

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10月13日
九州電力株式会社



余 白

目次

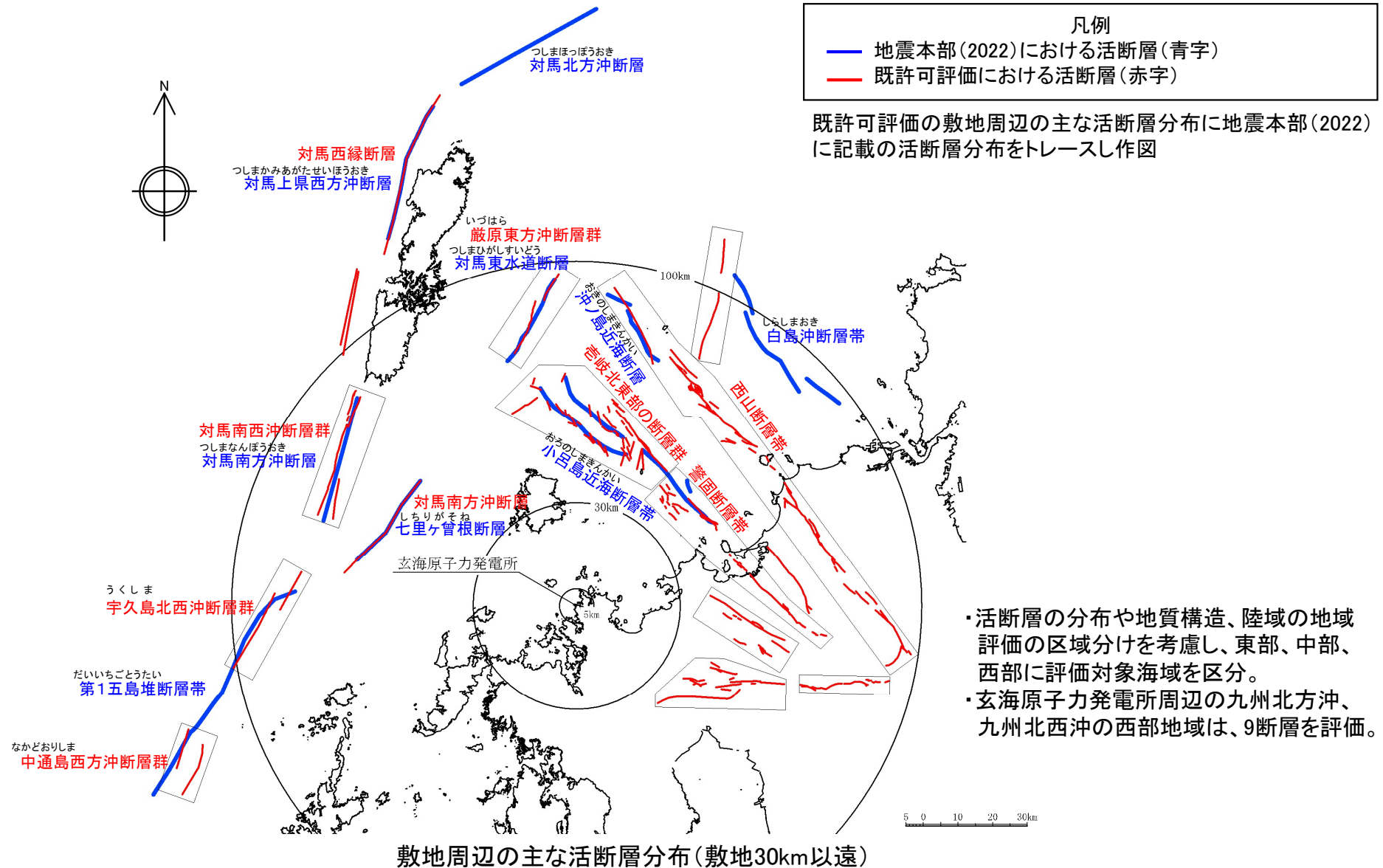
1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認（概要）	P3
2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要	P10
3. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針	P16
4. 海域活断層評価について	P19
5. 基準地震動・基準津波への影響確認について	P75
6. 確率論的地震・津波ハザード評価への影響確認について	P90
7. まとめ	P96
参考 1. 小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について	P98



1. 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(概要)

1. 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（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。



1. 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（概要）

■ 公表された玄海原子力発電所周辺の9断層について、断層長さ等に着目しスクリーニングアウトした結果、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、当社の活断層評価への影響について詳細な検討を実施した。

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	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

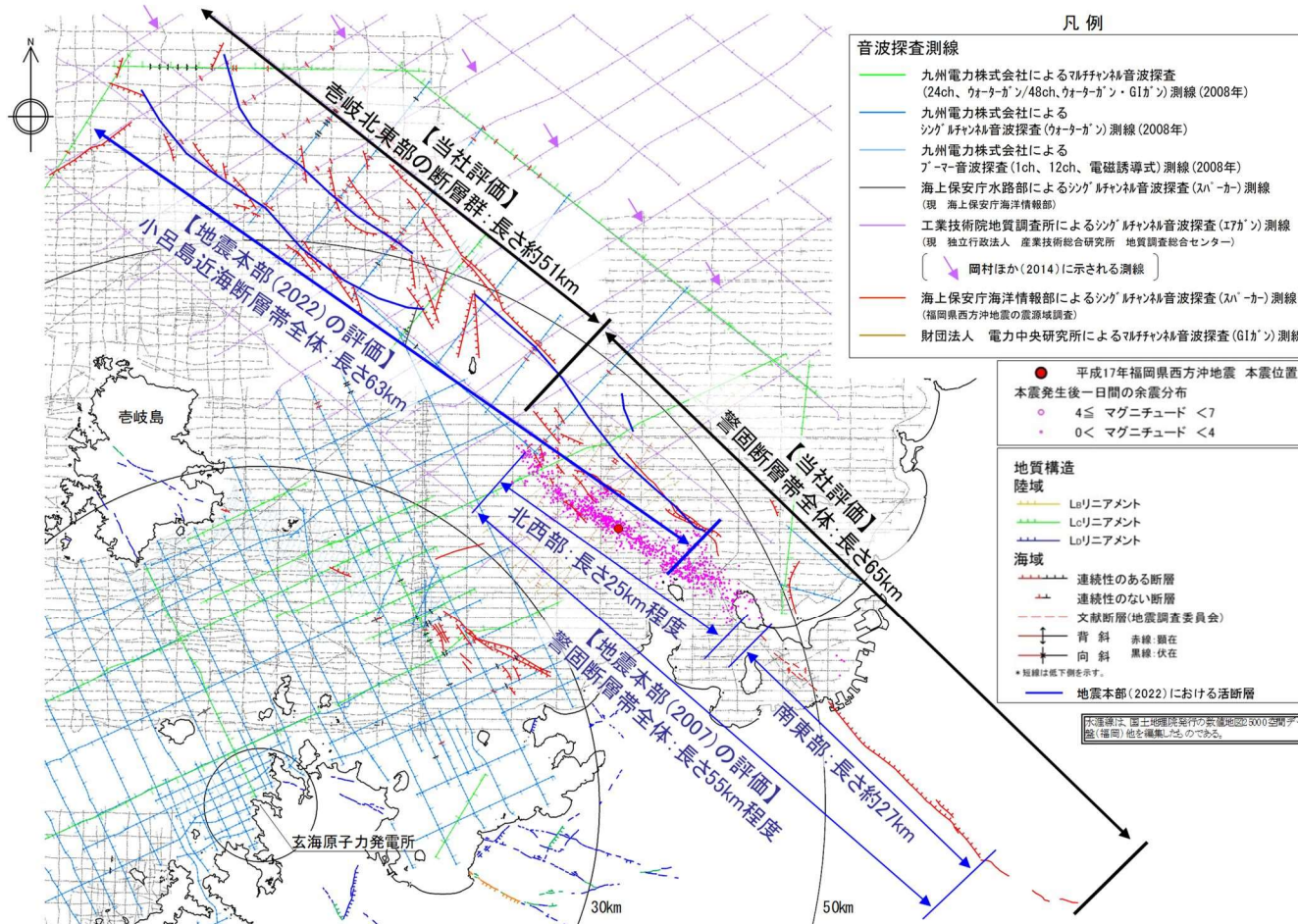
1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認（概要）

○既許可の活断層評価への影響確認（1/2）

■ 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1五島堆断層帯について、地震本部(2022)及び既許可評価内容を比較し、評価内容に差異が生じた要因を整理したうえで、その要因を踏まえ既許可評価への影響を確認した。

[小呂島近海断層帯](P25~50)

・既許可評価では、地震本部(2022)が引用した知見及びデータに当社独自の音波探査記録等を加え、詳細な検討を実施し、断層トレース、断層帯の区分、警固断層帯との関係を整理していることから、既許可評価を見直す必要はないと判断した。

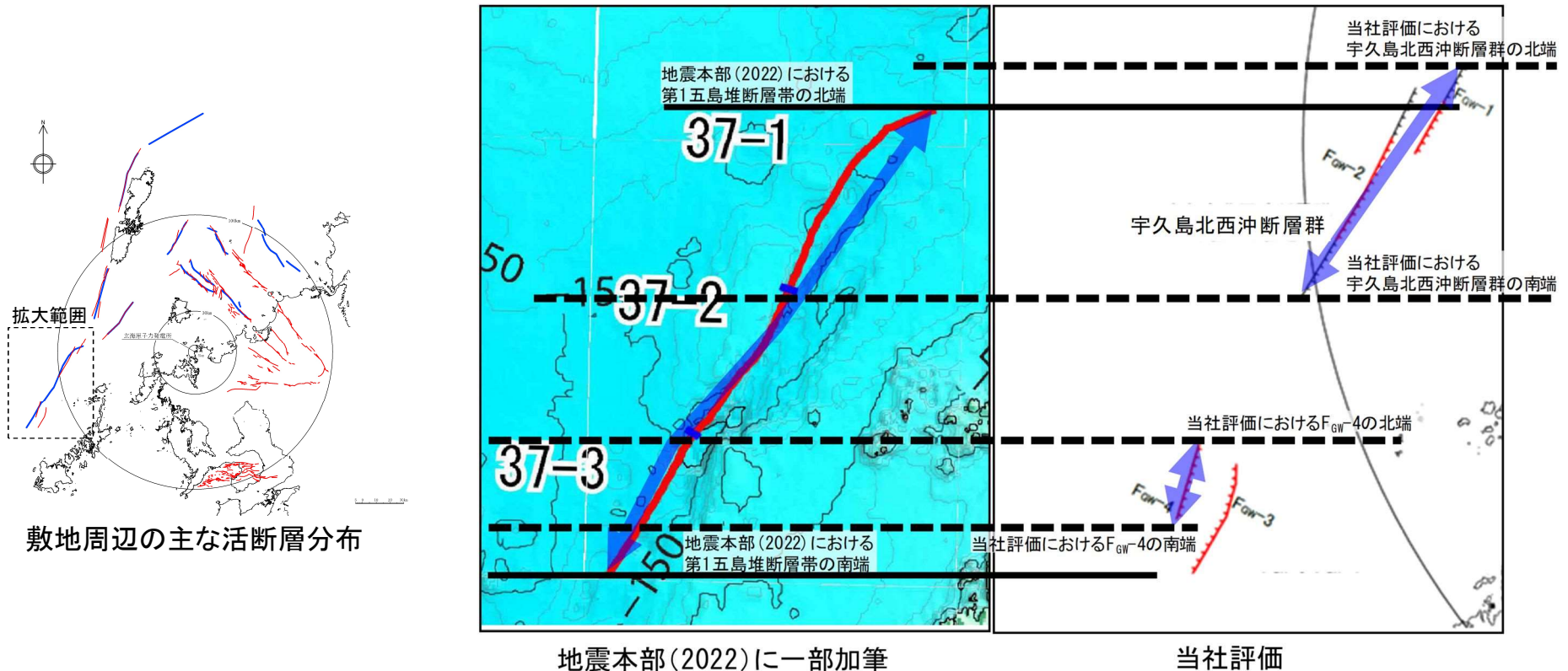


1. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認（概要）

○既許可の活断層評価への影響確認（2/2）

〔第1五島堆断層帯〕(P59～73)

- ・既許可評価では、地震本部(2022)の評価手法とは異なり、当社独自の音波探査記録等に基づき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(2022)と評価に差異があった箇所については、当社独自の音波探査記録を基に変位・変形がないことを確認していることから、既許可評価を見直す必要はないと判断した。



〔対馬東水道断層〕(P51～58)

- ・地震本部と既許可評価の評価はほぼ同等であること、若干の差異が見られた断層端部について、既許可評価で用いた測線で変位・変形がないことを確認できていることから、既許可評価を見直す必要はないと判断した。



- ただし、上記3断層については、安全上の評価として、地震本部(2022)の評価を考慮した震源・波源を設定し、既許可の基準地震動・基準津波への影響を確認した。

1. 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（概要）

○既許可の地震動評価への影響確認

- 詳細な確認が必要と判断した3断層（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、既許可時の内陸地殻内地震の評価フローに基づき、影響確認を実施した。
- その結果、以下のとおり基準地震動への影響はないことを確認した。

■ 敷地に大きな影響を与える地震の抽出 (P81)

- ・M-Δ図により、②対馬東水道断層は、敷地に大きな影響を与える震度5弱程度（震度V）以上とならないことを確認。

■ 検討用地震の選定 (P82~84)

- ・Noda et al.(2002) による応答スペクトルの評価により、①小呂島近海断層帯、③第1五島堆断層帯は、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。

＜参考：小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について＞

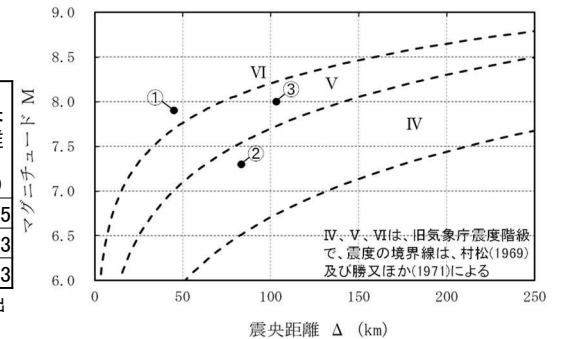
(P99~109)

