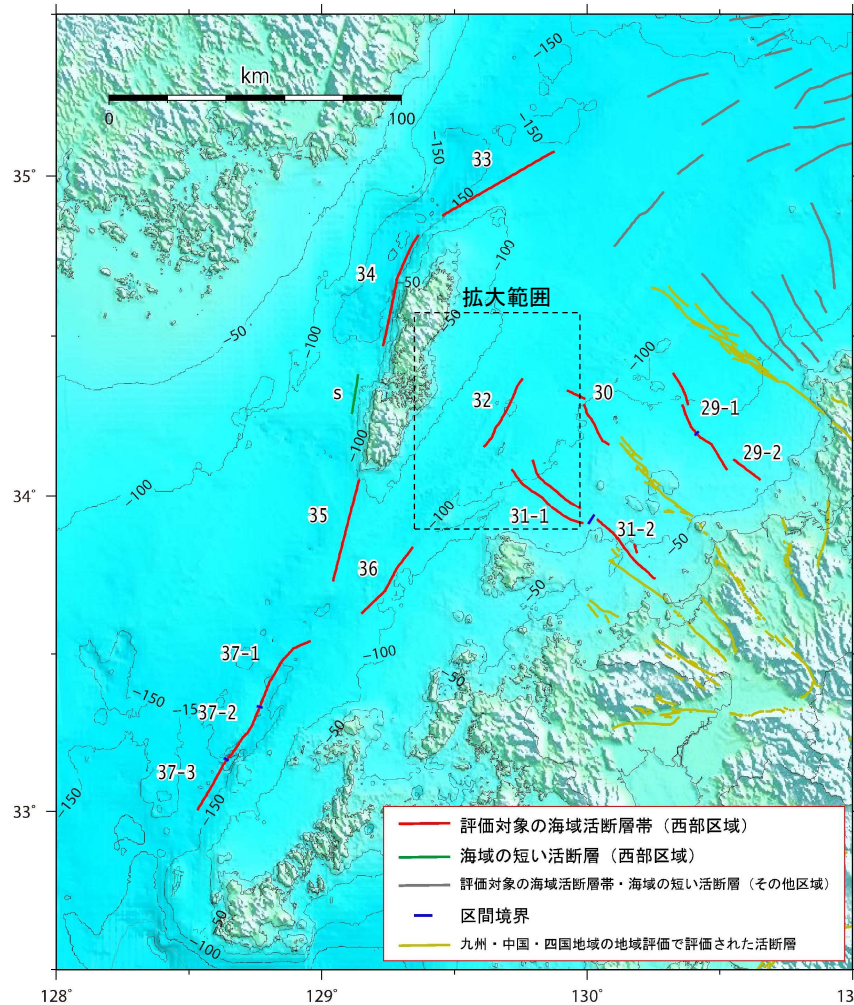
- 地震本部(2022)では、長さ27kmの断層として評価している。
- 既許可評価では、地震本部(2022)とほぼ同位置に、厳原東方沖断層群(約26km)を認定している。
- 地震本部(2022)と既許可評価では、断層長さに差異が認められることから、それぞれの評価内容を確認し、既許可評価への影響について確認する。



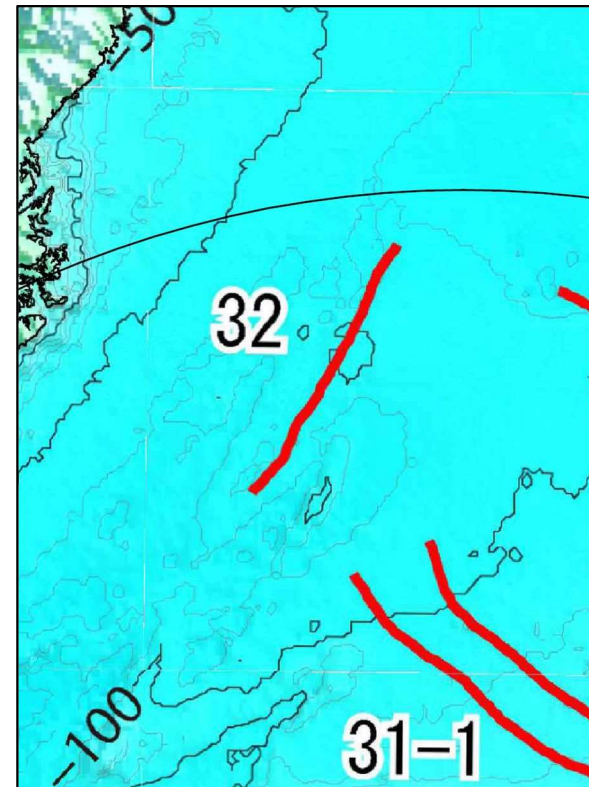
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（対馬東水道断層：地震本部（2022））

- 地震本部(2022)では、長さ27kmの右横ずれ断層で南東側隆起の縦ずれ変位を持つとして評価している。
- 地震本部(2022)が用いた主な反射法地震探査測線(P6)を踏まえると、地震本部(2022)は主に地質調査所の音波探査記録を基に評価していると推定される。



断層長 (km)	断層の走向	種類	傾斜方向
27	N27° E	右横ずれ	東南東傾斜中角



地震本部(2022)に一部加筆

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（対馬東水道断層：既許可評価）

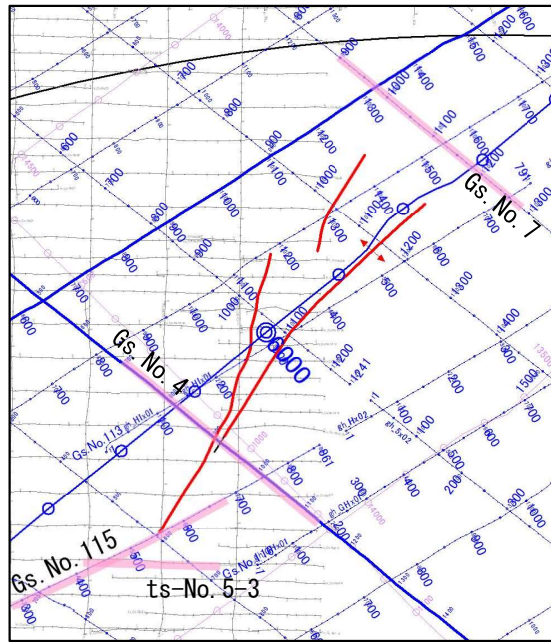
- 既許可評価では、地震本部(2022)とほぼ同位置に、西落ちの巖原東方沖断層群(約26km)を認定している。
- 当社は、地震本部(2022)が使用した地質調査所の音波探査記録に加え、海上保安庁及び石油公団の音波探査記録をもとに断層評価を実施している。
- 当該断層付近において、既許可評価以降、日本海地震・津波調査プロジェクトが反射法地震探査を実施し、当社とほぼ同じ位置に断層を認定している。

[既許可評価の詳細(次頁参照)]

- ・ 当社は、巖原東方沖断層群の北端について、地質調査所の測線(Gs. No. 7)における当該断層の延長部に変位・変形が認められないことから、これを止めの測線としている。
- ・ 南端については、地質調査所の測線(Gs. No. 115)における当該断層の延長部に変位・変形が認められないことから、これを止めの測線としている。また、さらに南側にある海上保安庁の測線(ts-No. 5-3)においても、当該断層の延長部に変位・変形が認められないことを確認している。

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認 (対馬東水道断層：既許可評価)

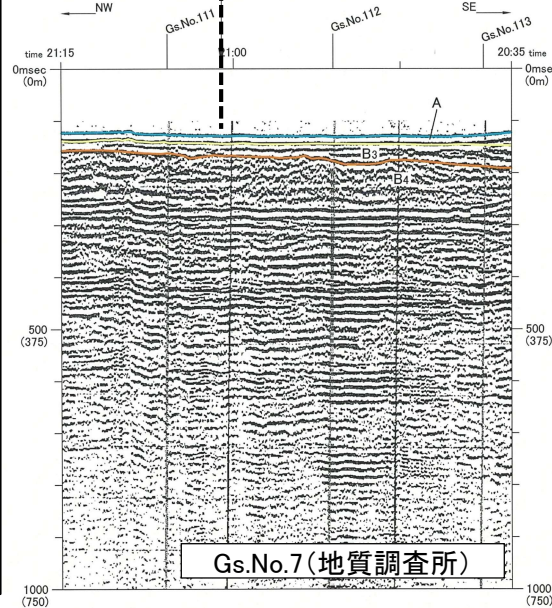


- 地質調査所による音波探査測線
(現 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)
- 海上保安庁による音波探査測線
- 石油公団による調査測線
- 日本海地震・津波調査プロジェクトの調査測線

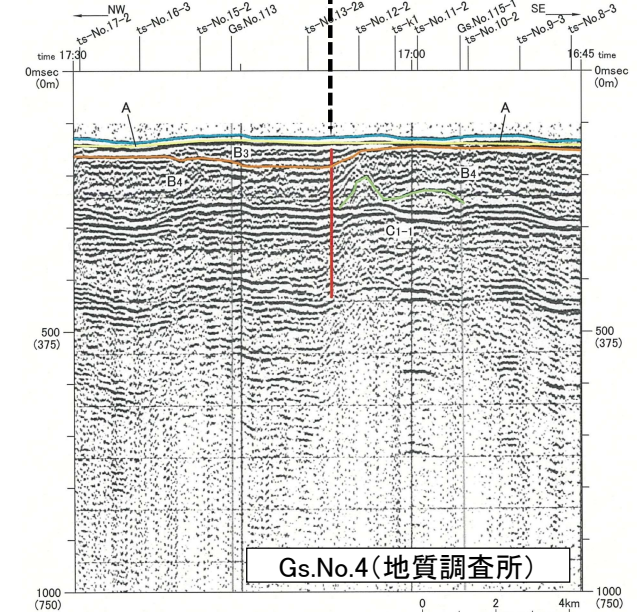
- 連続性のある断層
- ↕ 背斜
- 断面位置

地質層序		
地質時代	地層名	
第四紀	完新世	A層
	後期	B1層
		B2層
		B3層
中期	B4-1層	
前期	B4-2層	
	B4-3層	
	V1層	
更新世	後期	C1-1層
	前期	V2層
	後期	C1-2層
	中期	C1層
鮮新世	後期	C3層
	前期	
	中期	
中新世	漸新世	
	始新世	
	暁新世	
古第三紀	中・古生代	G層

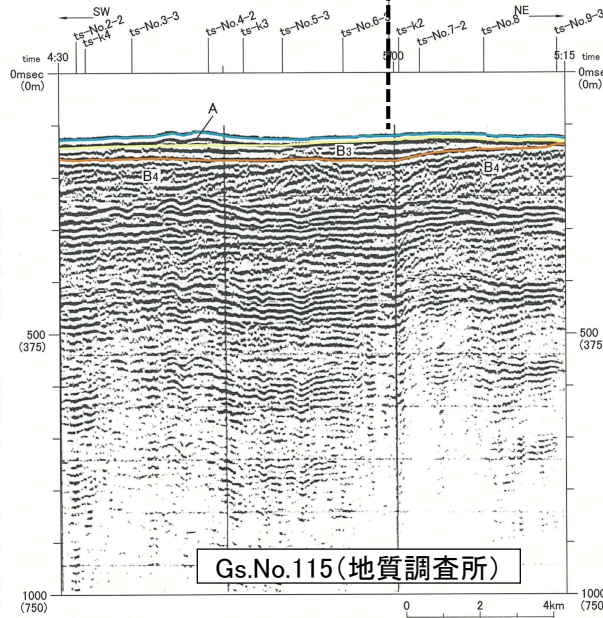
厳原東方沖断層群延長部(北側)