- ・地震本部(2022)では、小呂島近海断層帯は今後の調査研究によっては警固断層帯と一連で活動する可能性があることとされていることから、両断層が一連で活動する地震動を試算した結果、基準地震動に包絡され、影響がないことを確認。

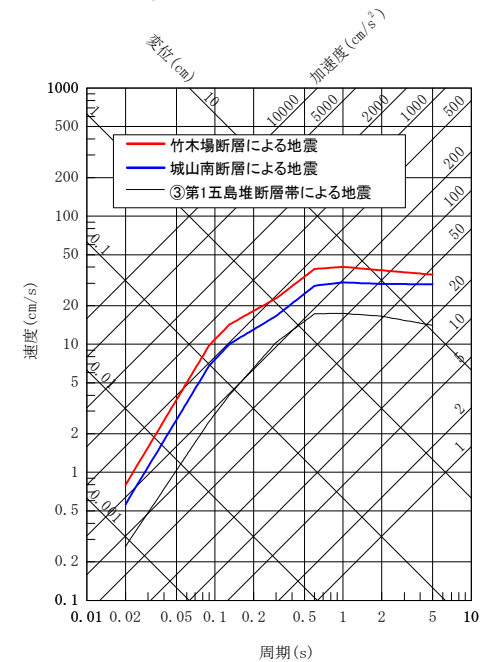
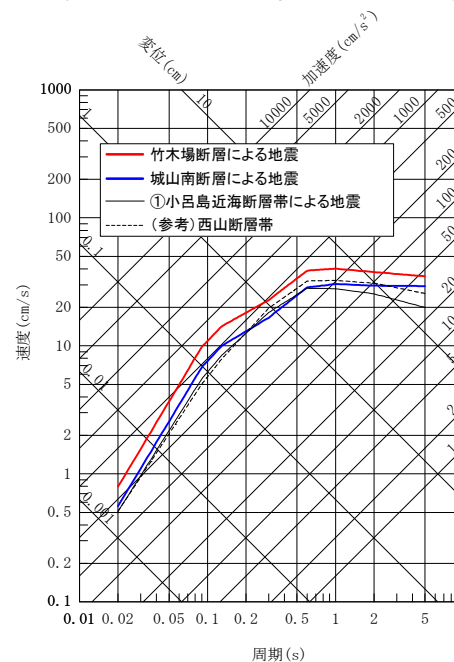
3断層の諸元

	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	70.5	7.9	45
②	対馬東水道断層	32.2	7.3	83
③	第1五島堆断層帯	78.0	8.0	103

※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



3断層のM-Δ 敷地に大きな影響を与える地震の抽出の影響確認(M-Δ図)



検討用地震の選定の影響確認(Noda et al.(2002)の応答スペクトル比較)

1. 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（概要）

○既許可時の基準津波への影響確認

- 詳細な確認が必要と判断した3断層（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、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。
- その結果、以下のとおり基準津波への影響はないことを確認した。

■簡易予測式による確認(P86)

- ・簡易予測式による結果、対馬東水道断層は発電所に影響が大きいと考えられる津波波源とはならないことから、影響はない。
- ・小呂島近海断層帯と第1五島堆断層帯は推定津波高が1.0m以上となることから数値シミュレーションを実施。

■数値シミュレーションによる結果(P87～89)

- ・津波計算の結果、小呂島近海断層帯と第1五島堆断層帯の最大水位変動量は基準津波の津波水位の変動量の範囲であり、基準津波への影響はない。

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)	Mw	津波の伝播距離 (km)	推定津波高 (m)
小呂島近海断層帯	70.5	7.5	45	3.1
対馬東水道断層	32.2	7.0	83	0.6
第1五島堆断層帯	78.0	7.5	103	1.5

数値シミュレーションによる津波計算結果

* 潮位考慮なし

	小呂島近海断層帯 (Mw:7.5、長さ:約71km)	第1五島堆断層帯 (Mw:7.5、長さ:約78km)
水位上昇側(3/4号炉取水ピット前面)	+1.30m	+0.37m
水位下降側(3/4号炉取水口)	-1.04m	-0.25m

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:小呂島近海断層帯と警固断層帯の連動について(P110)>

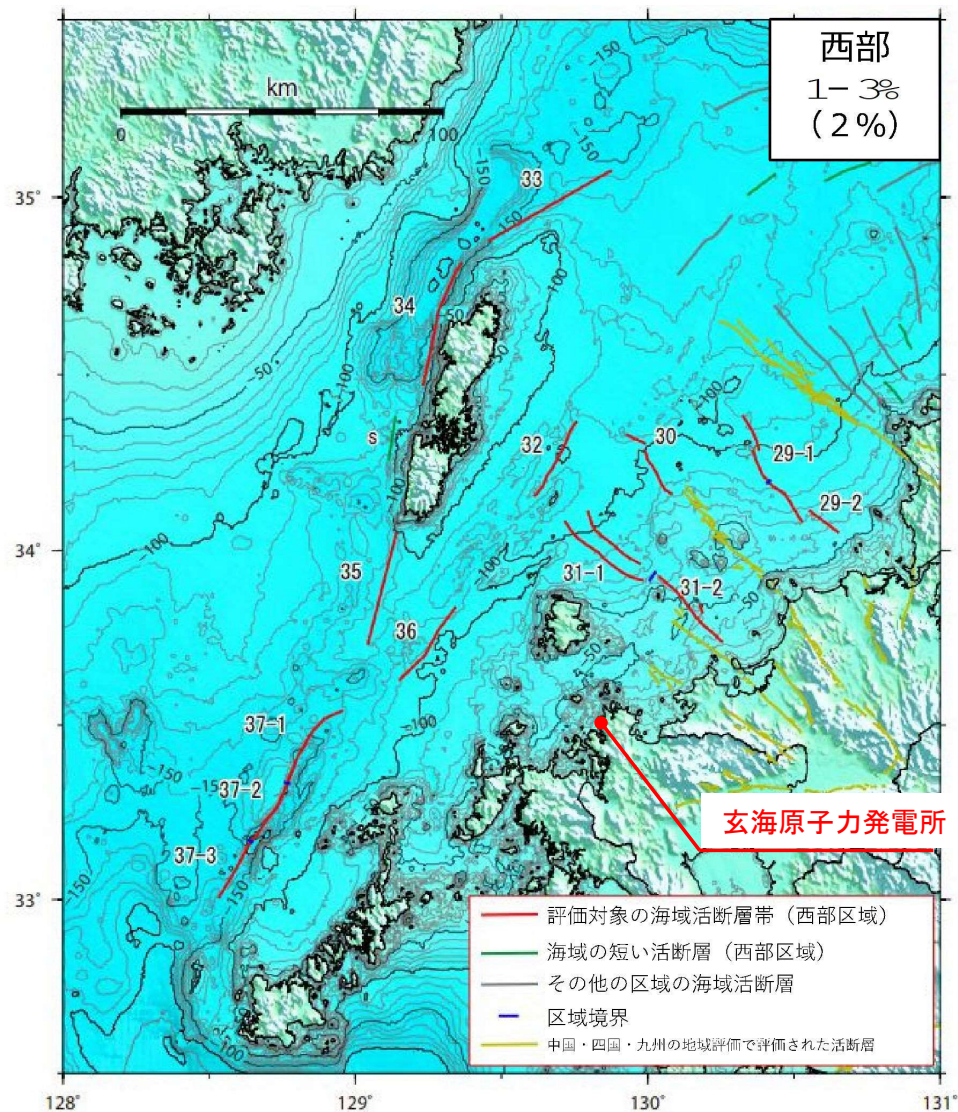
- ・地震本部(2022)では、小呂島近海断層帯は今後の調査研究によっては警固断層帯と一連で活動する可能性があると考えられていることから、両断層が一連で活動する津波水位を試算した結果、基準津波の水位変動量の範囲内であり、既許可評価に影響がないことを確認。



2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)の概要

2. 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)

- ・活断層の分布や地質構造、陸域の地域評価の区域分けを考慮し、東部、中部、西部に評価対象海域を区分。
- ・玄海原子力発電所周辺の九州北方沖、九州北西沖の西部地域は、9断層を評価。
- ・断層の位置、長さ、形状及び活動度(P95参照)等を推定し、評価対象海域に分布する活断層のいずれかを震源として今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率を評価。

※地震本部(2022)に一部加筆

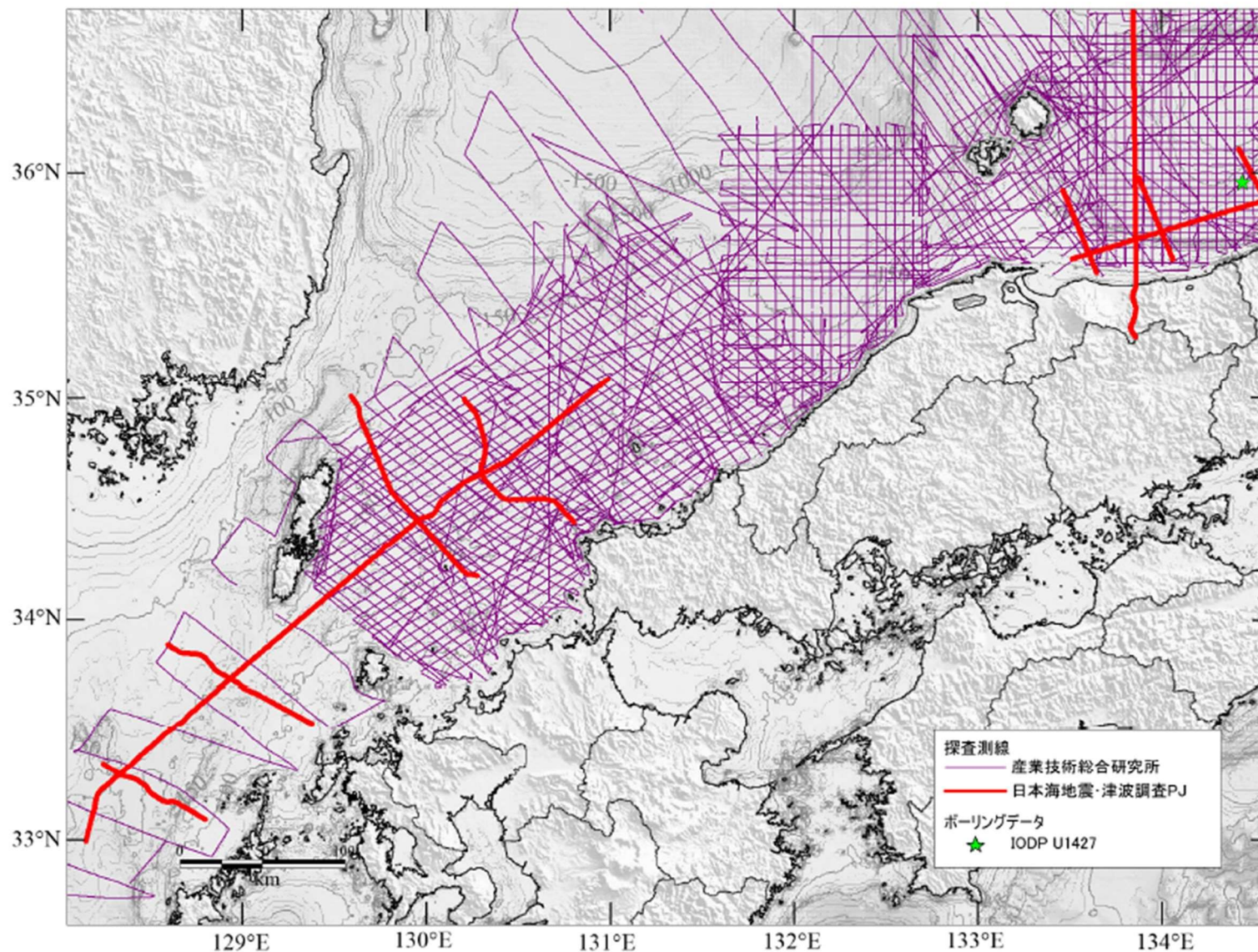
2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要

- 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沖断層群の測線まで)	
	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)	
	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) 原則として、海底直下の鮮新世以降の地層に5-10m以上の上下変位をあたえる断層構造あるいは撓曲が複数の測線に連続して認められる場合に活断層として認定		後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層

2. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の概要

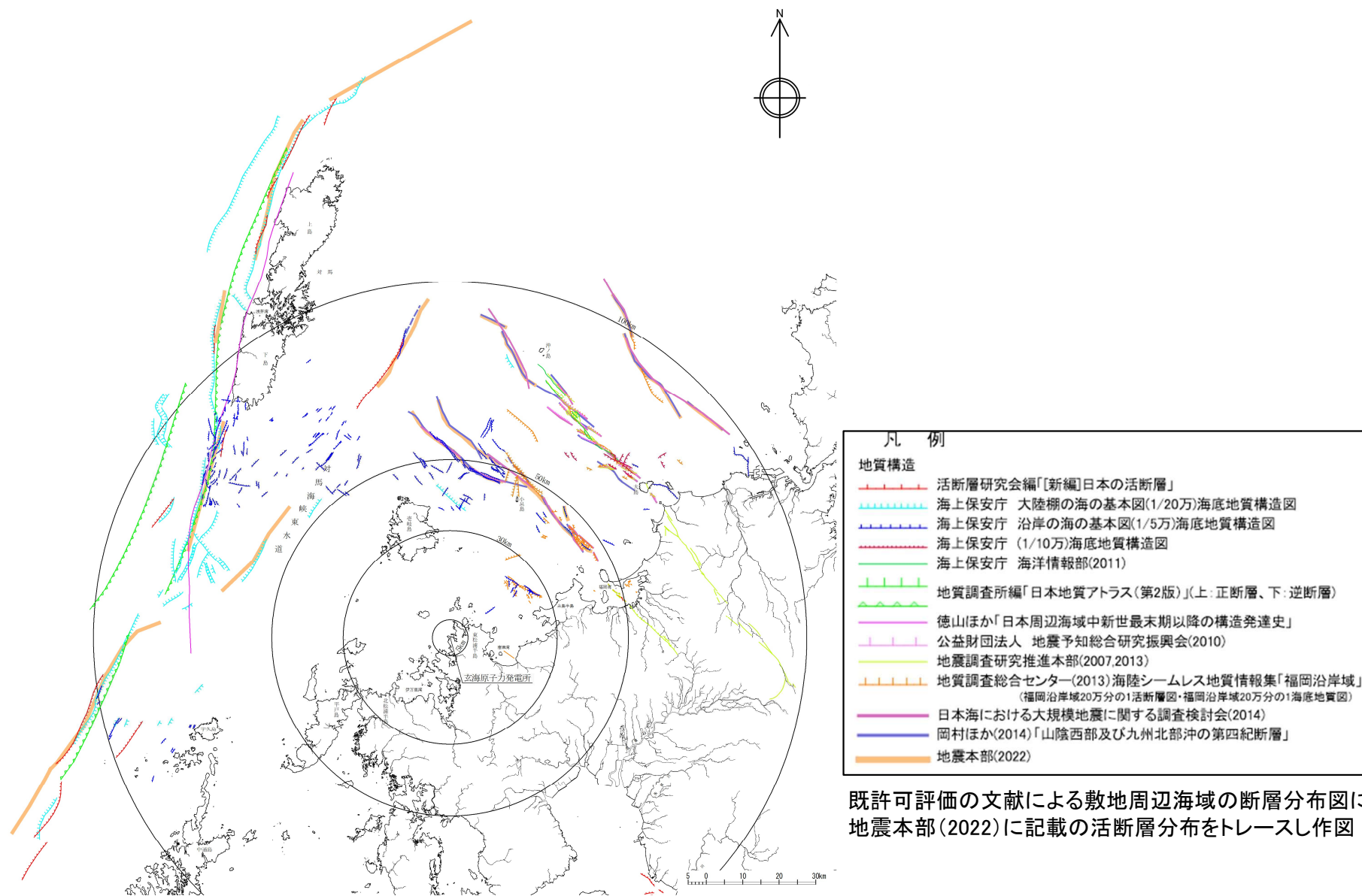
■ 地震本部(2022)が海域活断層の認定に用いた主な反射法地震探査の測線は、下図のとおりとされている。



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

2. 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、既許可評価にて文献調査として把握した断層とおおむね同じ位置に断層を評価している。

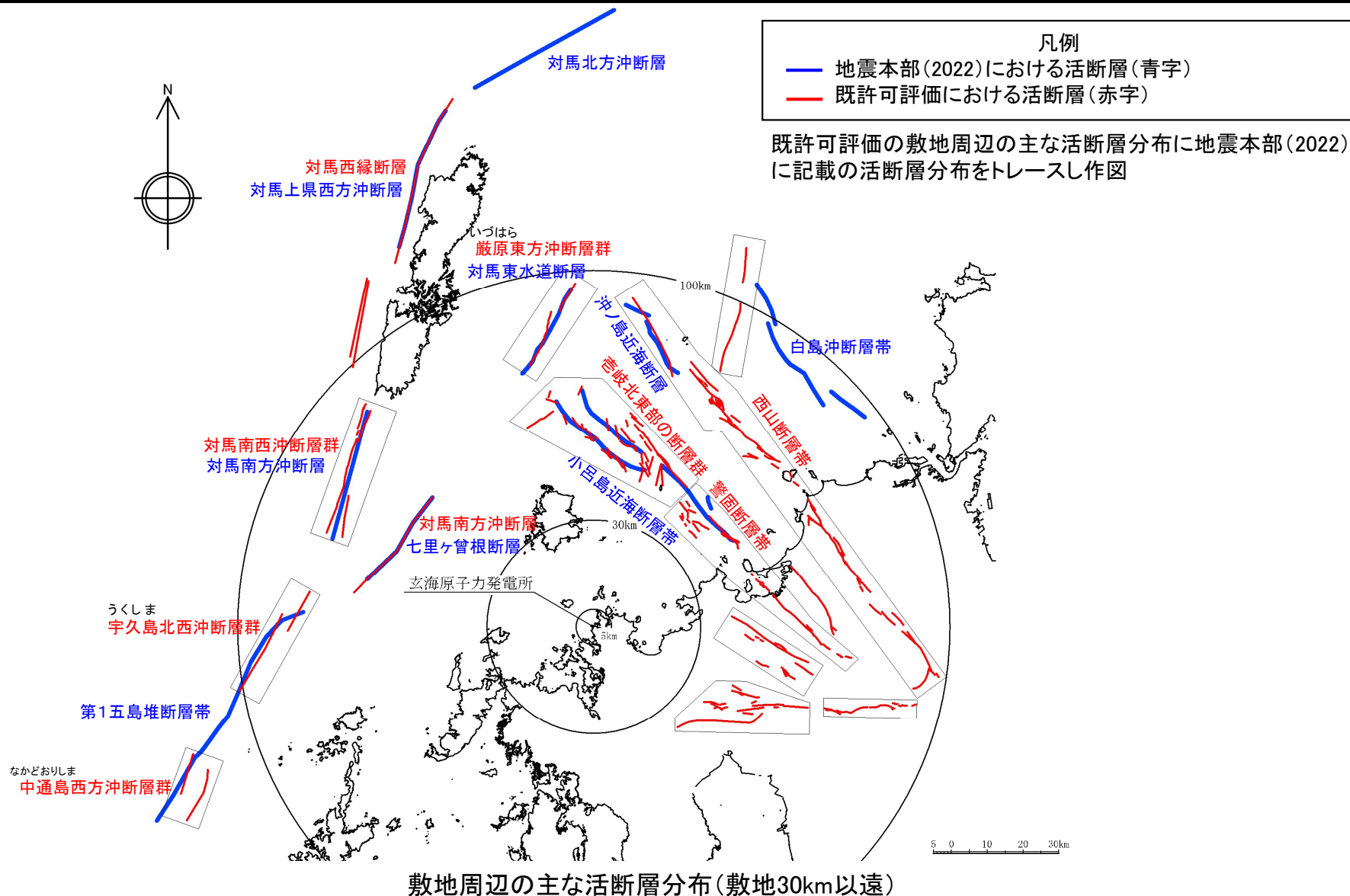


既許可評価の文献による敷地周辺海域の断層分布図に地震本部(2022)に記載の活断層分布をトレースし作図

文献による敷地周辺海域の断層分布図

2. 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、既許可評価にて海域活断層として評価した断層とおおむね同じ位置に断層を評価している。
- 当社の既許可評価と比較し、一部で断層長さや断層分布に差異があるため、断層認定に用いているデータ及びその評価(解釈)、断層認定の基準(活動性を考慮する年代)に着目し既許可評価への影響確認を行う。

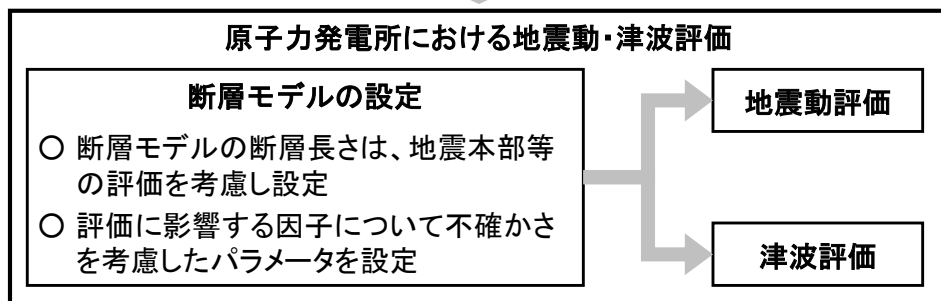
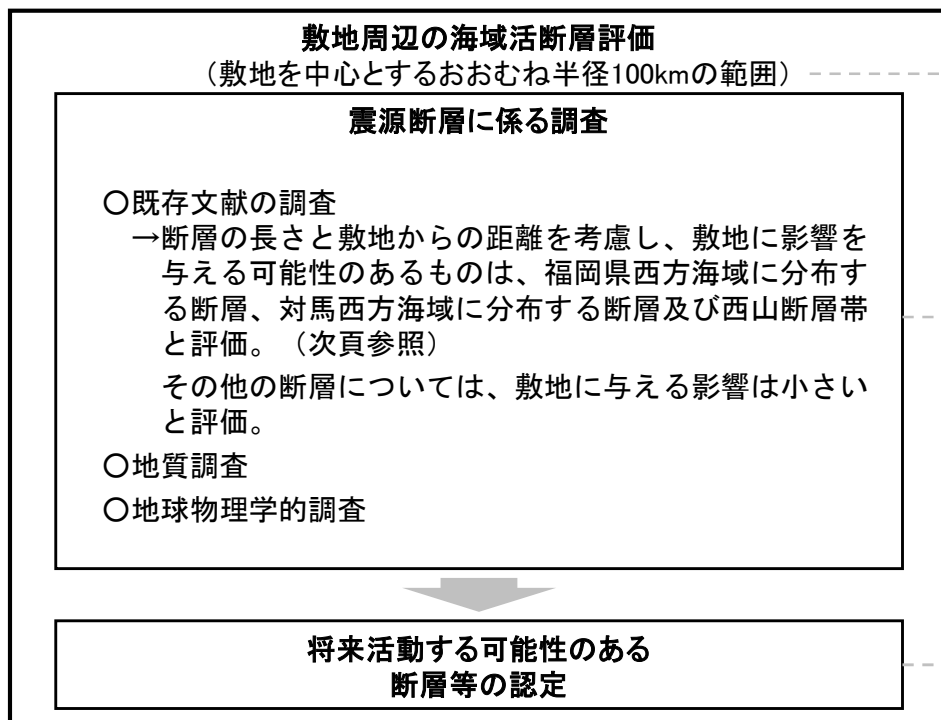


3. 日本海南西部の海域活断層の長期評価(第一版)の影響確認方針

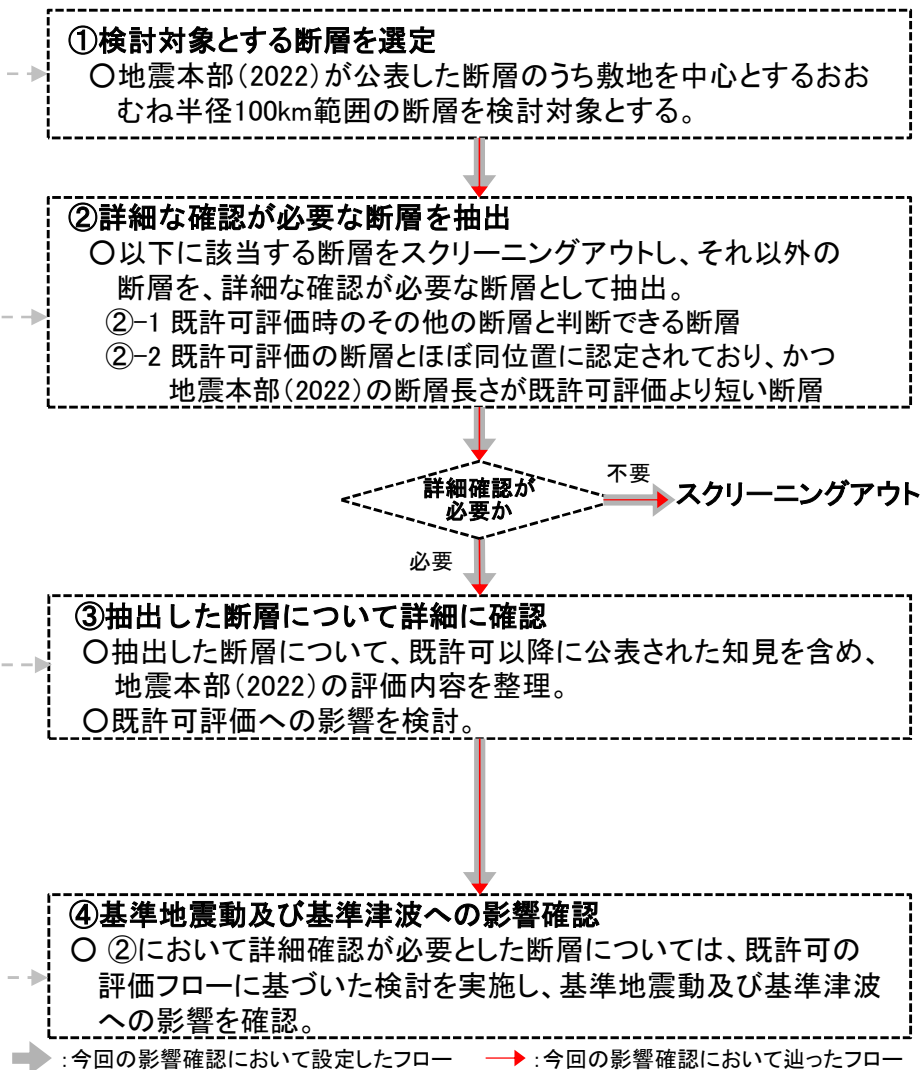
3. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針

- 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(2013a,b)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）