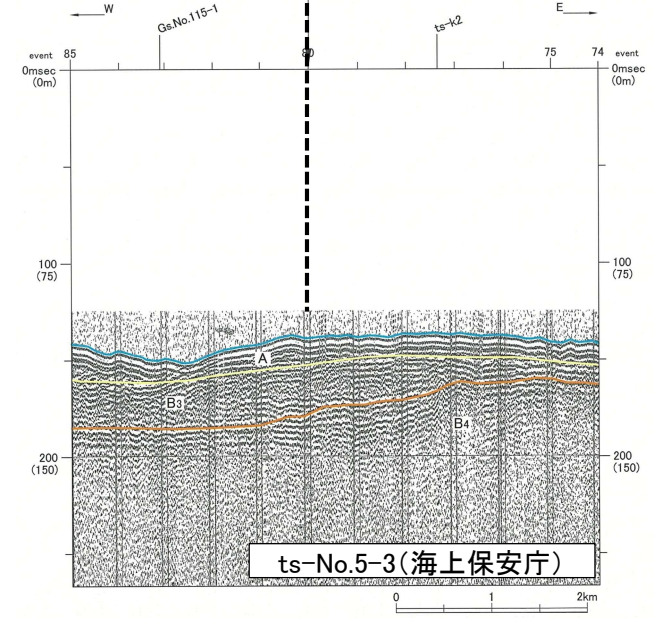
厳原東方沖断層群



厳原東方沖断層群延長部(南側)



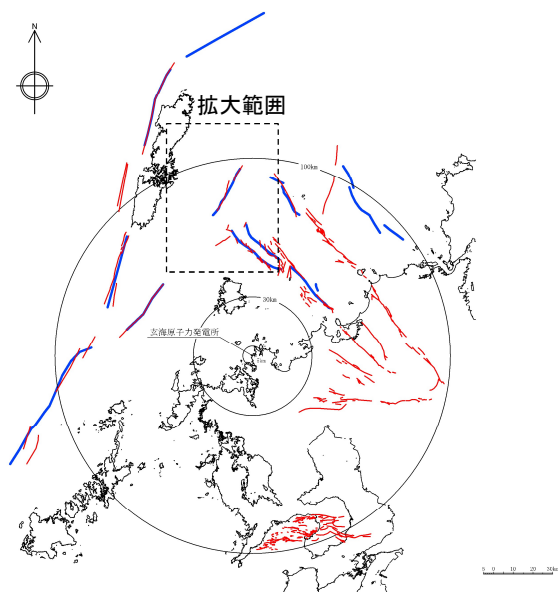
厳原東方沖断層群延長部(南側)



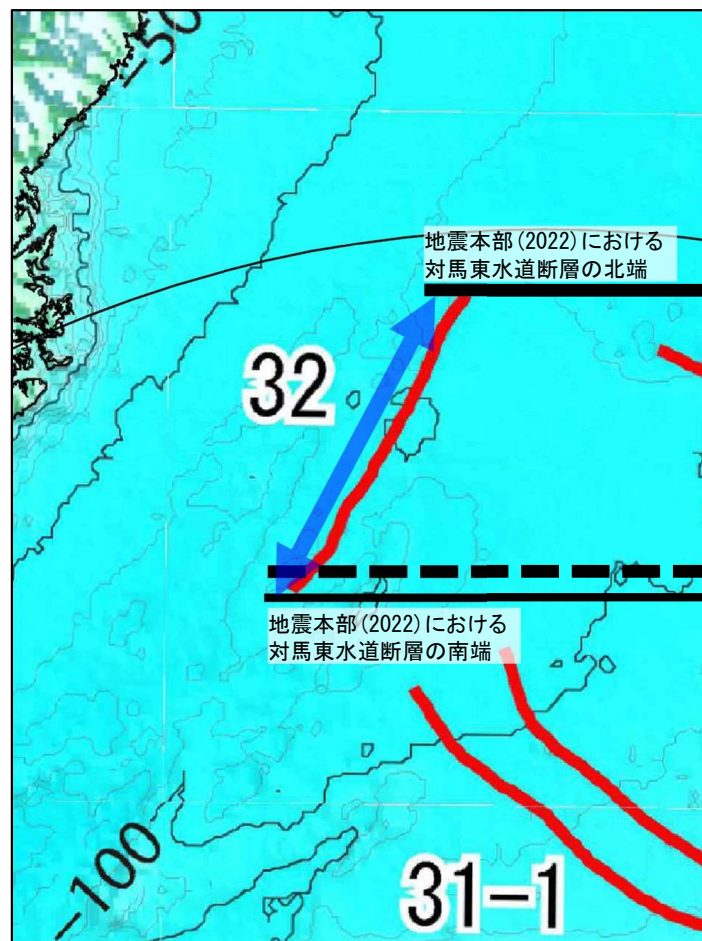
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（対馬東水道断層：既許可評価の影響確認）

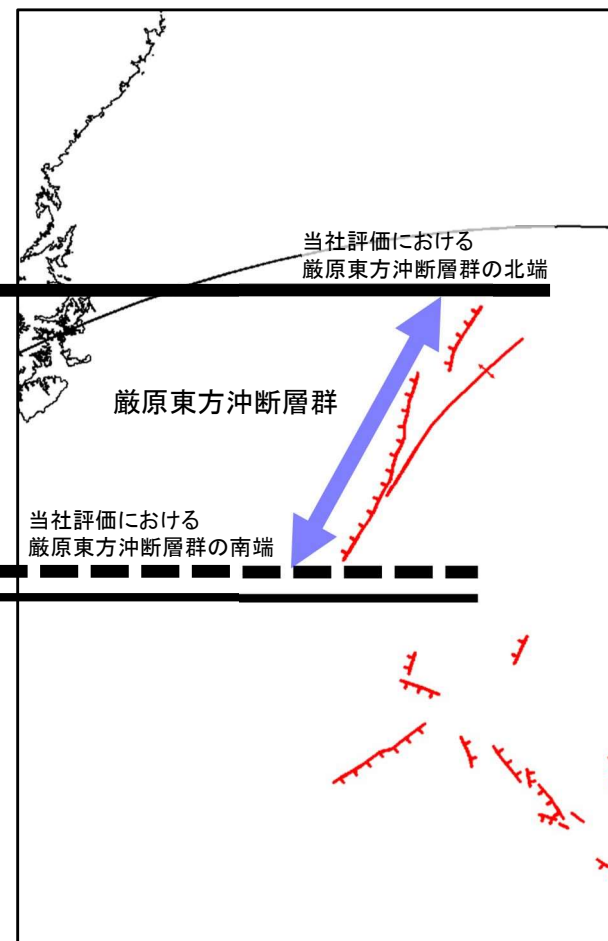
- 地震本部(2022)と既許可評価では、断層長さ(南端の位置)に差異が認められるが、その違いについては、使用した音波探査記録の情報量の違いによるものと考えられる。
- 当社は、より多くの情報に基づき断層評価を実施していることから、当社評価の見直しは不要と判断した。



敷地周辺の主な活断層分布



地震本部(2022)に一部加筆



当社評価

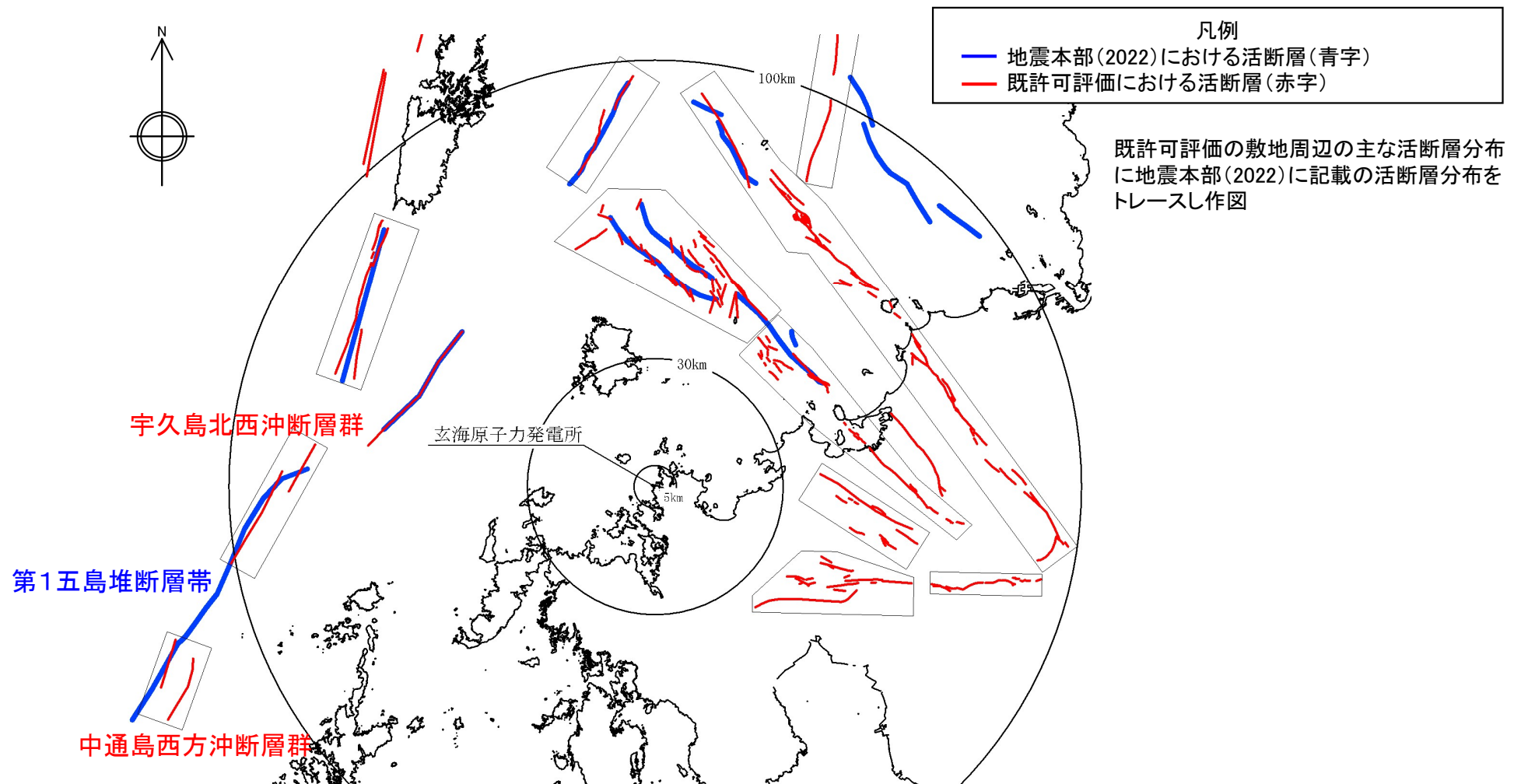
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯）