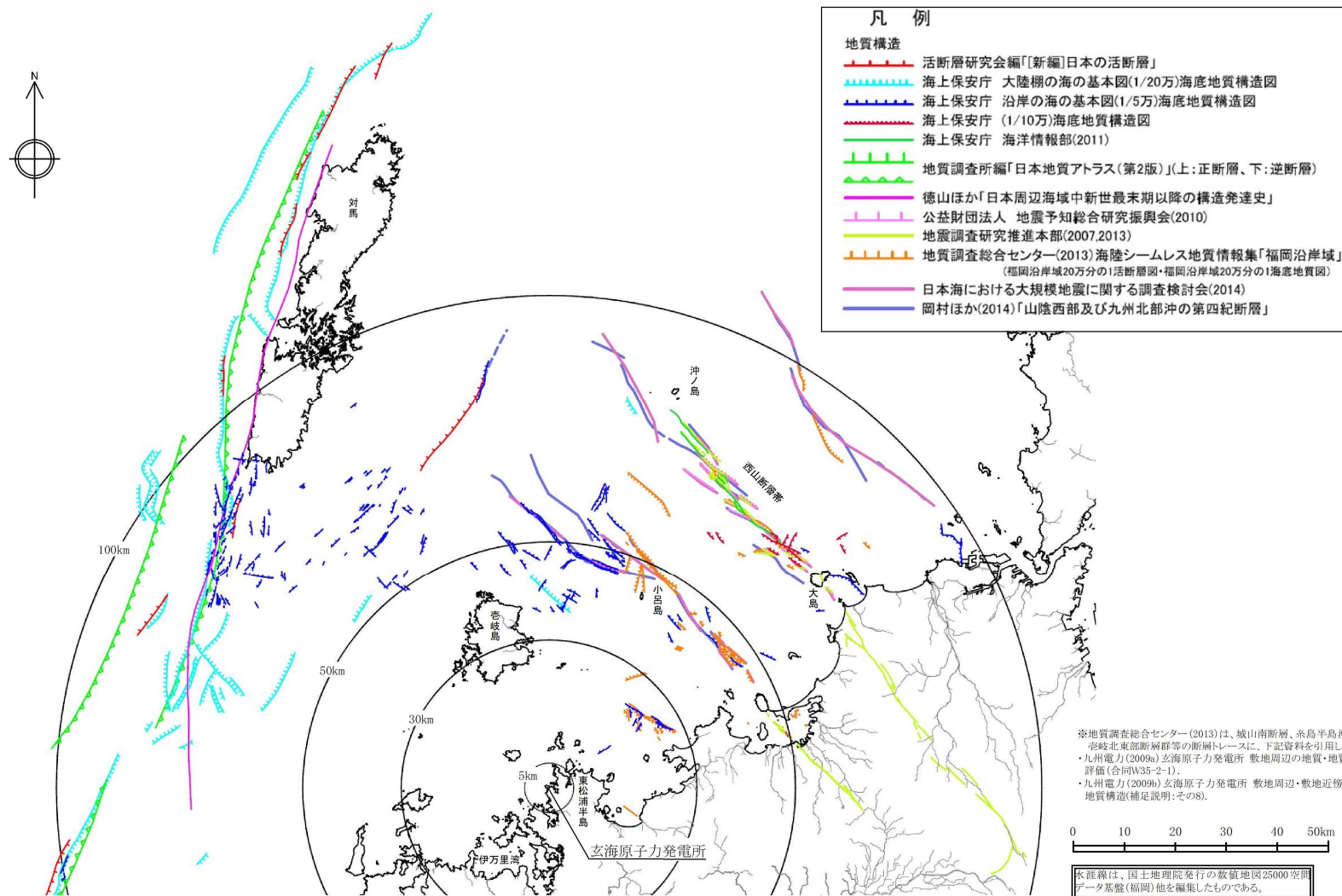


3. 日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）の影響確認方針

平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P80)

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。



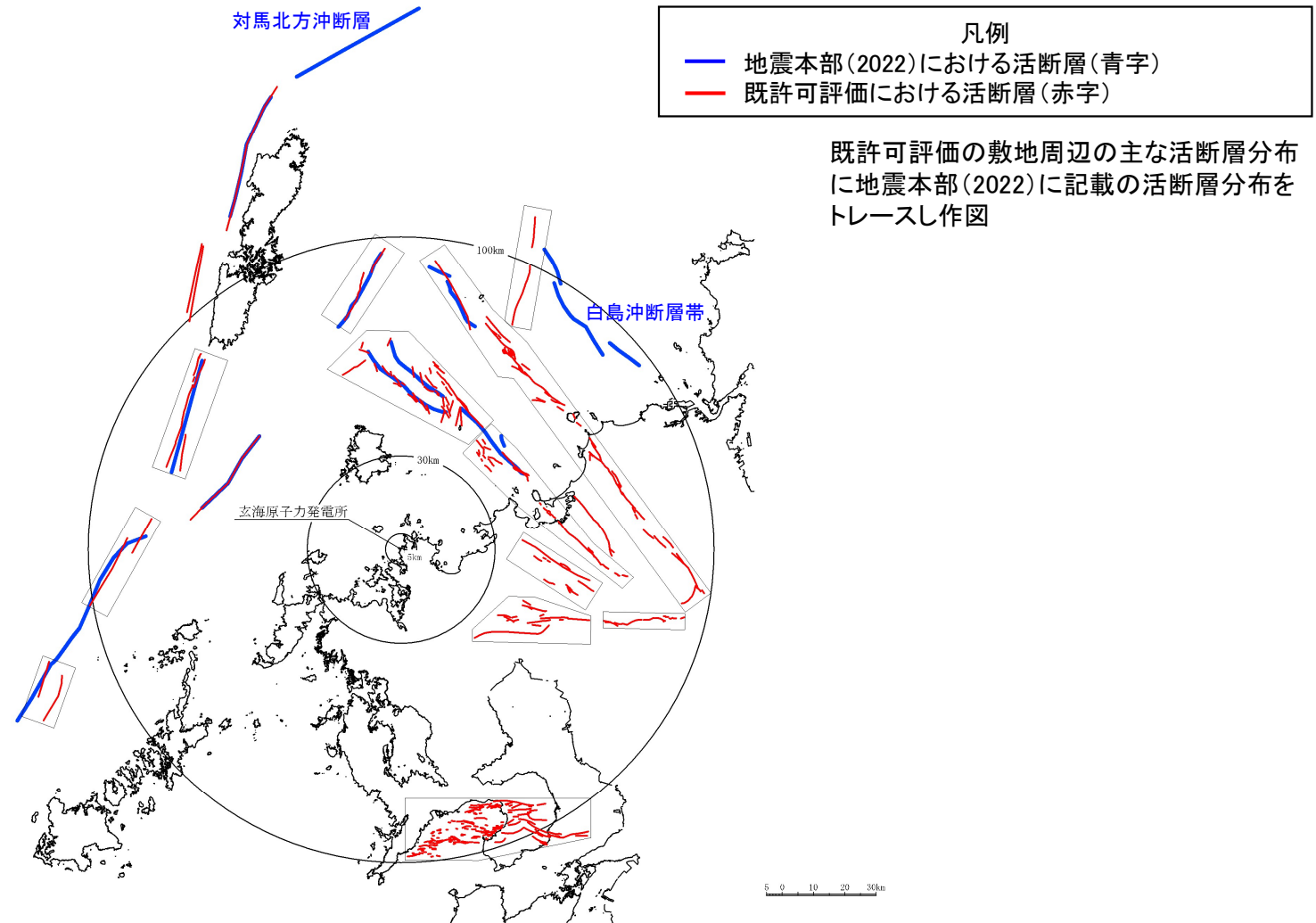
4. 海域活断層評価について

4. 海域活断層評価について

① 検討対象とする断層の選定

■ 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)

4. 海域活断層評価について

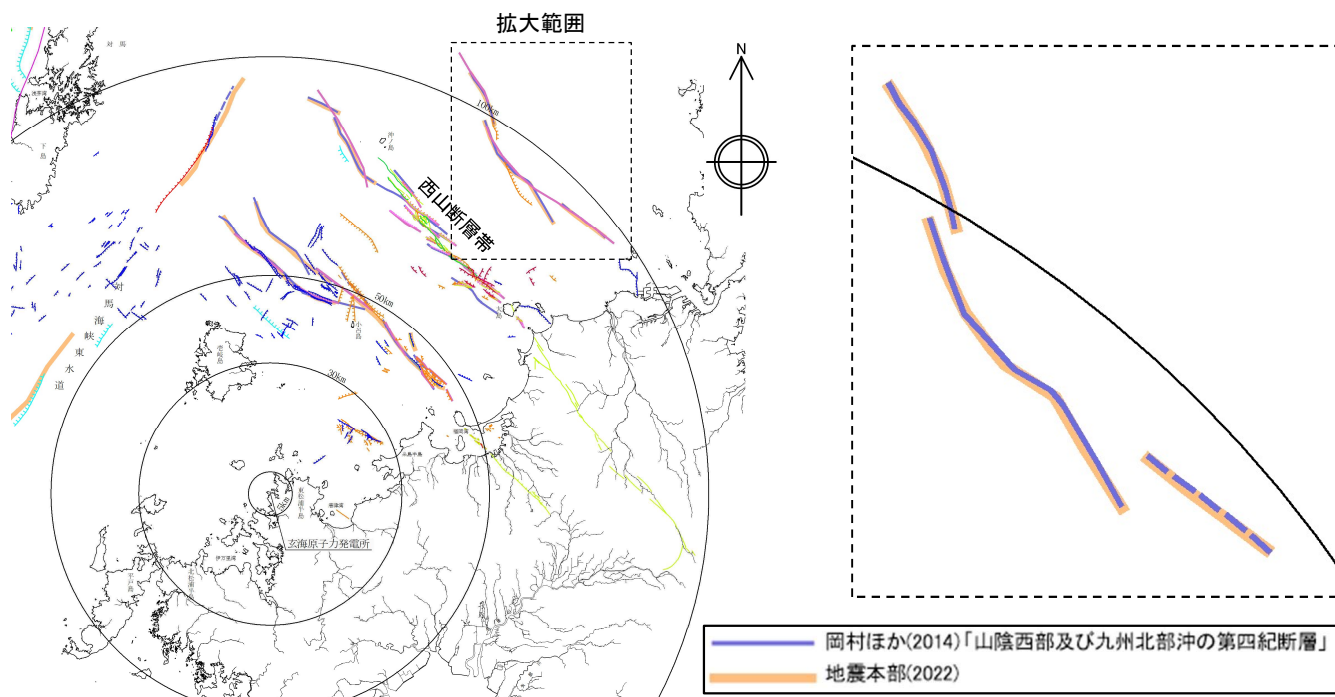
② 詳細な確認が必要な断層の抽出 (1)

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(岡村ほか(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(P14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、白島沖に岡村ほか(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、断層長さがより長い西山断層帯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その他の断層として評価。

【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、岡村ほか(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その他の断層と判断した。

4. 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 既許可評価の断層とほぼ同位置に認定されており、かつ地震本部(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 ※ 30 沖ノ島近海断層は西山断層帯として考慮済	約137
-	西山断層帯※	大島冲区間	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		厳原東方冲断層群	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

※以下の長期評価で評価済みの断層帯であり、地震本部(2022)においてこれまでの評価内容から変更されたものはない。

西山断層帯 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)。

警固断層帯 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。

4. 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。

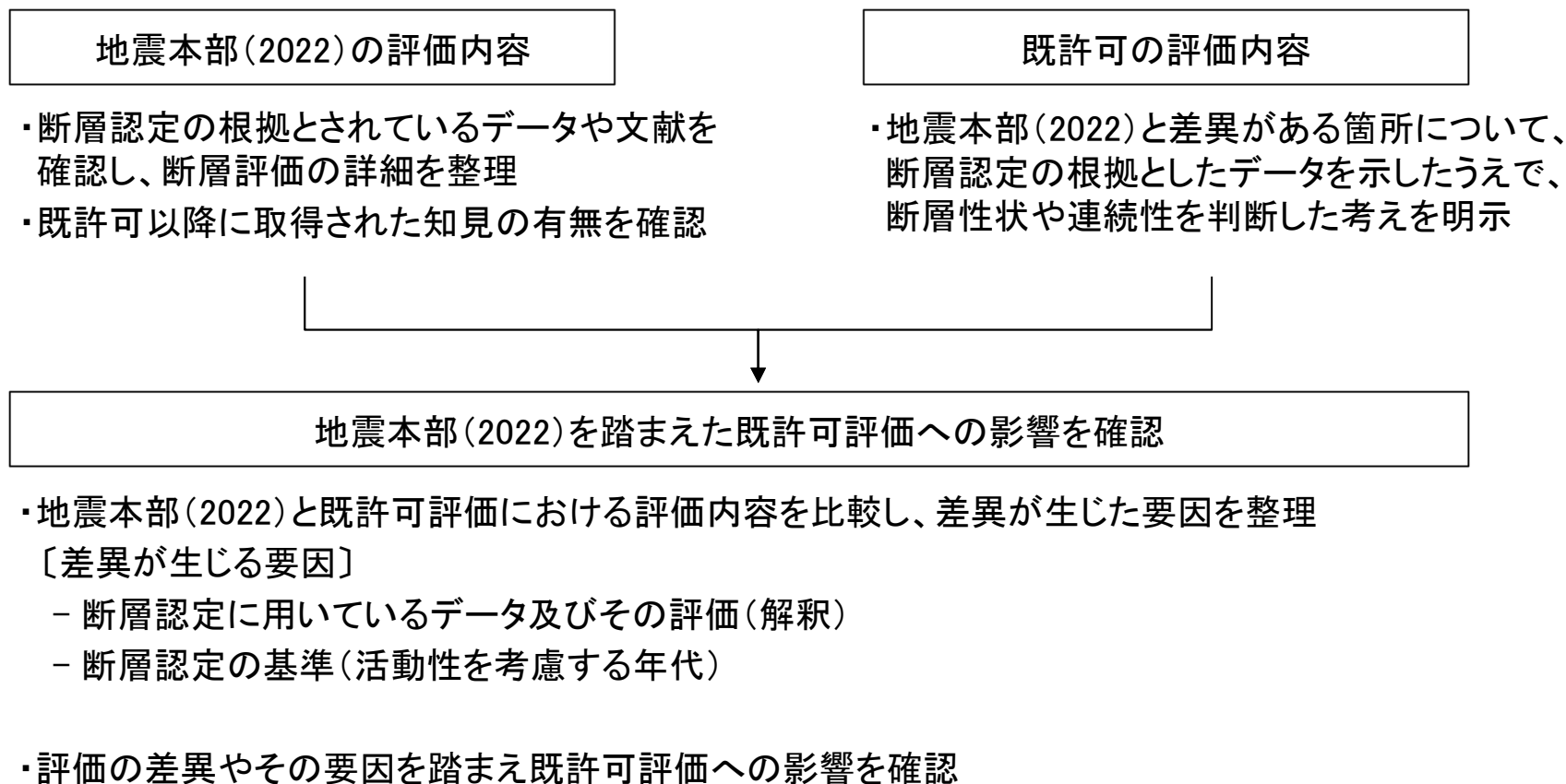
地震本部(2022)の評価				既許可への影響確認	
断層名		評価長さ(km)			
29-1	白島沖断層帯	北部区間	22	48	②-1 既許可評価時のその他の断層と判断できる断層をスクリーニングアウト
29-2		南部区間	27		
30	沖ノ島近海断層		24		②-2 地震本部(2022)の断層長さが既許可評価より短い断層をスクリーニングアウト
-	西山断層帯	大島沖区間	38	110	当該断層は地震本部(2013a,b)において評価されており、今回の地震本部(2022)において、評価内容に変更はない。地震本部(2013a,b)は、既許可評価にて考慮済みであることから影響確認の対象外
		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

4. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認

- 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1五島堆断層帯について、以下の流れで既許可評価への影響を確認する。



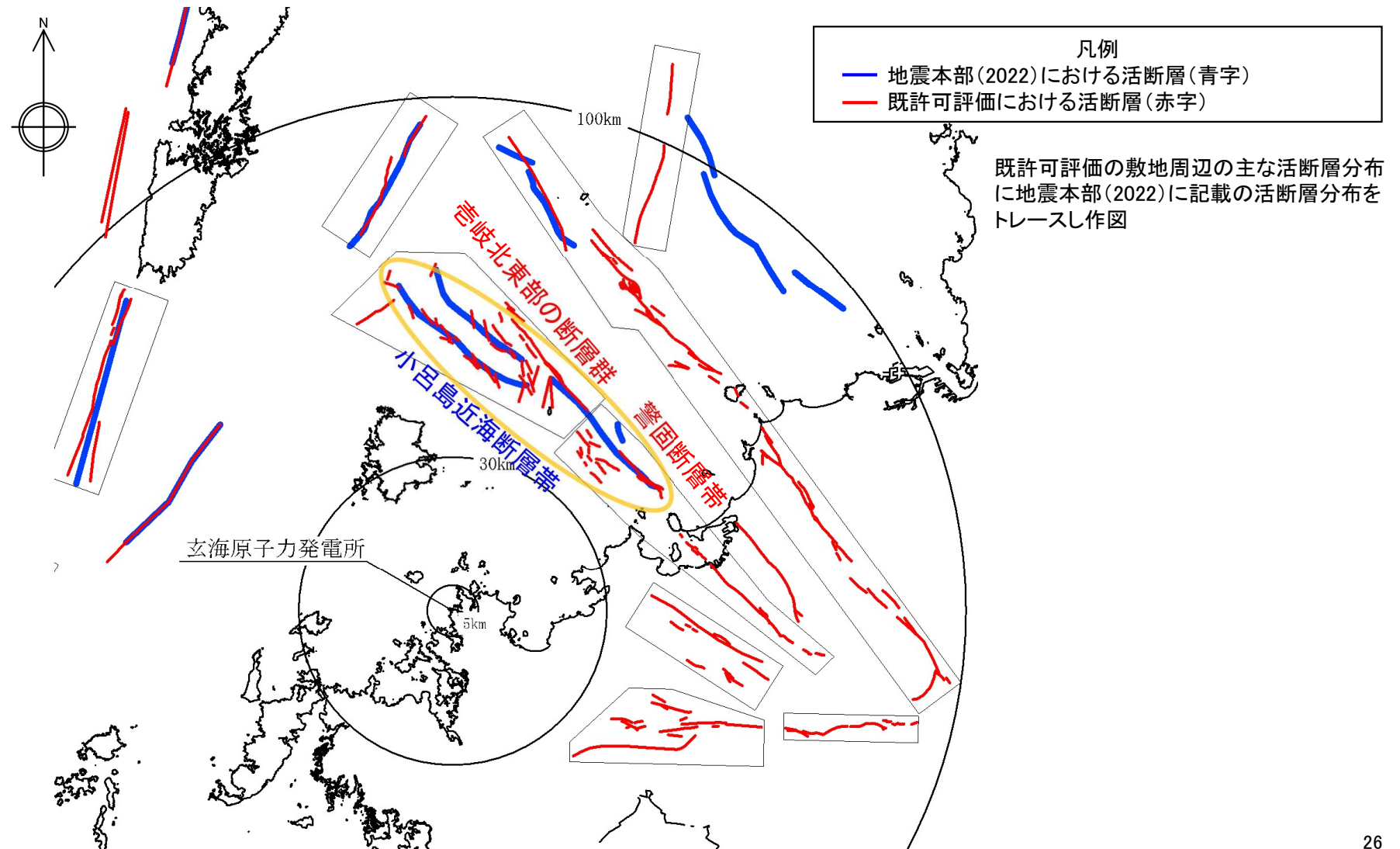
4. 海域活断層評価について

③ 抽出した断層の詳細確認(小呂島近海断層帯)

4. 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）

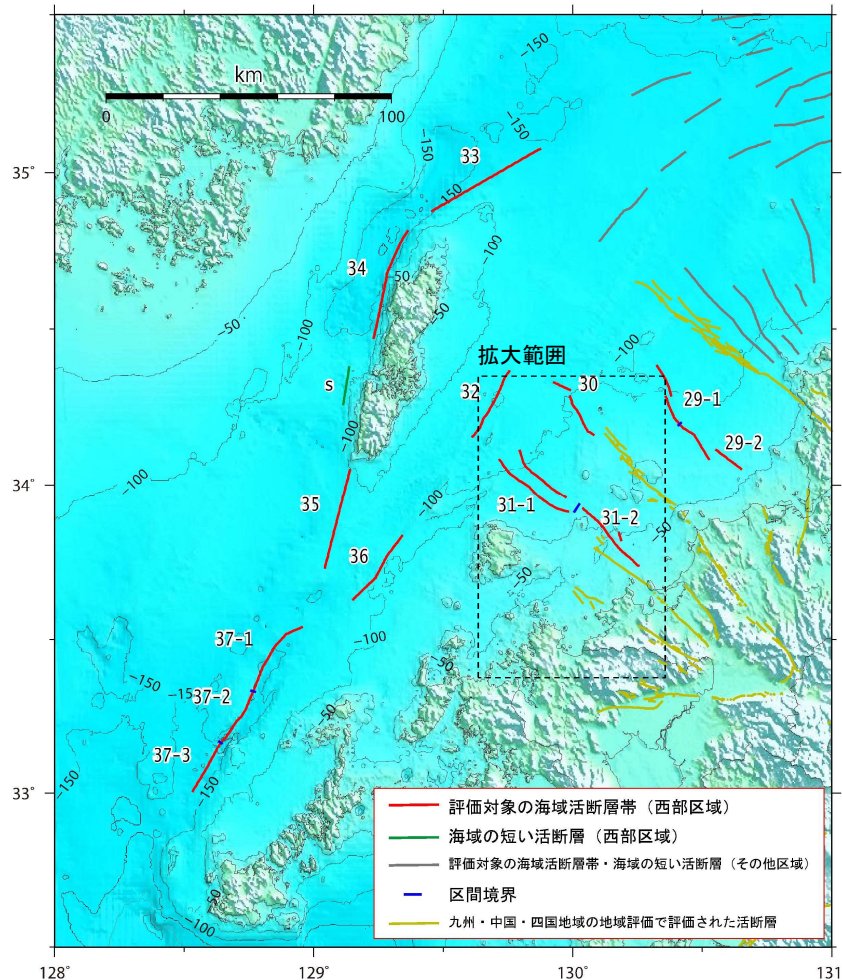
- 地震本部(2022)では、長さ約63kmの断層を小呂島近海断層帯として評価している。
- 既許可評価では、地震本部(2022)とほぼ同位置に沓岐北東部の断層群(約51km)と警固断層帯の一部を認定している。
- 地震本部(2022)と既許可評価では、断層認定の範囲はほぼ同じであるが、断層トレース及び断層区分に差異が認められることから、それぞれの評価内容を確認し、既許可評価への影響について確認する。



4. 海域活断層評価について

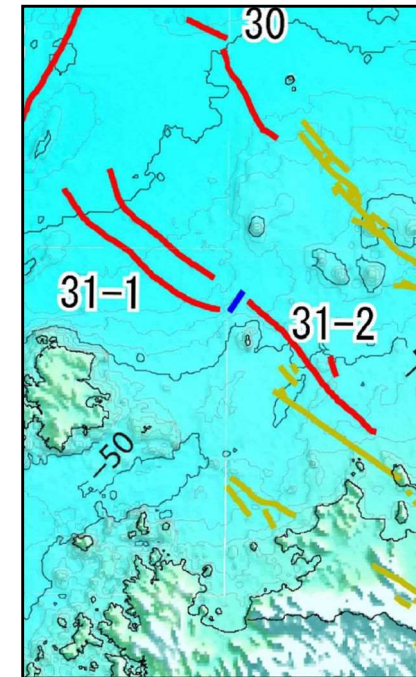
③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：地震本部（2022））

- 地震本部（2022）では、北西沖区間（31-1）約36km、東方沖区間（31-2）約28km、合わせて約63kmの左横ずれの断層として評価している。
- 北西沖と東方沖の区間は「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。
- 次頁以降に、地震本部（2022）における断層認定の根拠（推定）及び警固断層帯との関連性について示す。



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
北西沖	36	S55° E	左横ずれ	ほぼ垂直
東方沖	28	S37° E		
全体	63			



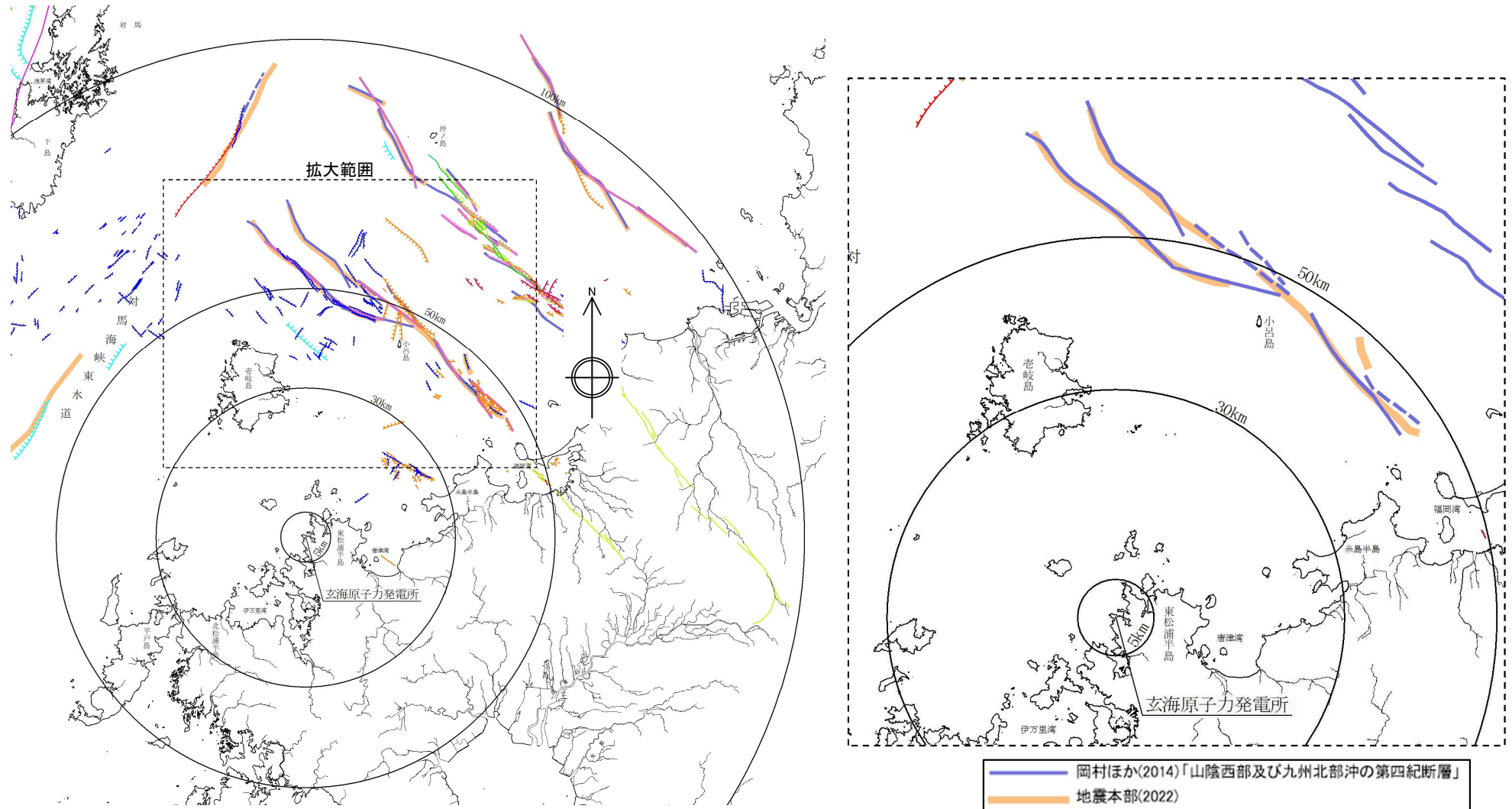
地震本部（2022）に一部加筆

4. 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））

〔断層トレースの根拠（推定）〕

■ 小呂島近海断層帯は、岡村ほか(2014)における断層トレースとほぼ同じ断層トレースとして評価されている。



文献による敷地周辺海域の断層分布図(P14の抜粋)

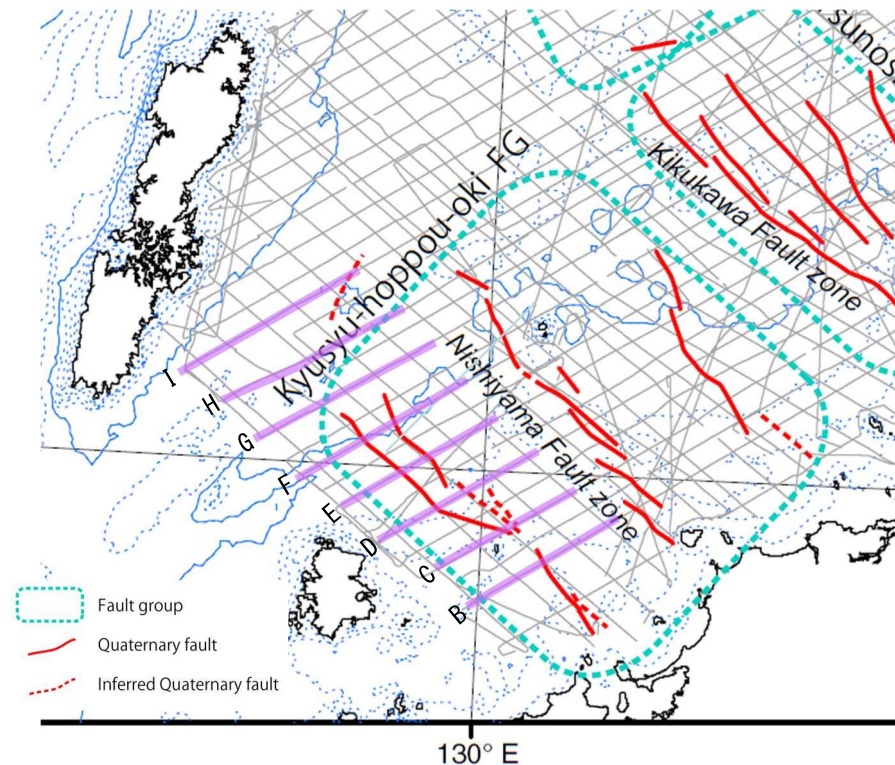
拡大図では、岡村ほか(2014)と地震本部(2022)のみ图示

4. 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))