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯の概要）

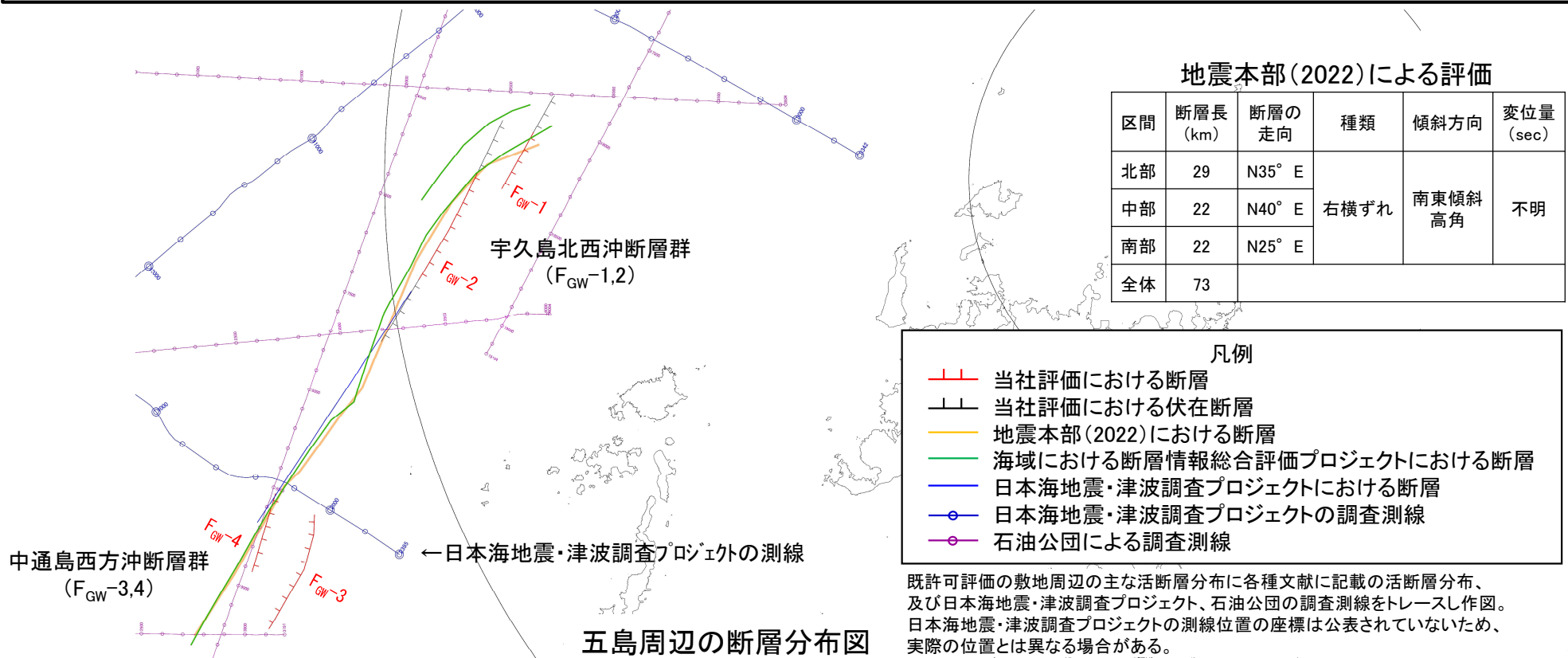
- 地震本部(2022)では、長さ約73kmの断層を第1五島堆断層帯としている。
- 既許可評価では、第1五島堆断層帯の北側の位置に宇久島北西沖断層群(約34km)として、東落ちの F_{GW-1} 及び F_{GW-2} 断層を、第1五島堆断層帯の南側に中通島西方沖断層群(約19km)として、西落ちの F_{GW-3} 及び東落ちの F_{GW-4} 断層を評価している。
- 地震本部(2022)と既許可評価では、断層長さに差異が認められることから、それぞれの評価内容を確認し、既許可評価への影響について確認する。



3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：地震本部（2022））

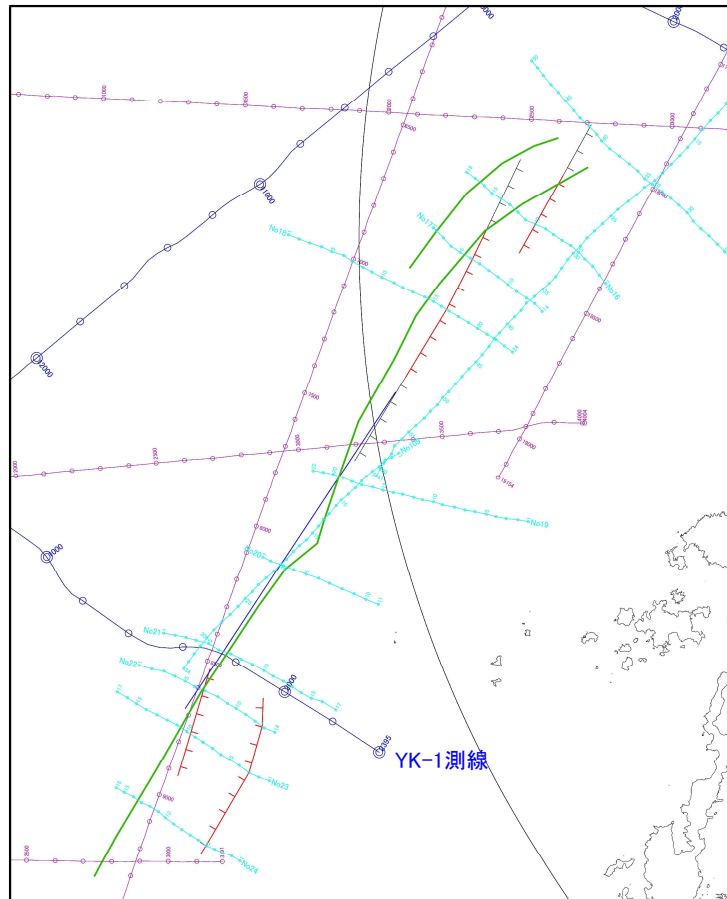
- 地震本部(2022)は、対馬の南方65km程度沖合に分布する北東－南西走向の長さ約73kmの右横ずれ、南東傾斜高角の断層を認定している。
- ただし、認定にあたっては、「断層周辺は評価に用いた主な探査測線(P6)の外側にあるため、断層端点位置の信頼度、それに基づく断層長さの信頼度を判定できない。九州電力株式会社(九州電力株式会社, 2013)や、海域における断層情報総合評価プロジェクト(文部科学省研究開発局・海洋研究開発機構 2020)、日本海地震・津波調査プロジェクト(文部科学省研究開発局・東京大学, 2017)によって活断層が認定されているが、それぞれ断層の認定範囲が一致しない。本評価では、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。」と記載されている。(各プロジェクトの活断層認定については、次頁に整理)
- 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」、「日本海地震・津波調査プロジェクト」と「地震本部(2022)」を比較した結果、断層情報総合評価プロジェクトが地震本部の断層トレースと最も類似している。
- また、日本海地震・津波調査プロジェクトでは、中通島西方沖断層群(F_{GW-4})の北端付近において、既許可評価以降に調査が実施されている。



3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：地震本部（2022））

- 海域における断層情報総合評価プロジェクト(2020)は、石油公団の音波探査記録をもとに断層を認定し、その連続性は海底地形より判断したものと推定される。
- 日本海地震・津波調査プロジェクトは、既許可降に同プロジェクトが実施した音波探査記録(YK-1測線)をもとに断層を認定し、断層モデルの長さについては海底地形に基づき設定している。
- 九州電力(2013)は、石油公団の音波探査記録に加え、独自に取得した音波探査記録(水色の測線)を基に、断層の認定及びその連続性を検討している。



	使用した音波探査記録
海域における断層総合評価プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・石油公団の測線 ※当該断層を含む南西諸島北部エリアについては、「反射法データは測線密度が粗く、隣り合う測線でも連続した地質構造であるかどうか判断するのは困難であり、反射記録断面で特定できた断層について、<u>海底地形図を用いて、反射記録断面で特定できた断層の空間的連続性を判断した</u>」と記載あり
日本海地震・津波調査プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・同左プロジェクト実施の音波探査記録(YK-1測線) ※断層長さは海底地形図を基に設定
九州電力（2013）	<ul style="list-style-type: none"> ・石油公団の測線 ・九州電力独自の音波探査測線

	当社評価における断層
	当社評価における伏在断層
	海域における断層情報総合評価プロジェクトにおける断層
	日本海地震・津波調査プロジェクトにおける断層
	日本海地震・津波調査プロジェクトの調査測線
	石油公団による調査測線
	九州電力による調査測線

既許可評価の敷地周辺の主な活断層分布に各種文献に記載の活断層分布、及び日本海地震・津波調査プロジェクト、石油公団の調査測線をトレースし作図。日本海地震・津波調査プロジェクト)の測線位置の座標は公表されていないため、実際の位置とは異なる場合がある。

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：既許可評価）

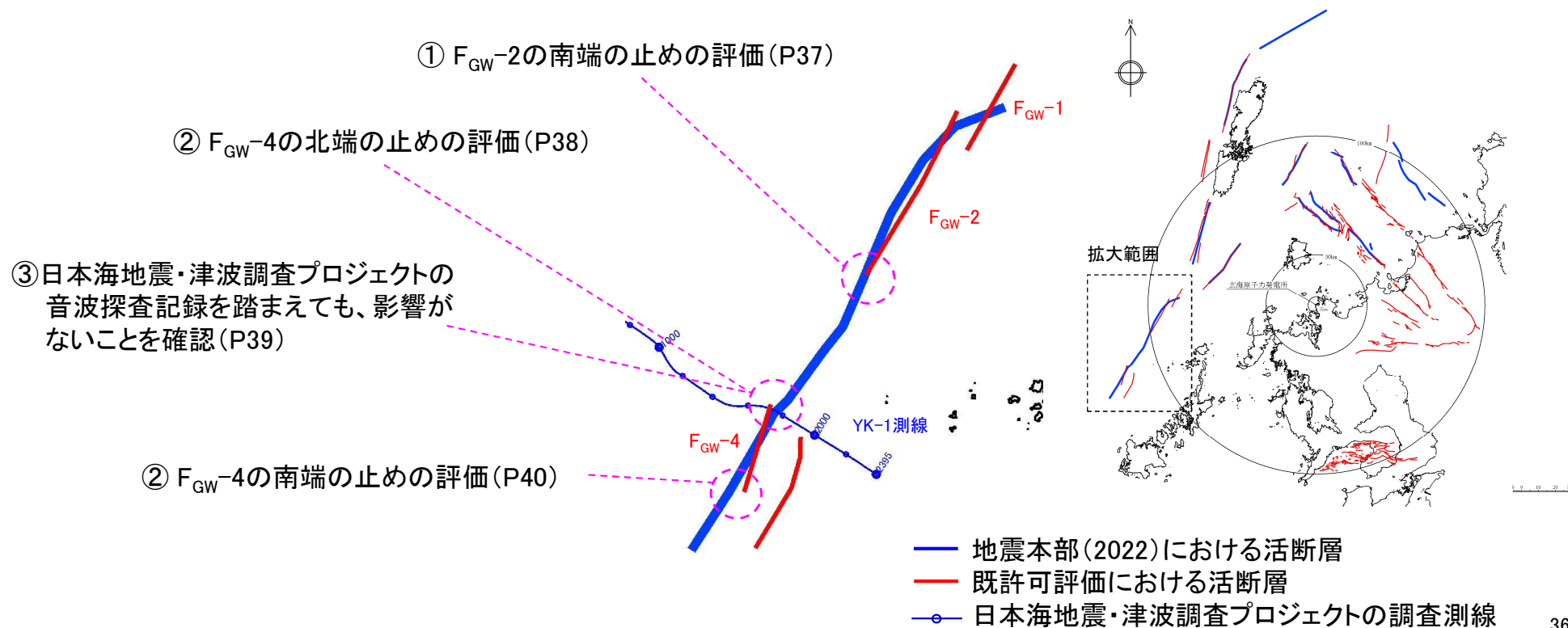
■ 地震本部(2022)は、長さ73kmの断層帯として評価している。一方、既許可評価では、第1五島堆断層帯の北側に東落ちの F_{GW-1} 及び F_{GW-2} を、南側に東落ちの F_{GW-4} を認定している。

→断層長さに差異が認められるため、以下について説明

- ① F_{GW-2} の南端の止めの評価(P37)
- ② F_{GW-4} の北端及び南端の止めの評価(P38,40)