【断層トレースの根拠(推定)】

■ 岡村ほか(2014)では、地質調査所の音波探査記録(下図)を用いて、地層の変形が海底に達している断層を第四紀断層としている。



反射探査の測線図 岡村ほか(2014)より抜粋・一部加筆

【使用データ】地質調査所の音波探査記録(音源:エアガン)

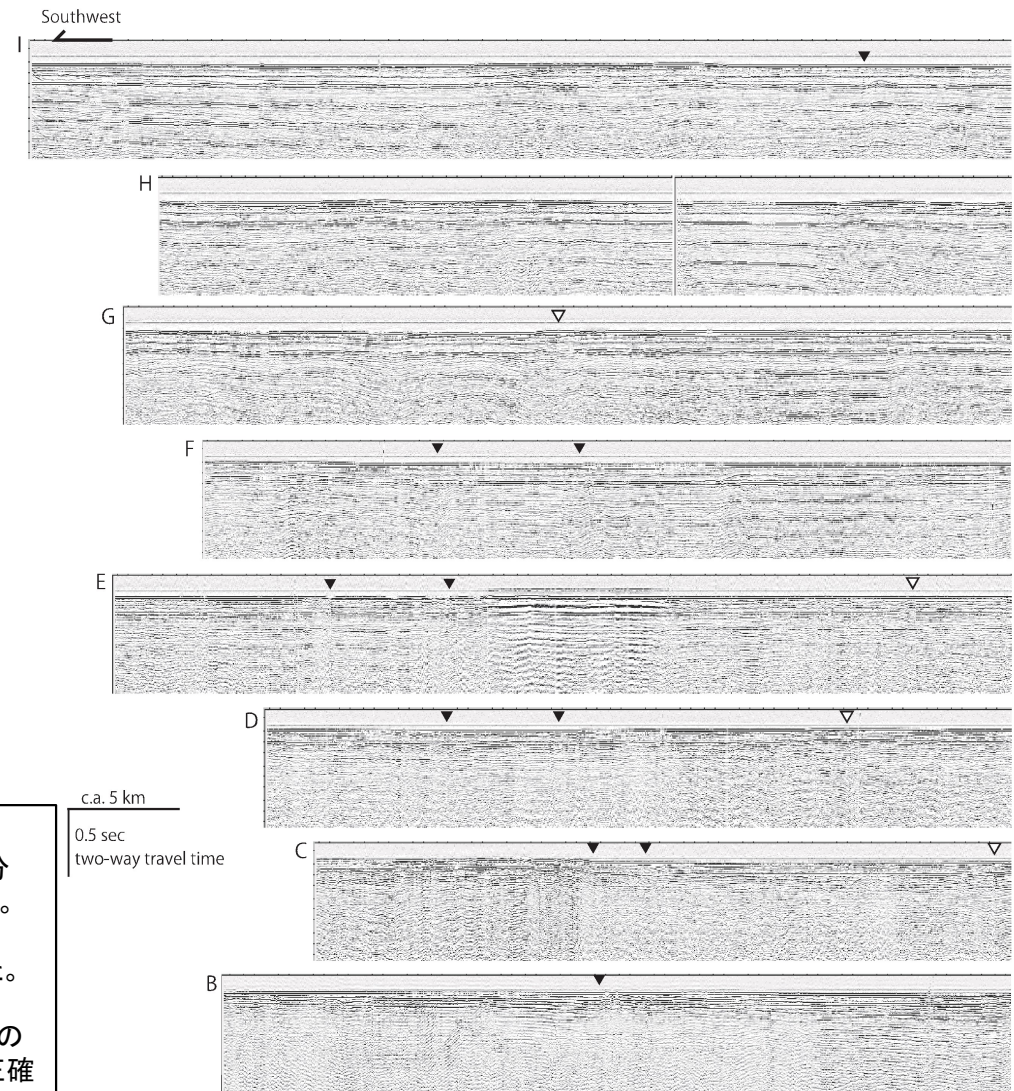
エアガンの反射断面は、活断層の判定には分解能が不十分である上、海底に分布する地層の年代も明らかでないことから、信頼性の高い活断層評価はできない。

【断層の抽出】

反射断面に認められる地層の変形が海底に達している断層を第四紀断層とした。

【九州北方沖の断層】

西山断層帯の南西側には博多湾から北西に連続する断層帯が発達する。複数の断層からなるが、堆積物が薄いため、断層の認定が困難で、それぞれの断層を正確にトレースすることが難しい。2005年福岡県西方沖地震はこの断層とほぼ平行な余震分布を持つが、反射断面の解釈に基づいた断層トレースはその震源断層の約5km北東側に位置する。福岡県西方沖地震の震源断層位置には確実な断層の存在を示す構造は認められない。



第12図. 九州北方沖断層群の反射断面. ▼はマッピングした断層, ▽は追跡できない断層. Ny: 西山断層帯海域延長部. 断面間のギャップはデータの空白があることを示すが、水平距離は正確ではない。

岡村ほか(2014)より抜粋

4. 海域活断層評価について

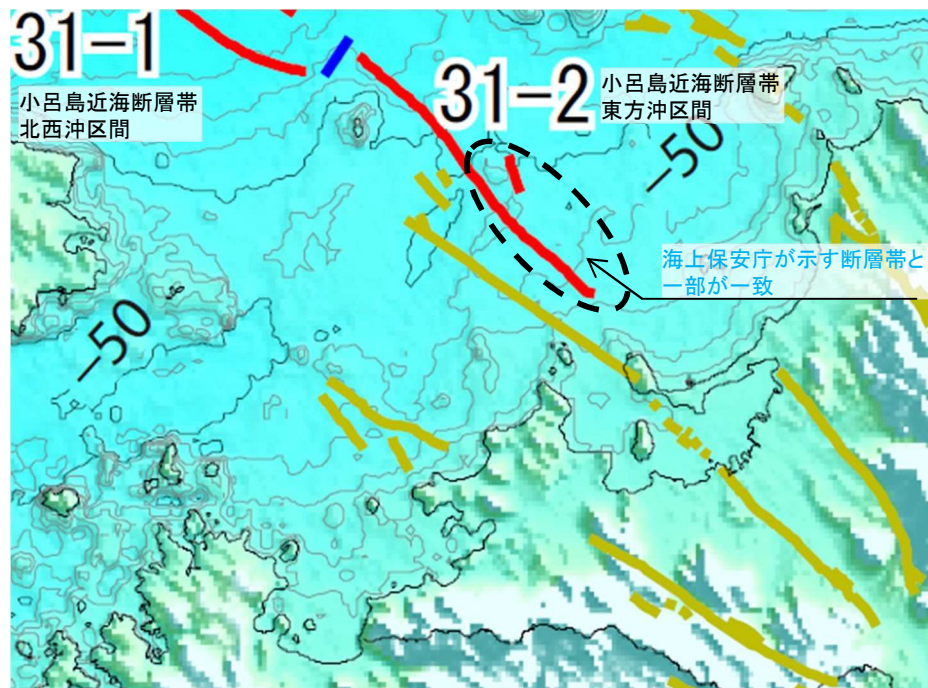
③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：地震本部（2022））

〔東方沖区間の評価（警固断層帯との関係）〕

- 地震本部（2022）では、小呂島近海断層帯東方沖区間の南端部は海上保安庁（2005a）等が示す断層帯と一致するとされている。
- 警固断層帯の長期評価（地震本部（2007））では、警固断層帯北西部は、福岡県西方沖地震の余震分布域をもとに評価されており、海上保安庁（2005a）が示す警固断層帯北西部の北東部に分布する断層帯については、松田（1990）の起震断層の定義に基づき警固断層帯北西部と5km以上の離隔があることから、警固断層帯とは別の起震断層として評価されている。

地震本部（2022）

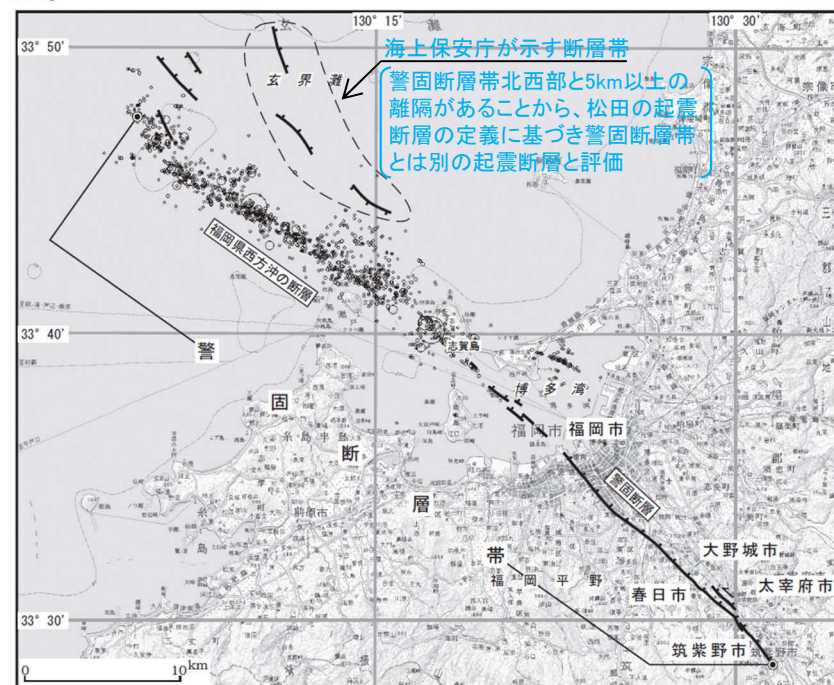
警固断層帯北西部の最新活動時期は2005年福岡県西方沖の地震である。反射断面から明瞭な断層を確認できていないため、平均変位速度及び平均活動間隔に関する知見は得られていない。一方、警固断層帯北西部の北東側及び北西端の周辺には、断層走向がほぼ同じ複数の断層が存在することが指摘されている（岩淵ほか、1998；海上保安庁海洋情報部、2005a）。警固断層帯の長期評価では、このうち、北東側にある複数の断層について、松田（1990）に基づき、警固断層帯とは異なる長さ約14kmのひとつの断層と判断した（地震調査推進本部地震調査委員会、2007）。この長さ約14kmの断層は、本評価で評価対象の海域活断層帯となっている小呂島近海断層帯東方沖区間の南端部と一致する。



地震本部（2022）より抜粋・一部加筆

警固断層帯の長期評価（地震本部（2007））

このほか、海上保安庁海洋情報部（2005a）は、断層帯北西部の北東側及び北西端付近に、断層帯北西部と走向をほぼ同じくする複数の断層が存在することを指摘している（図3）。このうち、北東側の3本の断層（図3の、破線で囲まれた断層）はひとつの断層帯と考えられるが、断層帯北西部とは5km以上の隔たりがあることから、松田（1990）の起震断層の定義に基づく、別の起震断層と考えられる。しかしながら、長さは約14kmであり、単独では地震調査研究推進本部（1997）による基盤的調査観測対象の基準に達しないことから、以下の詳細な評価の対象としないこととした。一方、北西端付近の断層は本断層帯に含まれると考えられる。ただし、いずれも短く（長さが5km未満）、副次的な断層と考えられることから、ここでは詳細な評価はしないこととした。



地震本部（2007）より抜粋・一部加筆

4. 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）のまとめ〕

- 小呂島近海断層帯は、岡村ほか（2014）における断層トレースとほぼ同じである。
岡村ほか（2014）では、地質調査所の音波探査記録を用いて地層の変形が海底に達している断層を第四紀断層としている。
→地震本部（2022）は、岡村ほか（2014）における断層トレースを参考にしたうえで、地質調査所の音波探査記録を基に評価していると考えられる。
- なお、この評価範囲周辺においては、既許可以降、他機関も含め新たな音波探査記録はない。
- 地震本部（2007）で警固断層帯とは異なる起震断層と評価された断層は、小呂島近海断層帯東方沖区間の南端部と一致するとされている。
したがって、小呂島近海断層帯東方沖区間南東部は、警固断層帯とは別の断層として評価されていると考えられる。
→地震本部（2022）は、地震本部（2007）の評価を踏襲していると考えられる。

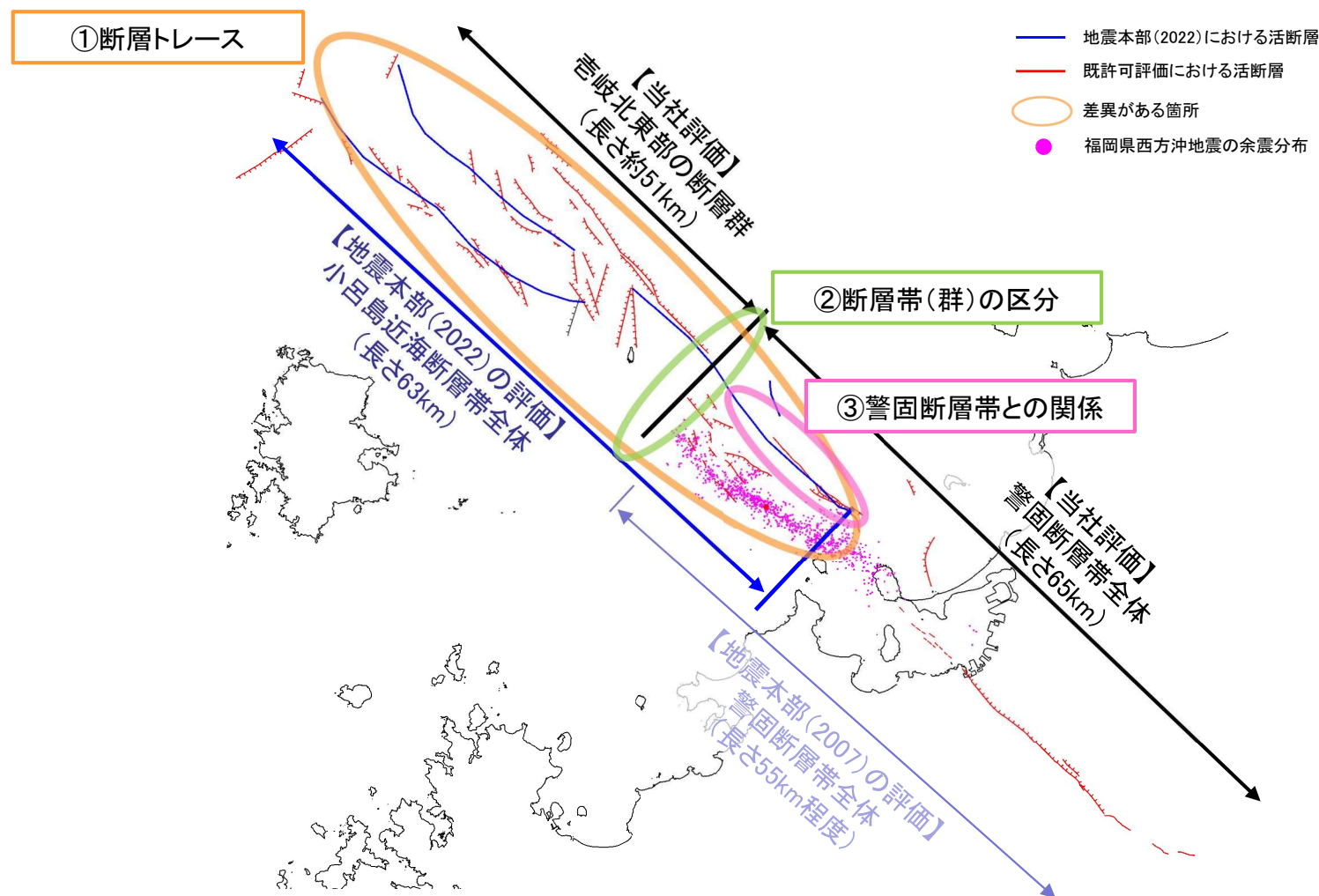


余 白

4. 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)による小呂島近海断層帯とほぼ同位置に沓岐北東部の断層群(約51km)と左横ずれの警固断層帯の一部を認定している。
- 断層認定にあたっては、地震本部(2007)、岡村ほか(2014)等の文献を踏まえたうえで、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、他機関(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評価している。
- 地震本部(2022)と差異がある箇所(下図①~③)について、既許可評価の内容を整理し、その詳細について説明。
- なお、断層の認定範囲はほぼ同じであることから、断層の認定基準(年代)の違いが評価の差異の要因とはならないと判断。



4. 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）

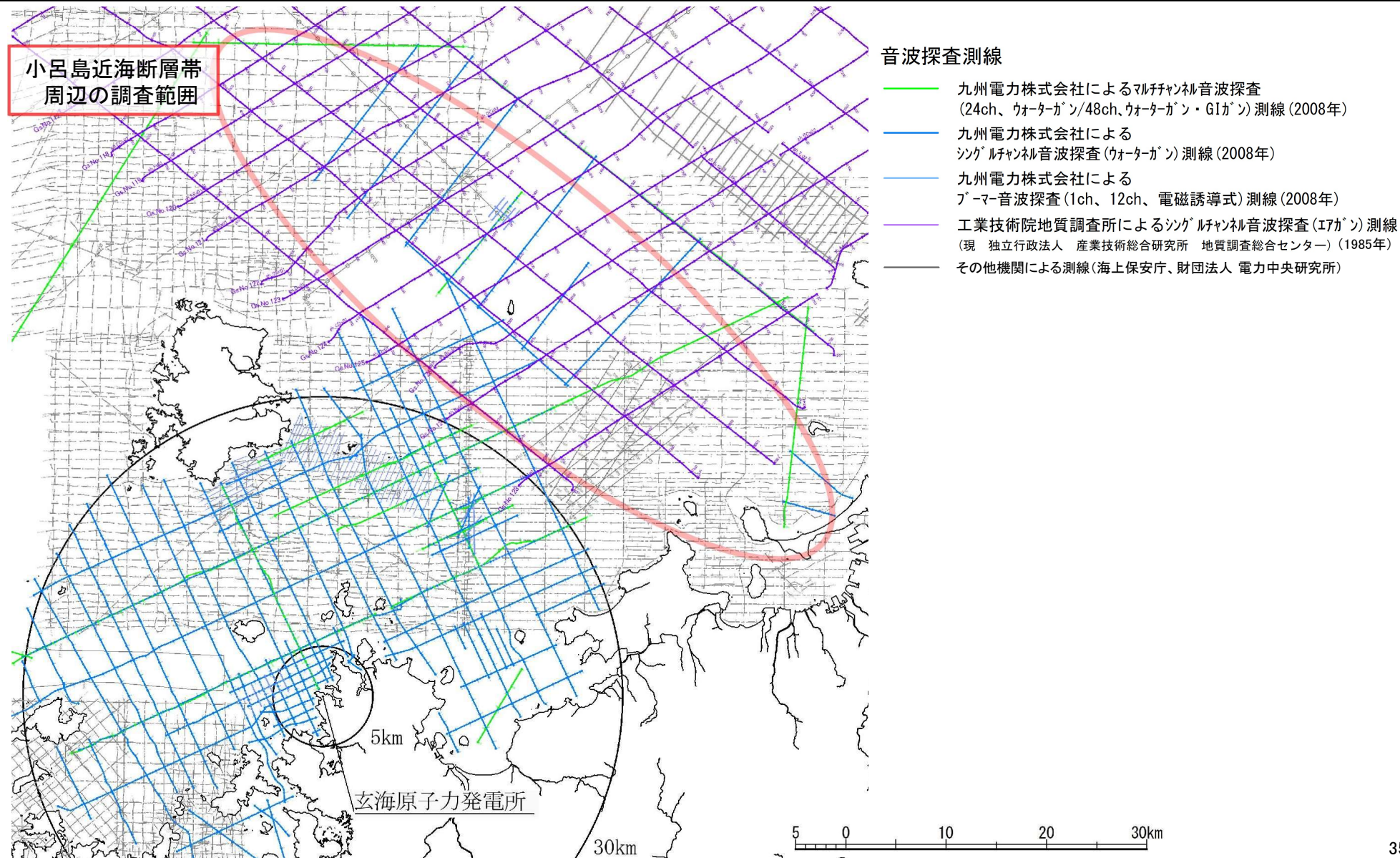
地震本部(2022)との差異	既許可評価	説明頁
①断層トレース	<p>■ 地震本部(2022)は、地質調査所の音波探査記録を基に断層を認定し、前頁①の範囲を一連の断層帯として評価していると考えられる。</p> <p>■ 既許可評価では、地震本部(2022)が使用した地質調査所の音波探査記録に加え、他機関及び当社独自の音波探査記録を用いて、より密な測線間隔で断層を認定。認定した断層の位置や性状を精度よく把握し、前頁①の範囲をトレースしている。</p>	P35
②断層区分	<p>■ 地震本部(2022)は、①で認定した断層トレースを基に、一連の断層帯と評価している。</p> <p>■ 既許可評価では、高分解能(地下構造を、より精度よく把握可能)な当社独自の音波探査記録等を用いた詳細な分析を行い、以下の理由により、<u>壱岐北東部の断層群と警固断層帯は別の断層帯として評価している。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・壱岐北東部の断層群と警固断層帯は断層構造が異なる ・警固断層帯の北西部は、断層端部に特徴的なスプレー状の構造を示す ・壱岐北東部の断層群と警固断層帯の境界付近では、断層は認められず、おおむね平坦面を形成している 	P36,37 P37,38 P39～43
③警固断層帯との関係	<p>■ 地震本部(2022)は、松田(1990)の起震断層の定義に基づき、警固断層帯北西部と5km以上の離隔があることから、警固断層帯とは別の断層帯と評価した地震本部(2007)を踏襲していると考えられる。</p> <p>■ 既許可評価では、地震本部(2007)の評価を把握したうえで、<u>警固断層帯南東部(陸域)や福岡県西方沖地震の余震分布域との関係について詳細な分析を行い、以下の理由により、警固断層帯としている。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・警固断層帯南東部(陸域)と同じ左横ずれの断層であること等から、同じ構造であるとし一連の断層と評価 ・福岡県西方沖地震の余震分布域は、音波探査記録で確認される断層分布と調和的であることから、福岡県西方沖地震を発生させた地下の断層とまとまって一つの地震を起こす起震断層であると評価 	P44 P45

4. 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）

〔使用データ〕

■ 既許可評価では、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、他機関(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用いて、より密な測線間隔で断層を認定している。



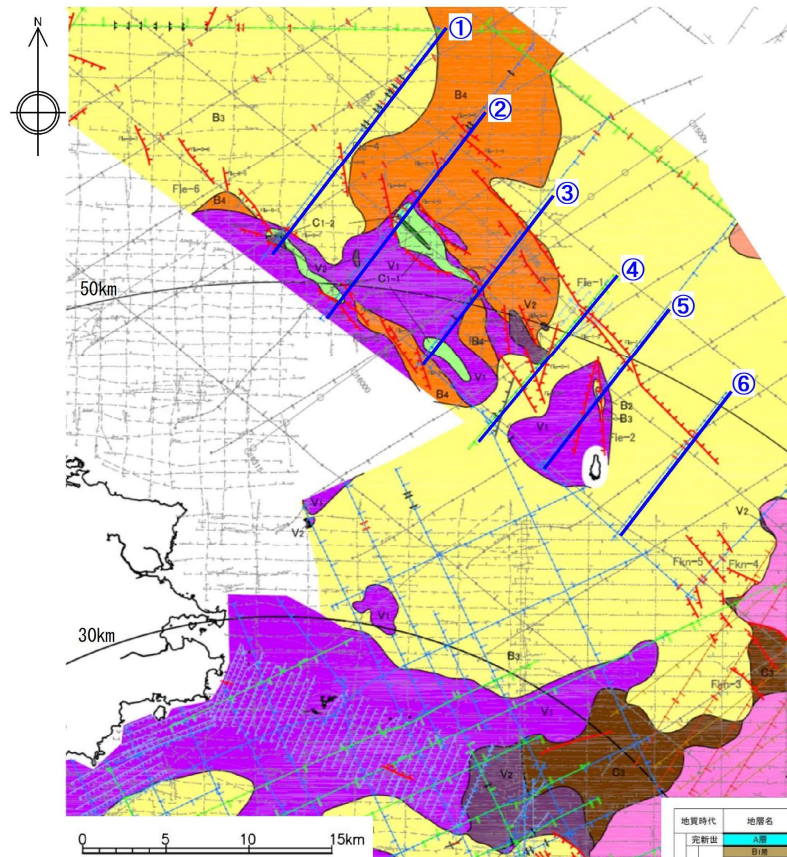
4. 海域活断層評価について

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)

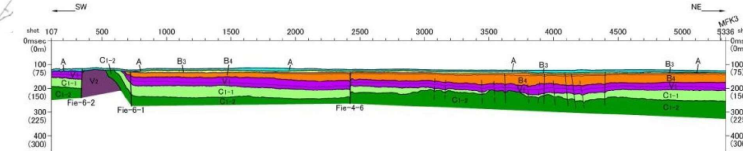
[壱岐北東部の断層群の断層構造]

■ 壱岐北東部の断層群は、警固断層帯の北西延長部に位置しており、一部で海底面に変位及び変形が認められるものの、走向や落ちの方向が一定せず、累積性及び連続性に乏しいと評価している。

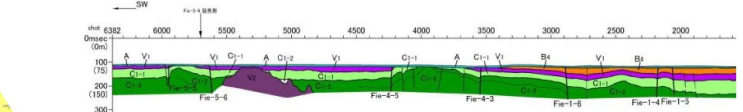
平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P137) を一部加筆



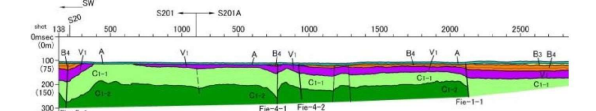
① (S200N測線)



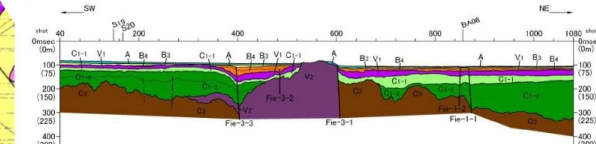
② (S200S測線)



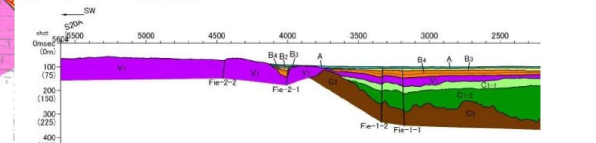
③ (S201測線)



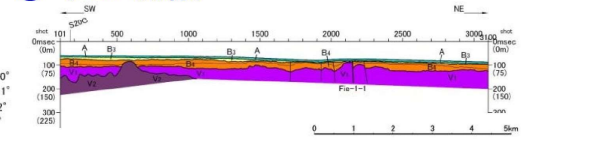
④ (M202測線)



⑤ (S203測線)

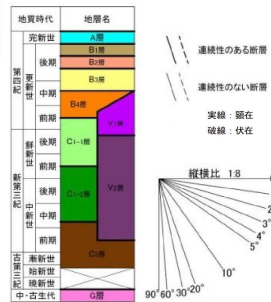


⑥ (S204測線)



九州電力の測線

- 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。
- 本断層群が位置する海域においては、V層が海底面付近に広く分布する。
- 一部で火山活動(前期中新世～中期更新世)と推定されるV層等の高まりが認められ、その周辺には断層が確認される。