■ また、 F_{GW-4} の北端付近では、日本海地震・津波調査プロジェクトによる音波探査記録(YK-1測線)が既許可以降に公表されている。

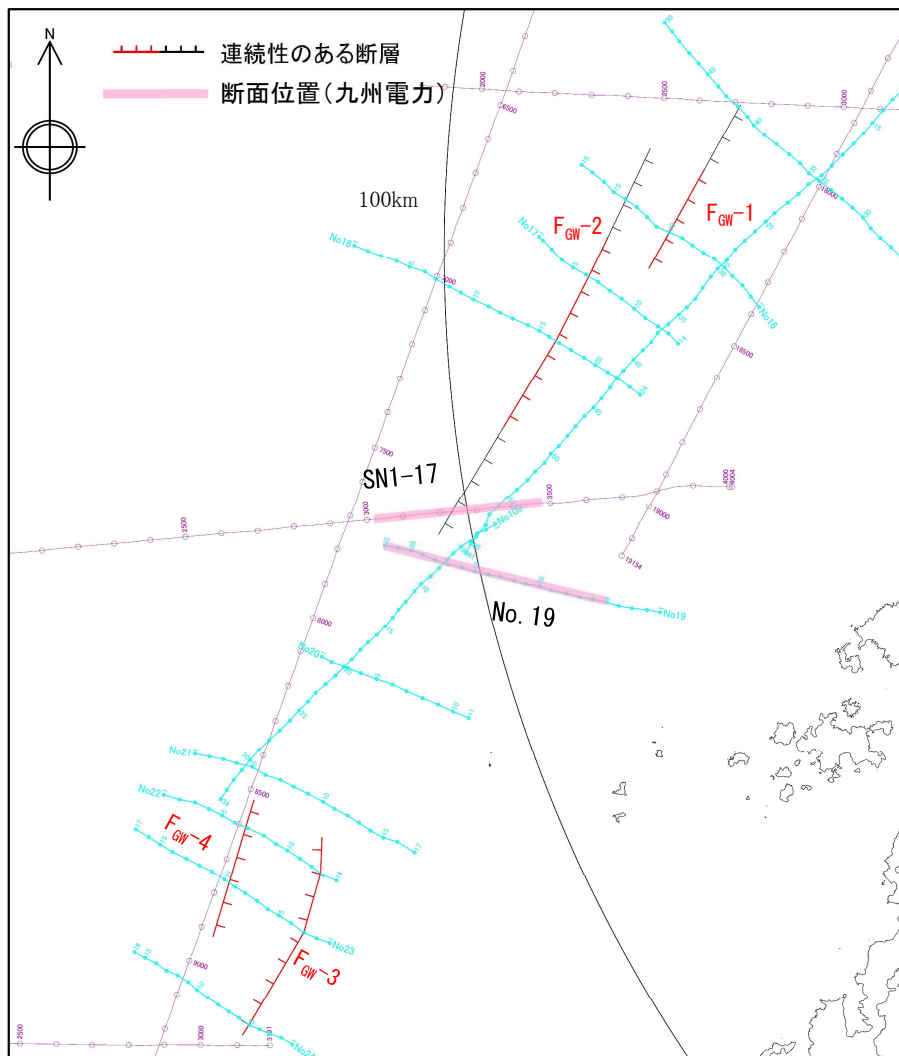
→③当該プロジェクトの音波探査記録を踏まえても既許可評価に影響がないことを確認(P39)



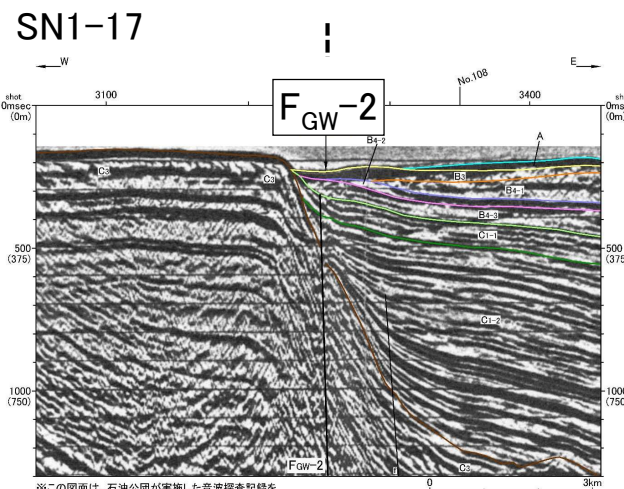
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認 (第1五島堆断層帯：既許可評価 F_{GW}-2断層の南端)

- 当社は、当社及び他機関の音波探査記録をもとに断層評価を実施している。
- F_{GW}-2の南端について、石油公団の測線(SN1-17)ではB4-3層より上位は変形構造がないことから伏在断層としており、その延長先の当社測線(No.19)では当該断層は認定していない。
- また、この評価範囲周辺において、既許可以降、他機関も含め新たな音波探査記録はない。



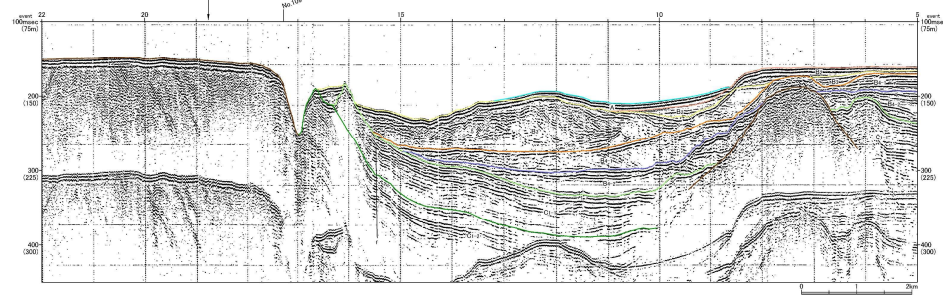
断層の概略位置図



※この図面は、石油公団が実施した音波探査記録を九州電力が独自に編集・解析したものである。

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	漸新世	B4-1層	
		B4-2層	
	中新世	B4-3層	
		C1-1層	
古第三紀	漸新世	B4-3層	
		C1-2層	
	始新世	C3層	
		中・古生代	G層

No.19 F_{GW}-2の断層延長部(南側)

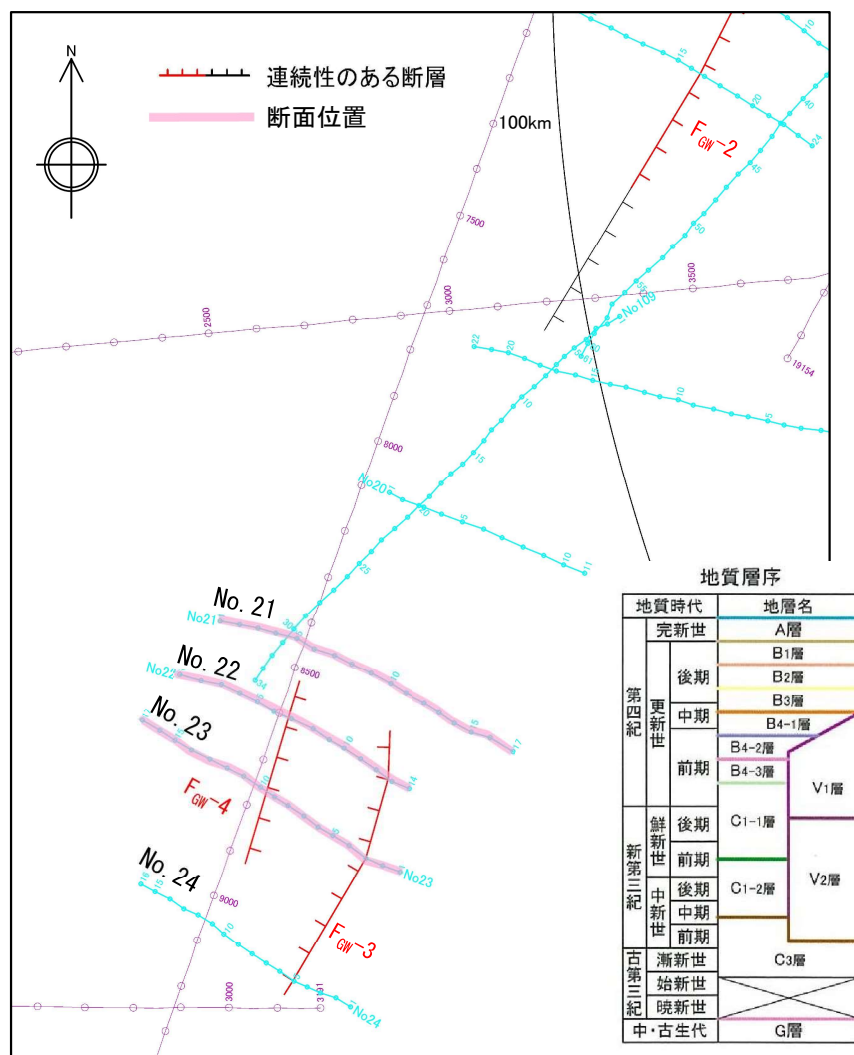


SN1-17測線及びNo.19測線の海上音波探査記録は、第63回審査会合 机上配布資料 (対馬周辺海域における海上音波探査結果【記録集】) から抜粋

3. 海域活断層評価について

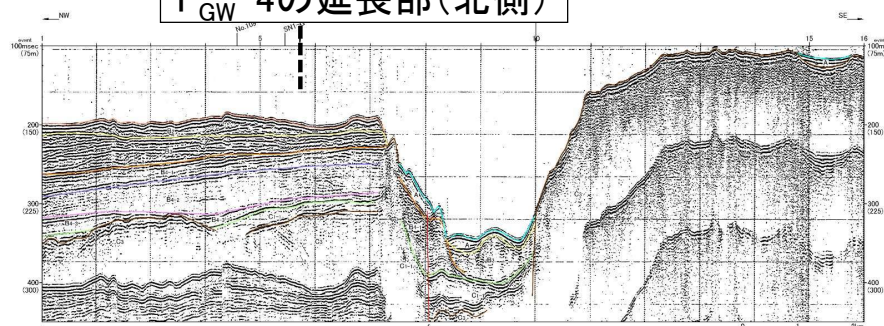
③ 抽出した断層の詳細確認 (第1五島堆断層帯：既許可評価 F_{GW}-4断層の北端)

- 当社測線(No.23)では、B₃層にまで及ぶ東落ちの変位が認められ、北側の測線(No.22)にも類似の変位が認められることから、これらを北北東-南南西走向の活断層(F_{GW}-4断層)と認定している。
- F_{GW}-4断層の北端については、当社測線(No.21)における当該断層の延長部に変位・変形が認められないことから、これを止めの測線としている。

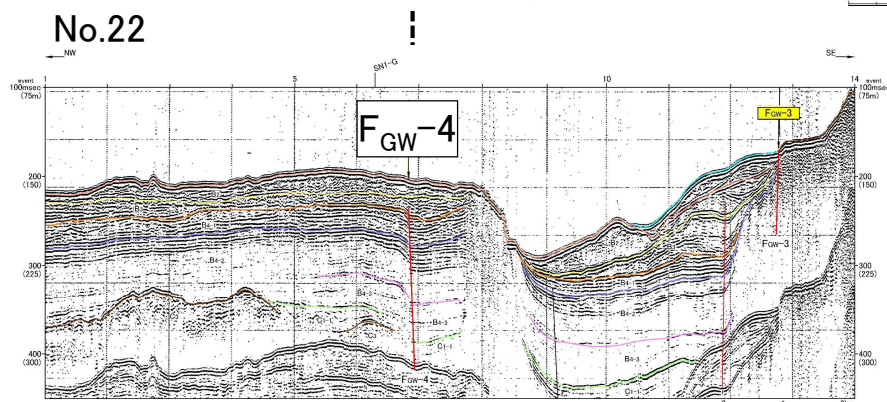


断層分布図

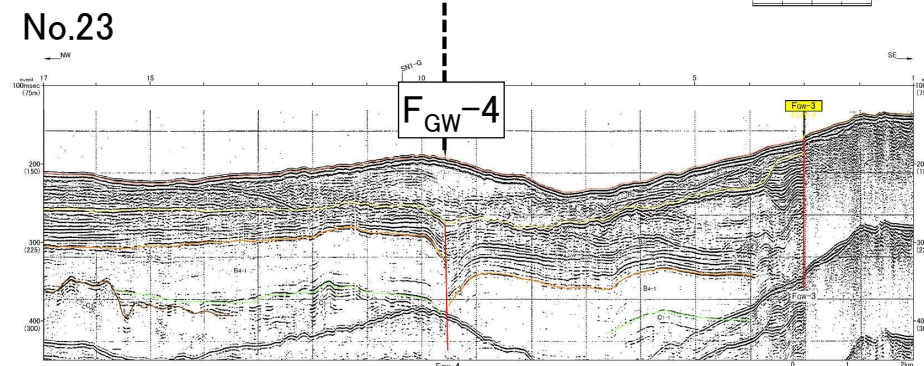
No.21 F_{GW}-4の延長部(北側)



No.22



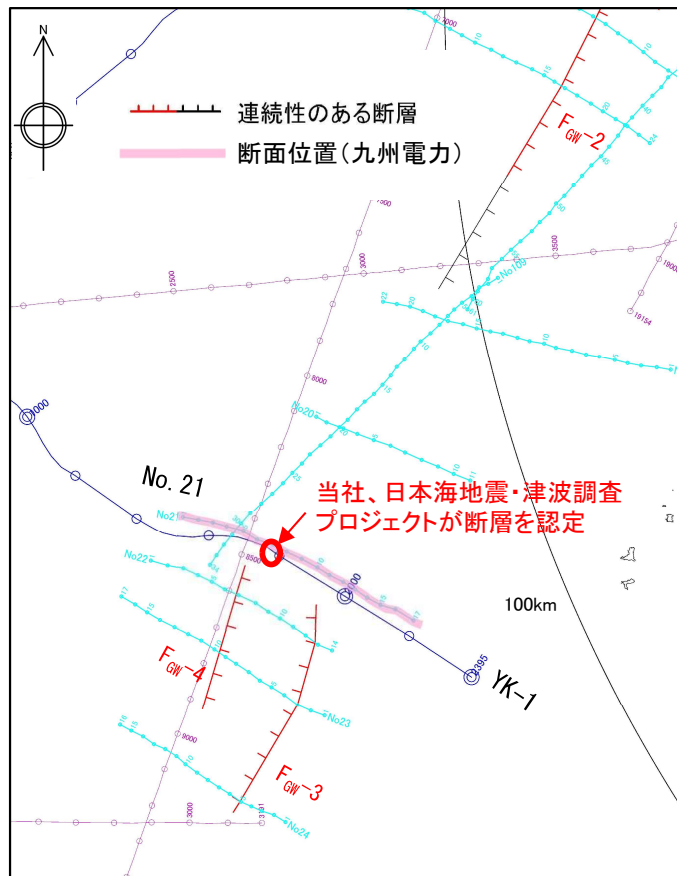
No.23



3. 海域活断層評価について

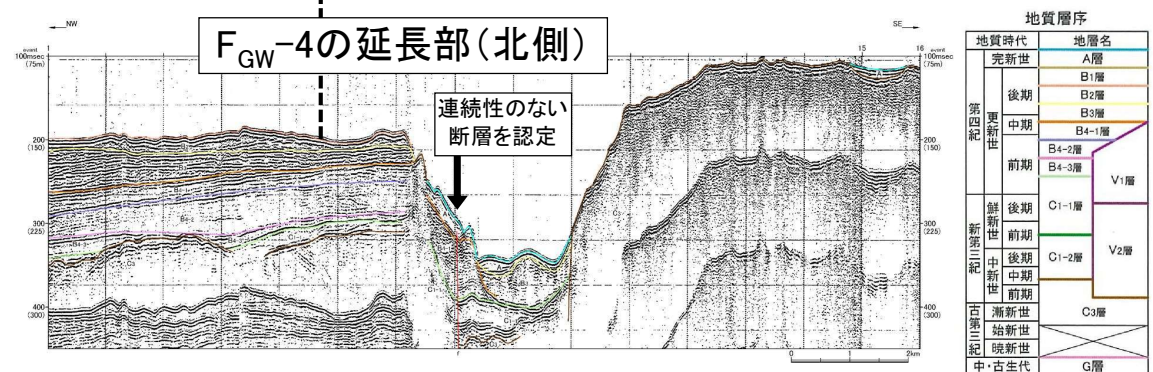
③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：既許可以降に公表された知見の確認）

- F_{GW} -4断層の北端の止めの根拠としている測線(No.21)付近において、既許可評価以降、日本海地震・津波調査プロジェクトが反射法地震探査を実施し、断層を認定している。
- 当社は、既許可評価時に測線(No.21)において、日本海地震・津波調査プロジェクトとほぼ同じ位置に断層を認定しているが、当該断層は、 F_{GW} -4断層の北端の延長線上にないことから別の断層と評価している。
- したがって、日本海地震・津波調査プロジェクトの知見を踏まえても、当社の測線(No.21)を F_{GW} -4断層の止めの根拠とする既許可評価に影響はない。

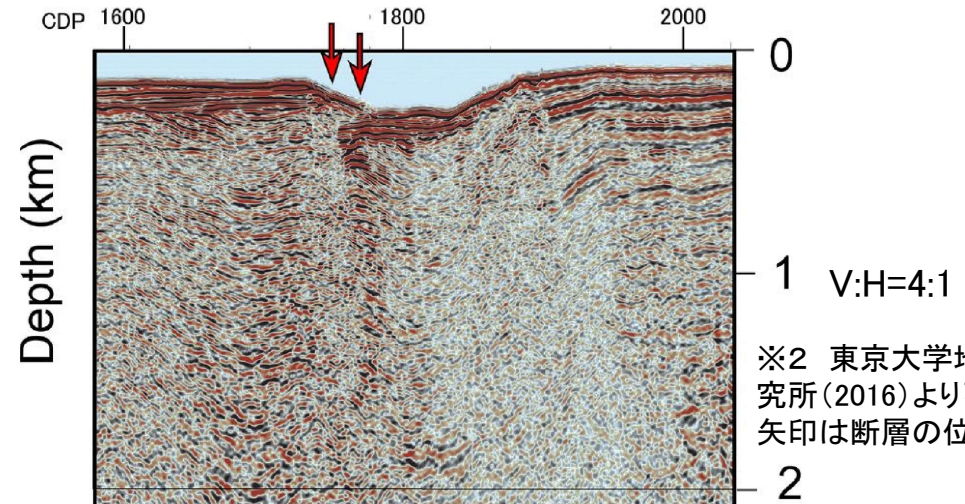


断層分布図※1

No.21(九州電力)



YK-1(日本海地震・津波調査プロジェクト)

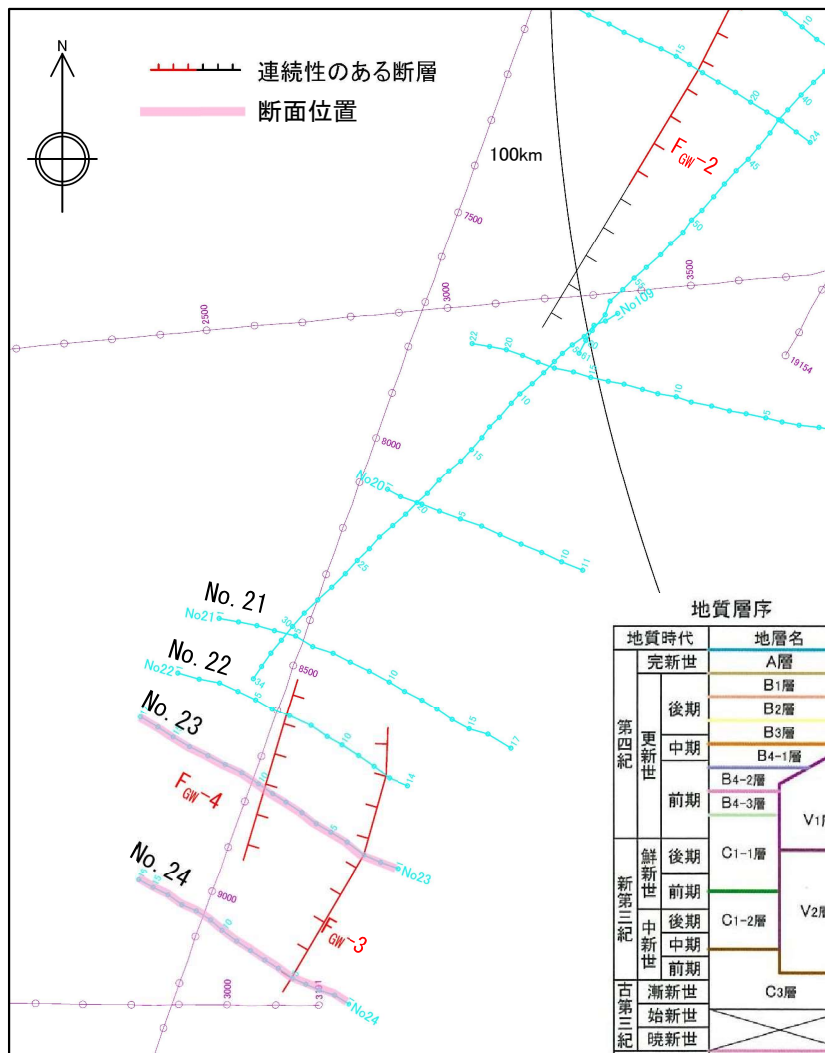


※1 既許可の断層分布図に地震本部(2022)(日本海地震・津波調査プロジェクト)の測線位置をトレースし作図。測線位置の座標は公表されていないため、実際の位置とは異なる場合がある。

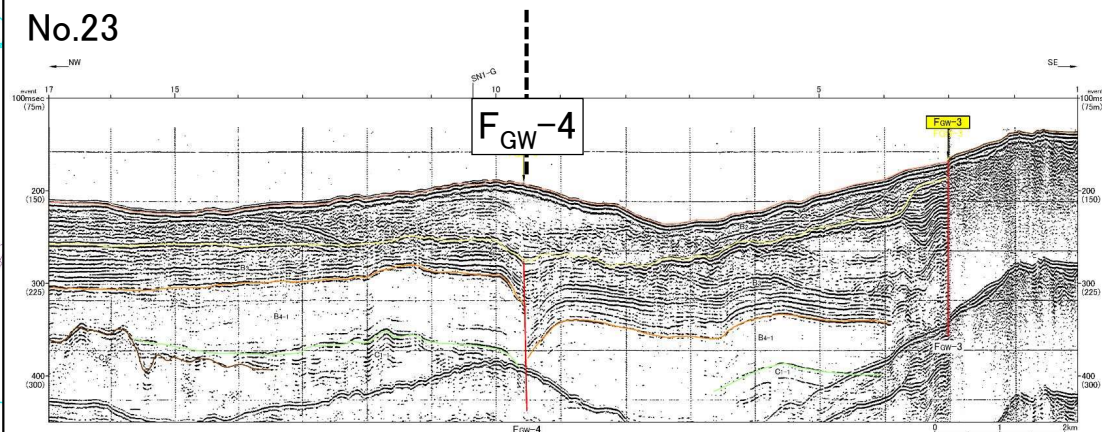
3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認 (第1五島堆断層帯：既許可評価 F_{GW}-4断層の南端)

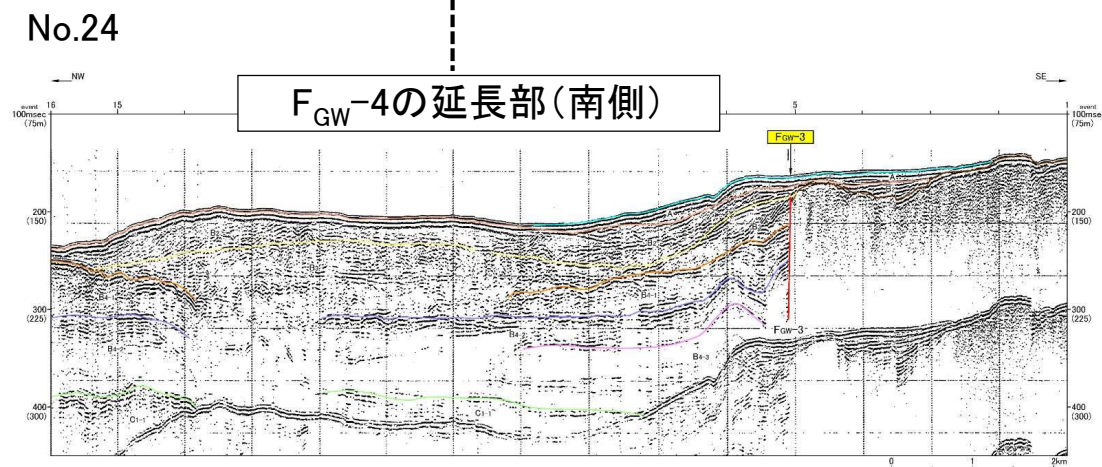
- F_{GW}-4断層の南端については、当社測線(No.24)における当該断層の延長部に変位・変形が認められないことから、これを止めの測線としている。
- また、当社測線(No. 24)より南側において、既許可以降、他機関も含め新たな音波探査記録はない。



No.23



No.24



3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：既許可評価への影響確認）

■ 地震本部と差異があった断層端部の評価については、以下のとおり、当社独自の調査測線にて確認している。

【①F_{GW}-2の南端】

既許可評価におけるF_{GW}-2の南側は、その延長部の自社測線(No.19)にて断層が認められないことから、南側に断層が連続しないことを確認した。

【②F_{GW}-4の北端】

既許可評価におけるF_{GW}-4の北側は、その延長部の自社測線(No.21)にて断層が認められないことから、北側に断層が連続しないことを確認した。

【②F_{GW}-4の南端】

既許可評価におけるFGW-4の南側は、その延長部の自社測線(No.24)にて断層が認められないことから、南側に断層が連続しないことを確認した。

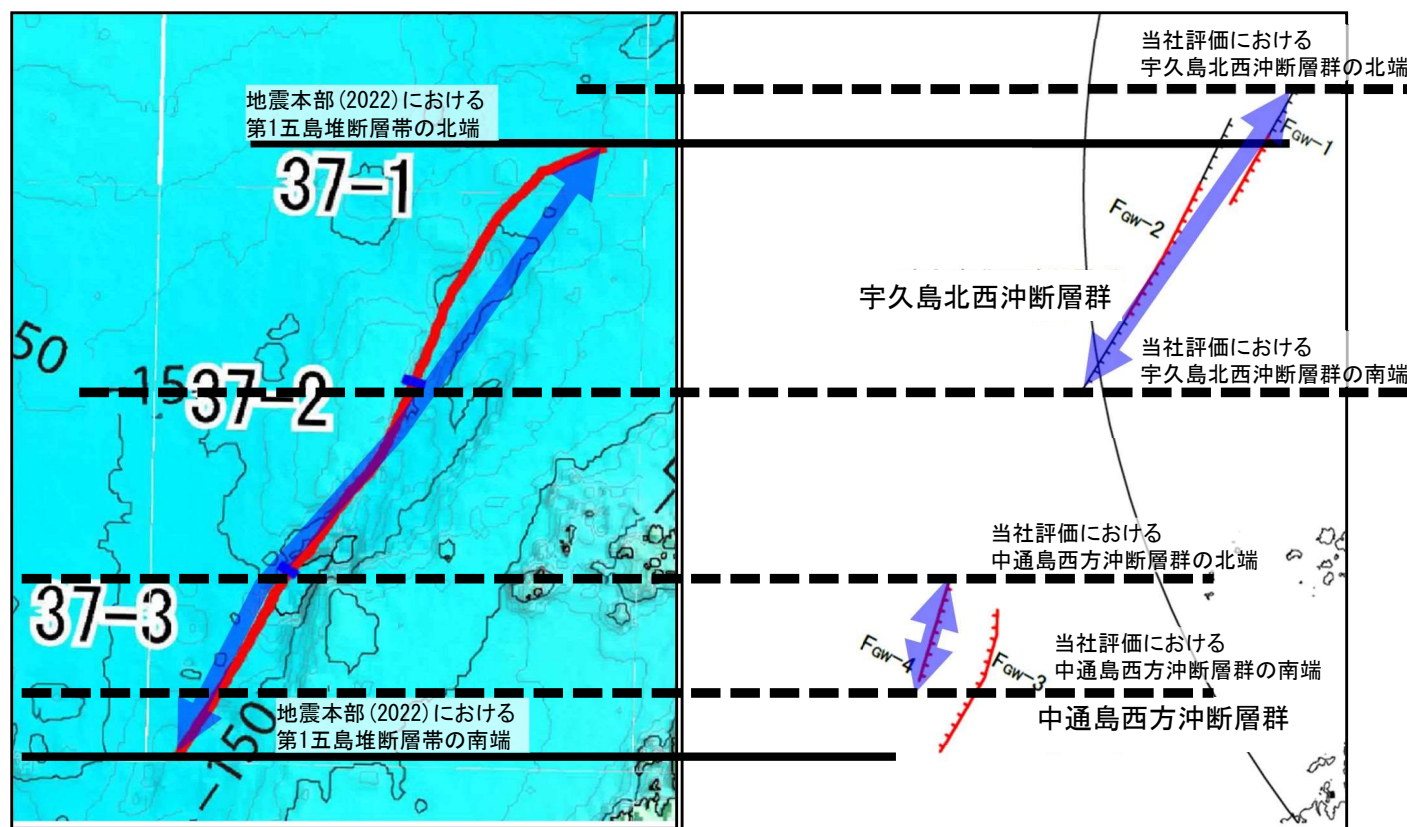
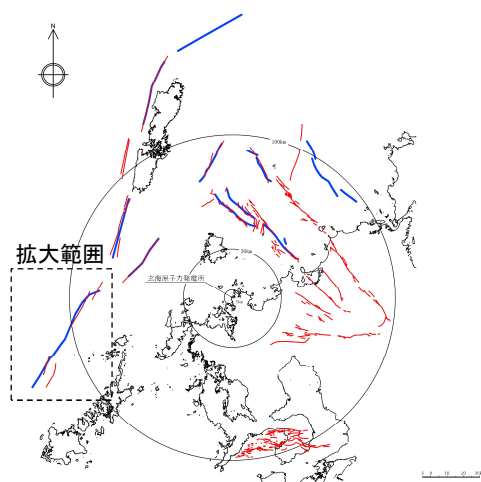
【③日本海地震・津波調査プロジェクトの音波探査記録を踏まえても、影響がないことの確認】

また、日本海地震・津波調査プロジェクトが既許可以降公表した音波探査記録を踏まえても、当社測線(No.21)がF_{GW}-4断層の止めの根拠とする既許可評価に影響はないことを確認した。

3. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認（第1五島堆断層帯：既許可評価への影響確認）

- 地震本部(2022)と既許可評価では、断層長さに差異が認められるが、その違いについては、使用した音波探査記録の情報量の違いによるものと考えられる。
- 当社は、他機関及び当社の音波探査記録をもとに測線間隔を密にした上で断層及びその連続性を評価していること、地震本部と差異があった断層の端部については当社独自の調査測線にて確認できていることから、当社評価の見直しは不要と判断した。



地震本部(2022)に一部加筆

当社評価

4. まとめ

4. まとめ

- 地震本部が公表した、「日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)」について、既許可時の評価フローに沿って、玄海原子力発電所の既許可評価への影響確認を実施した。

[海域活断層評価への影響]

- ・当社の海域活断層評価について、断層長さ等に着目し比較を行った結果、地震本部で示された小呂島近海断層帯、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抽出した。
- ・この3断層について、既許可評価では、既往の公的機関の測線に加え、当社独自の音波探査記録等に基づき詳細な検討を実施していることから、既許可評価を見直す必要はないと判断した。

[地震動評価・津波評価への影響]

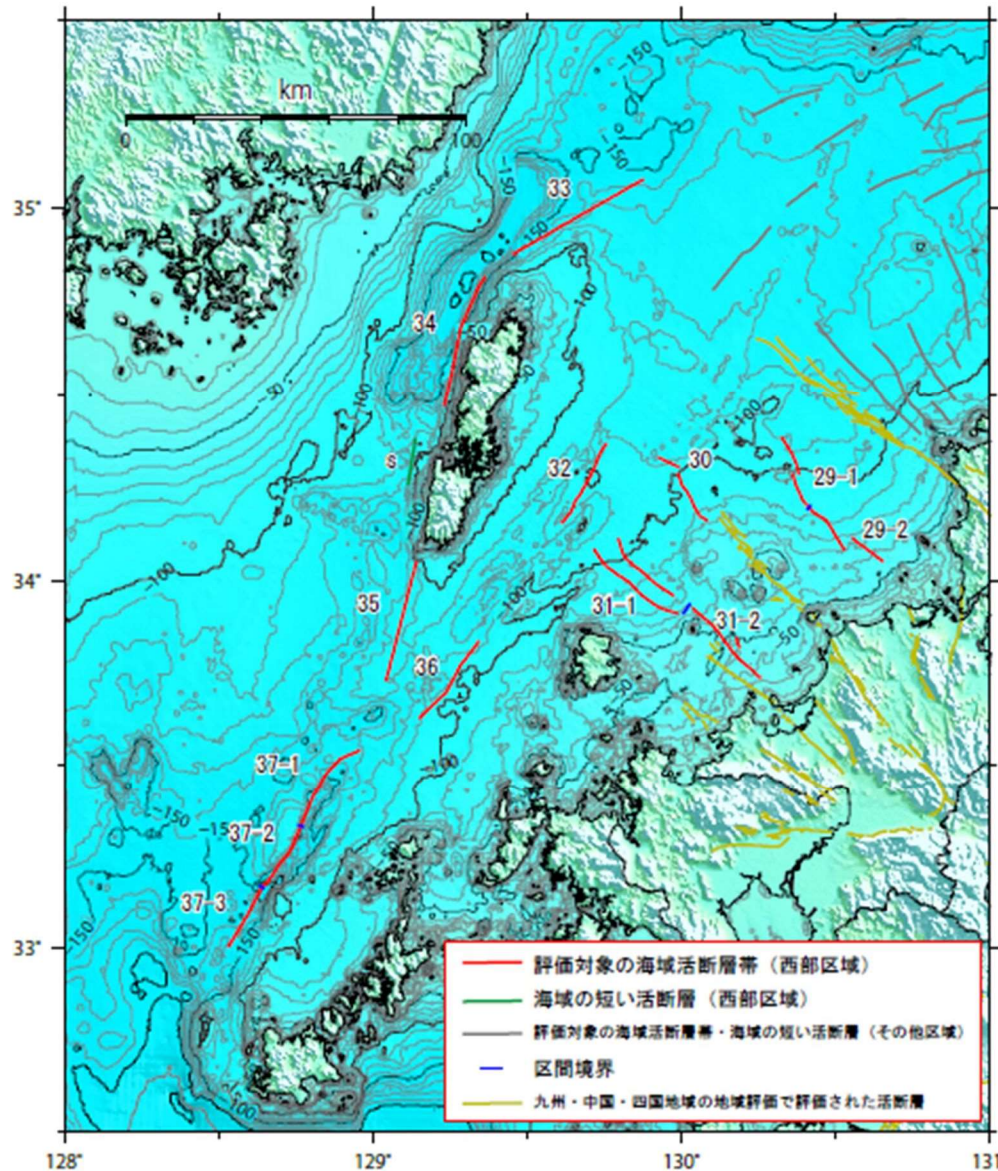
- ・海域活断層評価を見直す必要はないとしたため、基準地震動及び基準津波への影響はないと判断した。
- ・確率論的地震ハザード評価及び確率論的津波ハザード評価については、海域活断層評価を見直す必要はないとしたこと、及び地震本部(2022)で示された西部区域における海域活断層の活動度(B~C級)と既許可評価における活動度(地震ハザード;B級、津波ハザード;A級の下限~C級の上限)はおおむね同等であることから、影響はないと判断した。

- 以上を踏まえ、今回、地震本部が公表した「日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)」に対する玄海原子力発電所の既許可評価への影響はないことを確認した。

参考. 地震動評価及び津波評価への影響について

参考. 地震動評価及び津波評価への影響について

■ 地震本部(2022)で示された西部区域(九州北方沖・九州北西沖)のうち小呂島近海断層帯、対馬東水道断層及び第1五島堆断層帯を対象に、参考として既許可の地震動・津波評価への影響確認を実施した。



(西部区域)

29-1: 白島沖断層帯 (北部区間)
 29-2: 白島沖断層帯 (南部区間)
 30: 沖ノ島近海断層
 31-1: 小呂島近海断層帯 (北西沖区間)
 31-2: 小呂島近海断層帯 (東方沖区間)
 32: 対馬東水道断層
 33: 対馬北方沖断層

34: 対馬上県西方沖断層
 35: 対馬南方沖断層
 36: 七里ヶ曾根断層

37-1: 第1五島堆断層帯 (北部区間)
 37-2: 第1五島堆断層帯 (中部区間)
 37-3: 第1五島堆断層帯 (南部区間)

図28 西部区域に分布する評価対象の海域活断層帯
 地形は GEBCO Compilation Group (2020) による。

⇒ 小呂島近海断層帯、第1五島堆断層帯については、区間が分けられているが、影響確認に当たっては、全区間を1つの断層として確認

※地震本部(2022)に一部加筆

参考1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

参考1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

○ 地震動評価への影響確認方針

■ 地震本部(2022)で示された小呂島近海断層帯、対馬東水道断層及び第1五島堆断層帯について、参考として既許可時の内陸地殻内地震の評価フローに基づき、基準地震動への影響確認を実施した。

既許可時の内陸地殻内地震に伴う
地震動評価における評価フロー

基準地震動への影響確認方法

(1)地震の位置・規模の設定

・内陸地殻内地震については、当社調査結果、地震調査研究推進本部(2013a)等における評価に基づき、断層による地震の位置・規模を設定する。

・地震本部(2022)で示された断層のうち小呂島近海断層帯、対馬東水道断層及び第1五島堆断層帯による地震を、影響確認が必要な地震として設定する。

(2)敷地に大きな影響を与える地震の抽出

・M- Δ 図により、敷地に大きな影響を与える震度5弱程度以上と想定される断層による地震を抽出する。

・断層の長さや敷地からの距離に基づきM- Δ 図を作成し、敷地に大きな影響を与える震度5弱程度(震度V)以上と想定される断層による地震を抽出する。

(3)検討用地震の選定

・抽出した地震について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検討用地震として選定する。

・断層の長さや敷地からの距離によりNoda et al.(2002)による応答スペクトルを評価し、既許可時の竹木場断層及び城山南断層の2つの検討用地震で代表可能であることを確認する。

(4)詳細評価

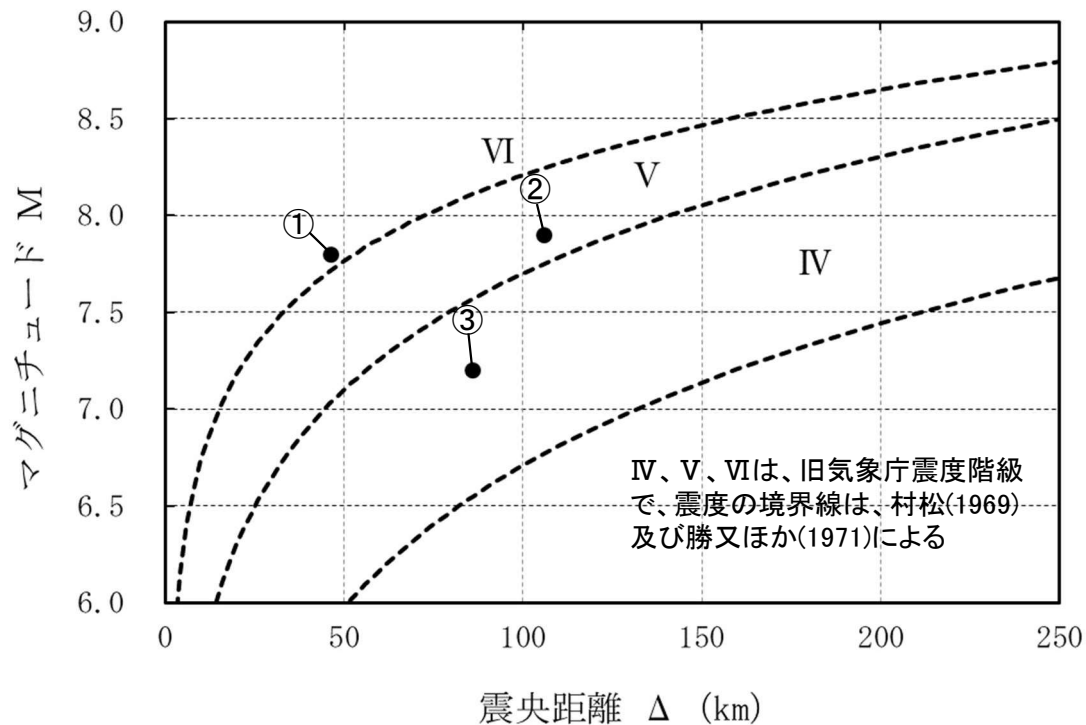
・検討用地震について、震源モデルを構築し、不確かさを考慮した詳細な地震動評価を行う。

・応答スペクトルの比較の結果、基準地震動への影響の判断ができない断層が認められた場合は、当該断層に対して基本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。

参考1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

○ M-Δ図による検討

- M-Δ図を作成し、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。
- その結果、①小呂島近海断層帯、②第1五島堆断層帯は、震度5弱(震度V)程度以上の揺れが想定されることから、敷地に与える影響が大きいと考えられる。



3断層のM-Δ図

3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	小呂島近海断層帯	62.8	7.8	46
②	第1五島堆断層帯	73.8	7.9	106
③	対馬東水道断層	27.1	7.2	84

※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

参考1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

○ 応答スペクトルの比較による検討

- 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、竹木場断層及び城山南断層を検討用地震として選定。
- 地震本部(2022)の3地震のうち、前頁のM-Δ図の結果により影響が大きいと判断した2地震(①小呂島近海断層帯、②第1五島堆断層帯)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)による応答スペクトルを比較し影響を確認。

検討用地震の選定結果

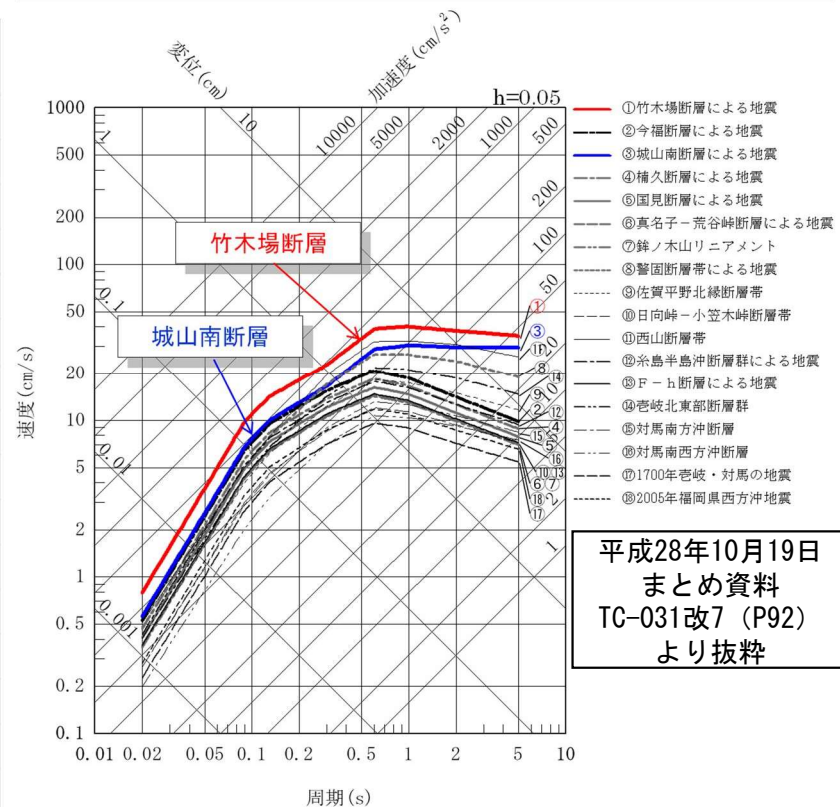
検討用地震選定のための地震の諸元

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)²⁸⁾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広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広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)⁶⁾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

参考 1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

○ 応答スペクトルの比較による検討

- ①小呂島近海断層帯のNoda et al.(2002)による応答スペクトルは、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層よりも小さく、検討用地震の選定に影響はない。

	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	小呂島近海断層帯	62.8	7.8	46	58.1

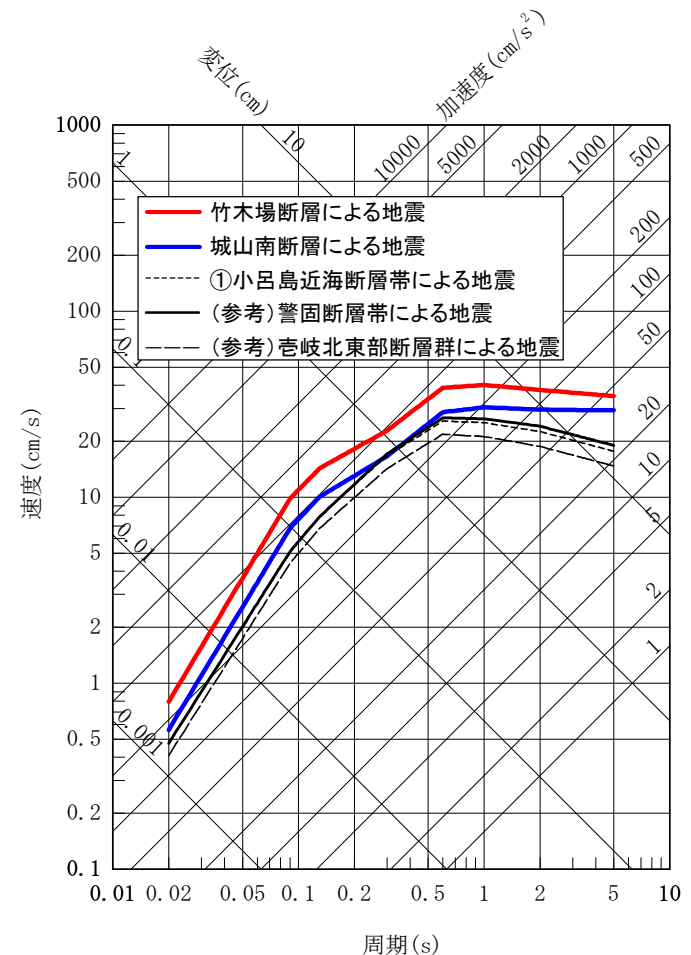
既許可評価における地震

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
参考 ※3	警固断層帯	65.3	7.9	50	63.2
	壱岐北東部断層群	50.8	7.7	51	60.5

※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

※3: 既許可評価で①小呂島近海断層帯と対応する警固断層帯及び壱岐北東部断層群も追記



Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較

参考1. 玄海原子力発電所の地震動評価への影響について

○ 応答スペクトルの比較による検討

■ ②第1五島堆断層帯のNoda et al.(2002)による応答スペクトルは、検討用地震である竹木場断層及び城山南断層よりも小さく、検討用地震の選定に影響はない。

	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード ※1	震央距離 (km)	Xeq ※2
②	第1五島堆断層帯	73.8	7.9	106	112.9

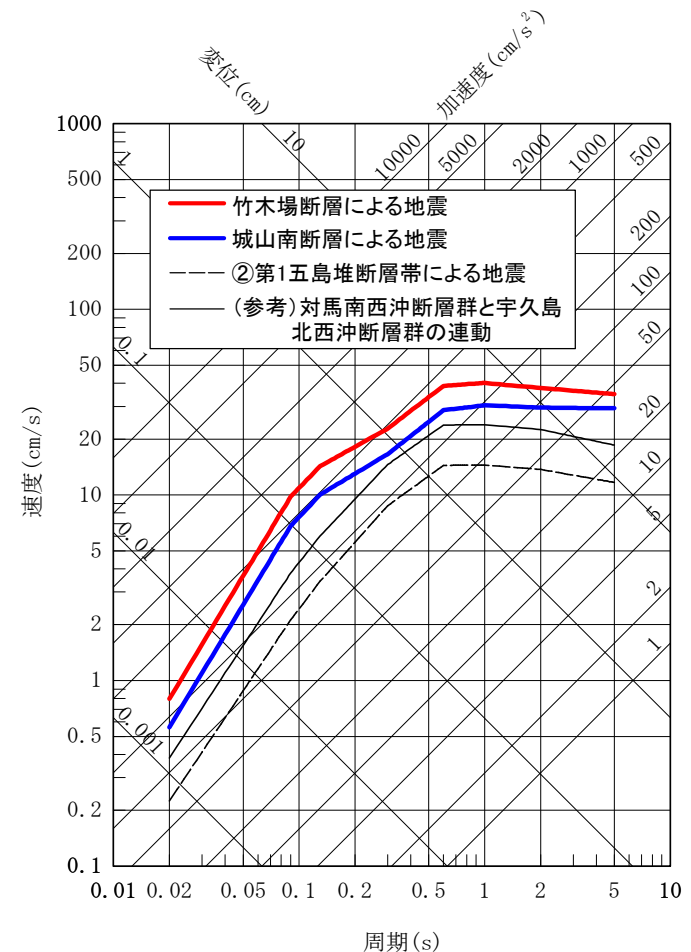
既許可評価における地震

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
参考 ※3	対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動	88.3	8.1	77	90.8

※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

※3: 既許可評価で②第1五島堆断層帯と一部が対応する対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動も追記



Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較

参考2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

参考2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

○ 津波評価への影響確認方針

- 地震本部(2022)で示された小呂島近海断層帯、対馬東水道断層及び第1五島堆断層帯について、参考として、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した。

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(2013b)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。

・地震本部(2022)で示された断層のうち、**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**を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。

・津波波源として設定した断層について、簡易予測式により算出した津波高と既許可評価における簡易予測式結果との比較を行い、**基準津波への影響を確認する。**

(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。

・簡易予測式結果の比較から、**基準津波への影響が判断できない波源が認められた場合は**、当該波源に対し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。

参考2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

○ 簡易予測式を用いた検討

- 既許可評価では、簡易予測式による津波高の検討から、発電所に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1.0m以上となる断層によ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。
- 地震本部(2022)で示された小呂島近海断層帯及び第1五島堆断層帯については、簡易予測式の結果、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、影響確認を行う。

簡易予測式による評価結果

: 数値シミュレーション対象断層

	断層名	断層長さ (km)	モーメント マグニチュード	津波の 伝播距離 (km)	推定 津波高 (m)
今回 (地震本部)	小呂島近海断層帯	62.8	7.4	46	2.6
	対馬東水道断層	27.1	6.9	84	0.5
	第1五島堆断層帯	73.8	7.5	106	1.4

(参考) 既許可評価	糸島半島沖断層群	21.2	6.7	26	0.8
	警固断層帯	65.4	7.3	44	2.0
	壱岐北東部断層群	50.8	7.3	51	1.7
	対馬南方沖断層	35.0	7.1	59	0.9
	西山断層帯	136.9	7.7	67	3.4
	対馬南西沖断層群と 宇久島北西沖断層群の連動	88.5	7.6	76	2.5
	巖原東方沖断層群	26.3	6.9	86	0.4
	沖ノ島東方沖断層	35.5	7.1	97	0.6

地震本部の小呂島近海断層帯
に対応

地震本部の第1五島堆断層帯
に一部が対応

地震本部の対馬東水道に対応

参考2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

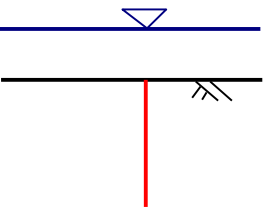
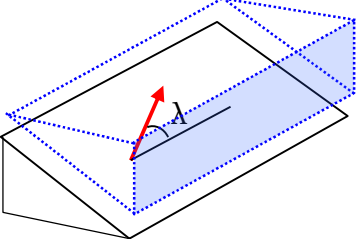
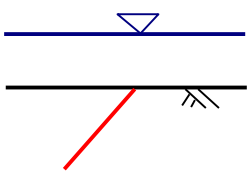
○ 数値シミュレーションによる津波計算

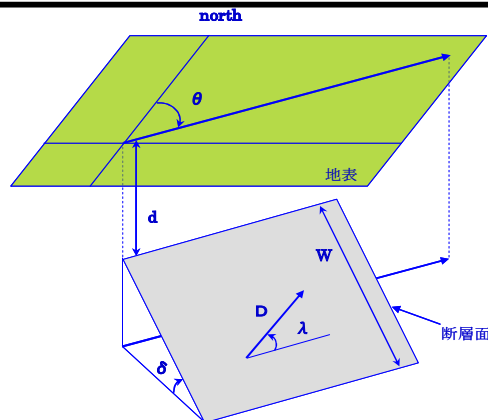
■ 数値シミュレーションによる検討にあたっては、既許可評価と同様に不確かさを考慮したパラメータスタディを実施する。

○ 数値シミュレーションによるパラメータスタディは以下の方法により実施した。

平成28年10月19日まとめ資料
TC-033改7 (P13) 再掲・一部加筆

項目	内容
①傾斜角	横ずれ断層として、 90° （東落ち、西落ちを考慮）を設定
②すべり角	横ずれ断層として、 0° 、 10° 、 20° 、 30° （北西-南東走向は左横ずれ、北東-南西走向は右横ずれ）を設定
③上縁深さ	0km（既許可評価のケースを含めて最大となった場合には、2.5kmで実施）

①傾斜角 δ	②すべり角 λ	③上縁深さ d
 <p>90°（東落ち、西落ちを考慮）</p>	 <p>0°、10°、20°、30°</p>	 <p>0km</p>



断層パラメータの模式図

θ : 走向
 d : 上縁深さ
 D : すべり量
 λ : すべり角
 δ : 傾斜角
 W : 断層幅

すべり量の算出方法

- モーメントマグニチュード (M_w)
 $\log L = 0.75M_w - 3.77$ (武村(1998))
- 地震モーメント (M_0)
 $\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$ (kanamori(1977))
- すべり量 (D)
 $D = M_0 / \mu LW$

参考2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

○ 数値シミュレーションによる津波計算

■ 数値シミュレーションによる津波計算を行った結果、小呂島近海断層帯及び第1五島堆断層帯の最大水位変動量は、既許可の基準津波の範囲内であり、影響はないと評価。

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
小呂島近海断層帯 (62.8km)	西 (307.01°) (309.61°)	90	0	522	0	+0.08	-0.10
						0	-0.28
						0	-0.45
						0	-0.59
	東 (127.01°) (129.61°)	90	0	522	0	+0.08	-0.10
						0	-0.32
						0	-0.68
						0	-1.00
第1五島堆断層帯 (73.8km)	西 (35.22°) (39.90°) (24.56°)	90	0	614	0	+0.07	-0.09
						0	-0.11
						0	-0.16
						0	-0.21
	東 (215.22°) (219.90°) (204.56°)	90	0	614	0	+0.07	-0.09
						0	-0.10
						0	-0.16
						0	-0.24

玄海原子力発電所の基準津波

* 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2. 玄海原子力発電所の津波評価への影響について

○ 数値シミュレーションによる津波計算

■ 既許可評価時における数値シミュレーション結果から、小呂島近海断層帯および第1五島堆断層帯の数値シミュレーションを踏まえても、水位上昇側は対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動、水位下降側は西山断層帯が最大ケースとなっている。

このため、小呂島近海断層帯及び第1五島堆断層帯の上縁深さ2.5kmの数値シミュレーションは不要と判断した。

既許可評価時の数値シミュレーション結果一覧

パラメータスタディの結果								平成28年10月19日まとめ資料 TC-033改7 (P10) 再掲								
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)	
						取水ビット前面	取水口							取水ビット前面	取水口	
警固断層帯 (65.4km)	西 (311.92°)	90	0	544	0	+0.08	-0.08	西山断層帯 (136.9km)	西 (321.00°)	90	0	1138	0	+0.08	-0.16	
			10		0	+0.20	-0.17				10		0	+0.82	-0.53	
			20		0	+0.34	-0.27				20		0	+1.49	-0.76	
			30		0	+0.43	-0.34				30		0	+1.87	-0.96	
	東 (131.92°)	90	0	544	0	+0.08	-0.08		東 (141.00°)	90	0	1138	0	0	+0.08	-0.16
			10		0	+0.11	-0.15				10		0	+0.51	-0.66	
			20		0	+0.20	-0.23				20		0	+0.94	-1.25	
			30		0	+0.29	-0.32				30		0	+1.33	-1.64	
老岐北東部 断層群 (50.8km)	西 (301.59°)	90	0	423	0	+0.07	-0.07	対馬南西沖 断層群 と 宇久島北西 沖断層群 の連動 (88.5km)	西 (11.57°) (29.38°) (34.04°)	90	0	736	0	+0.09	-0.08	
			10		0	+0.28	-0.18				10		0	+0.35	-0.51	
			20		0	+0.50	-0.30				20		0	+0.70	-0.89	
			30		0	+0.67	-0.40				30		0	+1.02	-1.18	
	東 (121.59°)	90	0	423	0	+0.07	-0.07		東 (191.57°) (209.38°) (214.04°)	90	0	736	0	0	+0.09	-0.08
			10		0	+0.19	-0.24				10		0	+0.68	-0.36	
			20		0	+0.30	-0.43				20		0	+1.47	-0.70	
			30		0	+0.40	-0.61				30		0	+2.32	-1.00	
												2.5	-	-1.11		
												2.5	+1.45	-		

最大ケース

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(2016):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・東京大学地震研究所(2018):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,(2016):海域における断層情報総合評価プロジェクト.
- ・活断層研究会編(1991):「[新編]日本の活断層」分布図と資料.
- ・海上保安庁水路部(1978):5万分の1沿岸の海の基本図「壱岐北部」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁水路部(1982):5万分の1沿岸の海の基本図「壱岐南部」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁海洋情報部(2003):5万分の1沿岸の海の基本図「福岡湾」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁水路部(1978):5万分の1沿岸の海の基本図「豆蔵」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁水路部(1981a):5万分の1沿岸の海の基本図「対馬東岸南部」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁水路部(1981b):5万分の1沿岸の海の基本図「対馬東岸北部」(海底地形図、海底地質構造図).及び調査報告書.
- ・海上保安庁水路部(1996):10万分の1海底地質構造図「福岡湾」.
- ・海上保安庁水路部(1978):20万分の1大陸棚の海の基本図「響灘」(海底地質構造図).
- ・海上保安庁水路部(1976a):20万分の1大陸棚の海の基本図「対馬付近」(海底地質構造図).
- ・海上保安庁水路部(1976b):20万分の1大陸棚の海の基本図「壱岐水道」(海底地質構造図).
- ・海上保安庁水路部(1976c):20万分の1大陸棚の海の基本図「五島堆群」(海底地質構造図).
- ・佐藤勝彦・伊藤弘志(2011):福岡沖玄海灘における海底地形調査速報、海洋情報部研究報告、第47号、pp61-65.
- ・徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壯・阿部寛信・坂井真一・向山建二郎(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史、海洋調査技術、vol.13、No.1、pp.27-53.
- ・地震予知総合研究振興会(2010):沿岸域における活断層調査西山断層帯(海域部)及び菊川断層帯(海域部)委託業務成果報告書、138p.
- ・脇田浩二・岡村行信・栗田泰夫(1992):日本地質構造図、日本地質アトラス(第二版)、地質調査所.
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2007):警固断層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).
- ・尾崎正紀・中村洋介・松本弾・水野清秀(2013):福岡沿岸域20 万分の1活断層図、海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」、数値地質図S-3、地質調査総合センター.
- ・松本弾(2013):福岡沿岸域20 万分の1海底地質図及び同説明書、海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」、数値地質図S-3、地質調査総合センター.
- ・日本海における大規模地震に関する調査検討会(2014):日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書.
- ・岡村行信・井上卓彦・阿部信太郎(2014):山陰西部及び九州北部沖の第四紀断層、活断層・古地震研究報告、No.14、pp.157-177.
- ・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(1989):国内石油・天然ガス基礎調査、基礎物理探査、山陰-北九州沖.
- ・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).

参考文献

- ・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、験震時報、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.