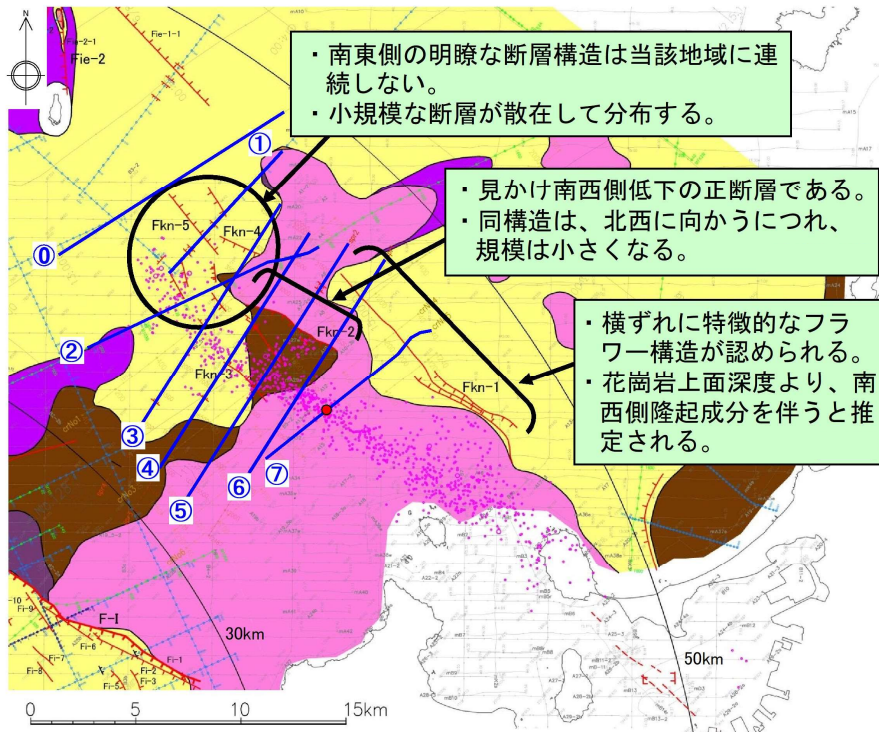


4. 海域活断層評価について

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)

[警固断層帯北西部の断層構造]

■ 警固断層帯北西部は、横ずれに特徴的なフラワー構造が認められ、その北西側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と評価している。

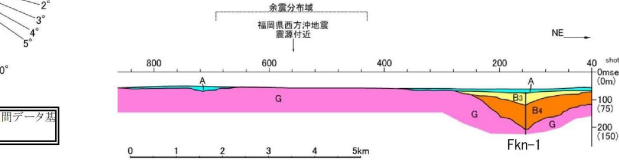
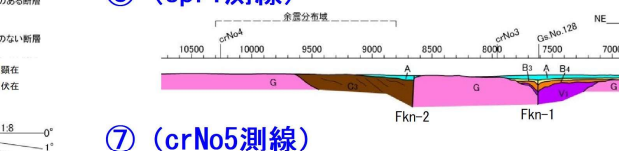
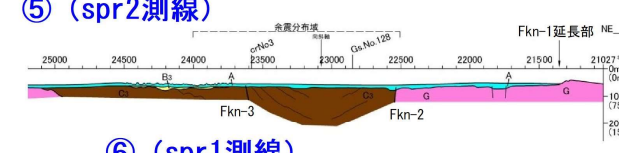
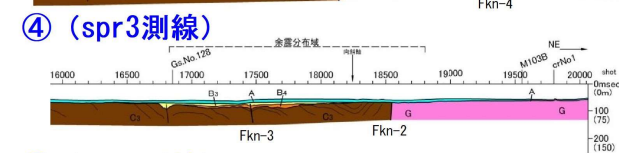
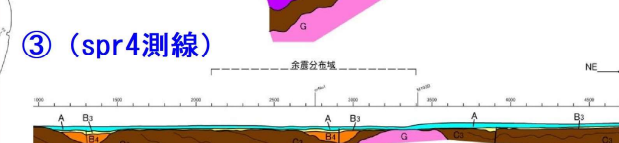
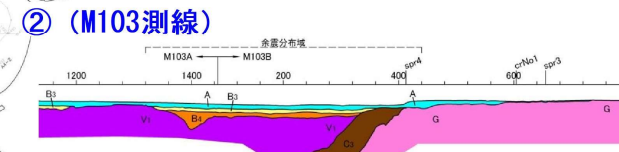
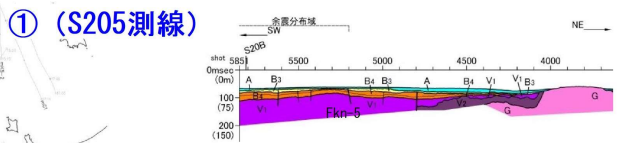
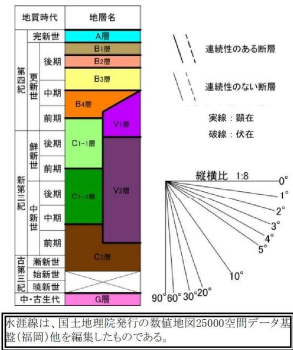


・南東側の明瞭な断層構造は当該地域に連続しない。
・小規模な断層が散在して分布する。

・見かけ南西側低下の正断層である。
・同構造は、北西に向かうにつれ、規模は小さくなる。

・横ずれに特徴的なフラワー構造が認められる。
・花崗岩上面深度より、南西側隆起成分を伴うと推定される。

・海上音波探査結果より、横ずれに特徴的なフラワー構造が認められるFkn-1断層、見かけ南西側低下の正断層で不整合境界の左横ずれと推定されるFkn-2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。
・これらの断層は、比較的幅広く分布するものの、横ずれの構造が認められ、同じ走向でほぼ直線上に分布することから、同一の応力場で形成された一つの断層帯であると考えられる。



平成28年10月18日まとめ資料 TC-030改5 (P125) を一部加筆

九州電力の測線

海上保安庁の測線

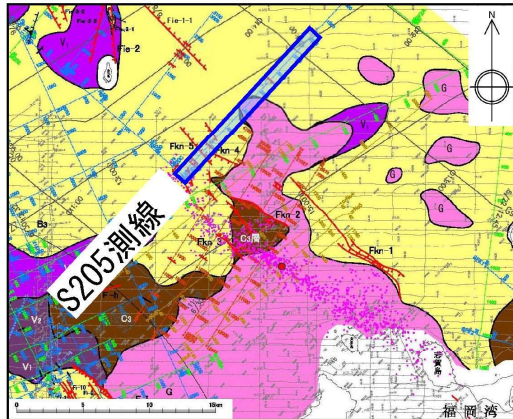
電力中央研究所の測線

4. 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)

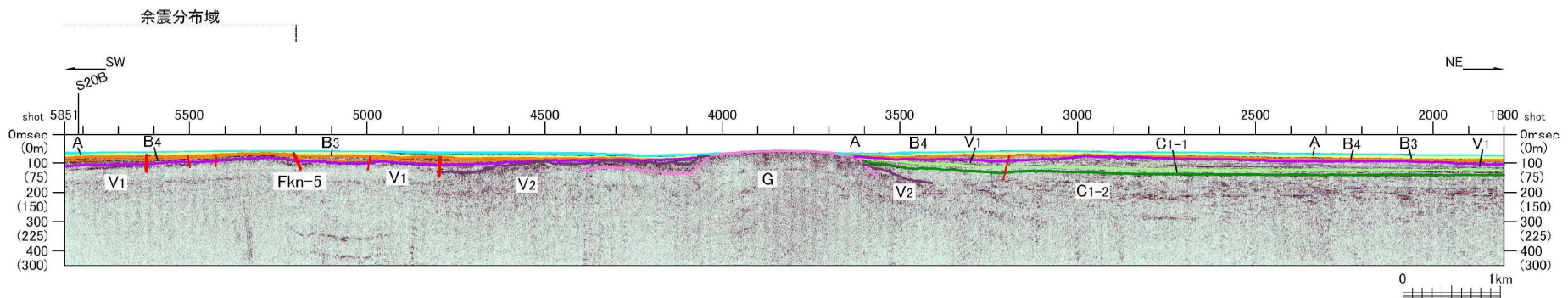
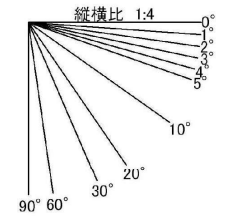
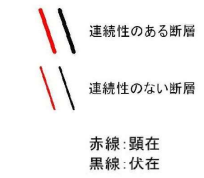
平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P128)

① S205断面図 (シングルチャンネル音波探査 音源:ウォーターガン)



- ・余震分布域周辺に小規模な活断層が多数認められる。
- ・南東側の断層に対して、条数は増し散在して分布すること、各断層の変位・変形が小さいことから、断層端部に特徴的なスプレー状の構造と考えられる。

地質時代	地層名	
第四紀	更新世	A層
	後期	B1層
	中期	B2層
	前期	B3層
第三紀	新第三紀	B4層
	後期	V1層
	前期	C1-1層
	中・古生代	C1-2層
古生代	漸新世	V2層
	始新世	C2層
	中・古生代	G層

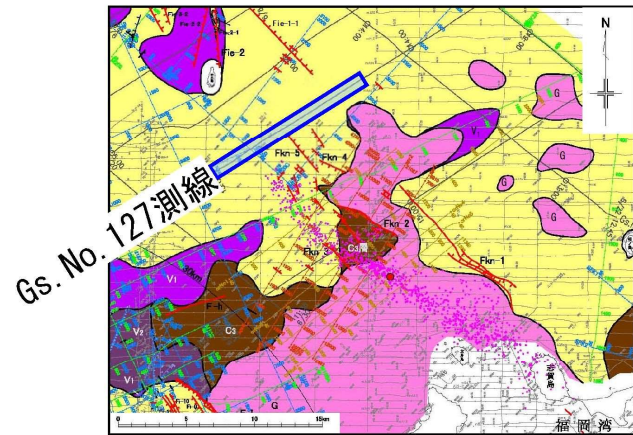


4. 海域活断層評価について

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)

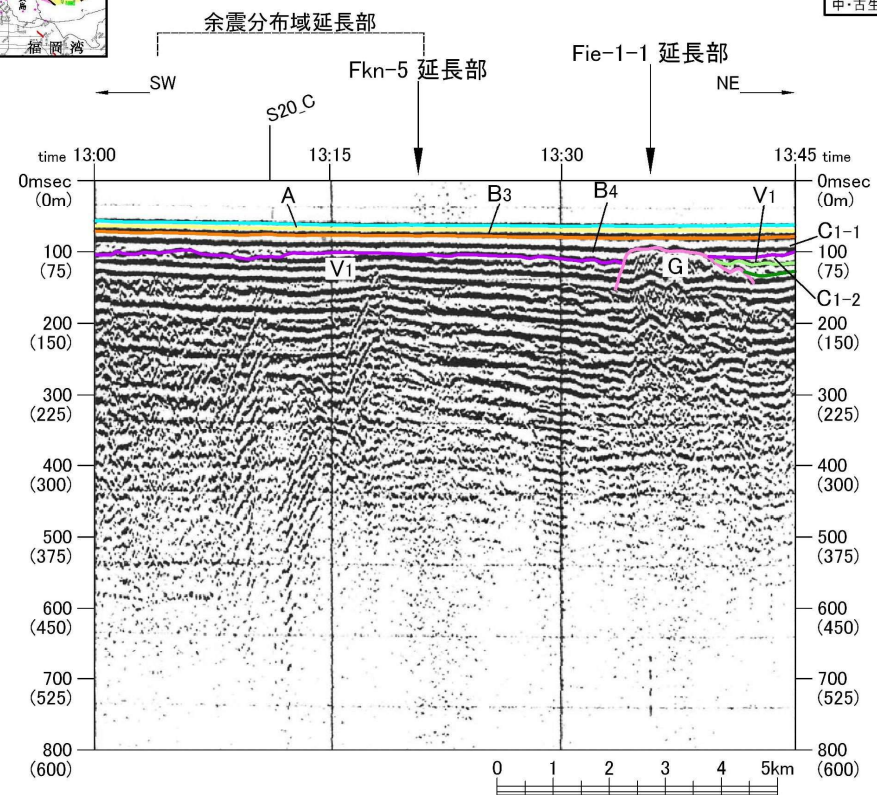
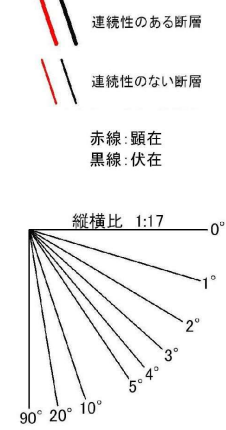
平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P129)

① Gs.No.127断面図 (シングルチャンネル音波探査 音源:エアガン)



・断層延長部及び余震分布域の延長部は、13:00～13:30間に位置すると想定される。
 ・当位置には、V1層、B4層及びB3層が分布するものの、それらに断層による変位・変形は認められない。

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



※この図面は、地質調査所が実施した海上音波探査の記録を、九州電力網が独自に解析・作成したものである。

余 白

4. 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）

[壱岐北東部の断層群と警固断層帯北西部の連続性]（次頁参照）

- 前頁に示すとおり、壱岐北東部の断層群と警固断層帯は、異なる断層構造を有すると評価している。
- また、警固断層帯北西部の北西側では断層端部に特徴的なスプレー状の構造が認められ、壱岐北東部の断層群と警固断層帯の境界付近では断層は確認されないと評価している。

[壱岐北東部の断層群と警固断層帯の境界付近における断層評価]

- ・地震本部(2022)による小呂島近海断層帯東方沖区間と断層トレースが類似するFkn-1断層について、⑦crNo5測線及び⑥spr1測線では、横ずれ断層に特徴的なフラワー構造が確認されるが、⑤spr2測線における当該断層の延長部に変位・変形は認められない。さらに、その北側に位置する②M103測線においても、当該断層の延長部に変位・変形は認められない。
- ・また、警固断層帯北西部の北西端に位置するFkn-5断層については、P39に示すGs.No.127測線における当該断層の当該断層の延長部に変位・変形は認められない。さらに、その北側に位置する⑥S204測線においても、当該断層の延長部に変位・変形は認められないことから、壱岐北東部の断層群と警固断層帯の境界付近には断層は認められないと評価している。

4. 海域活断層評価について

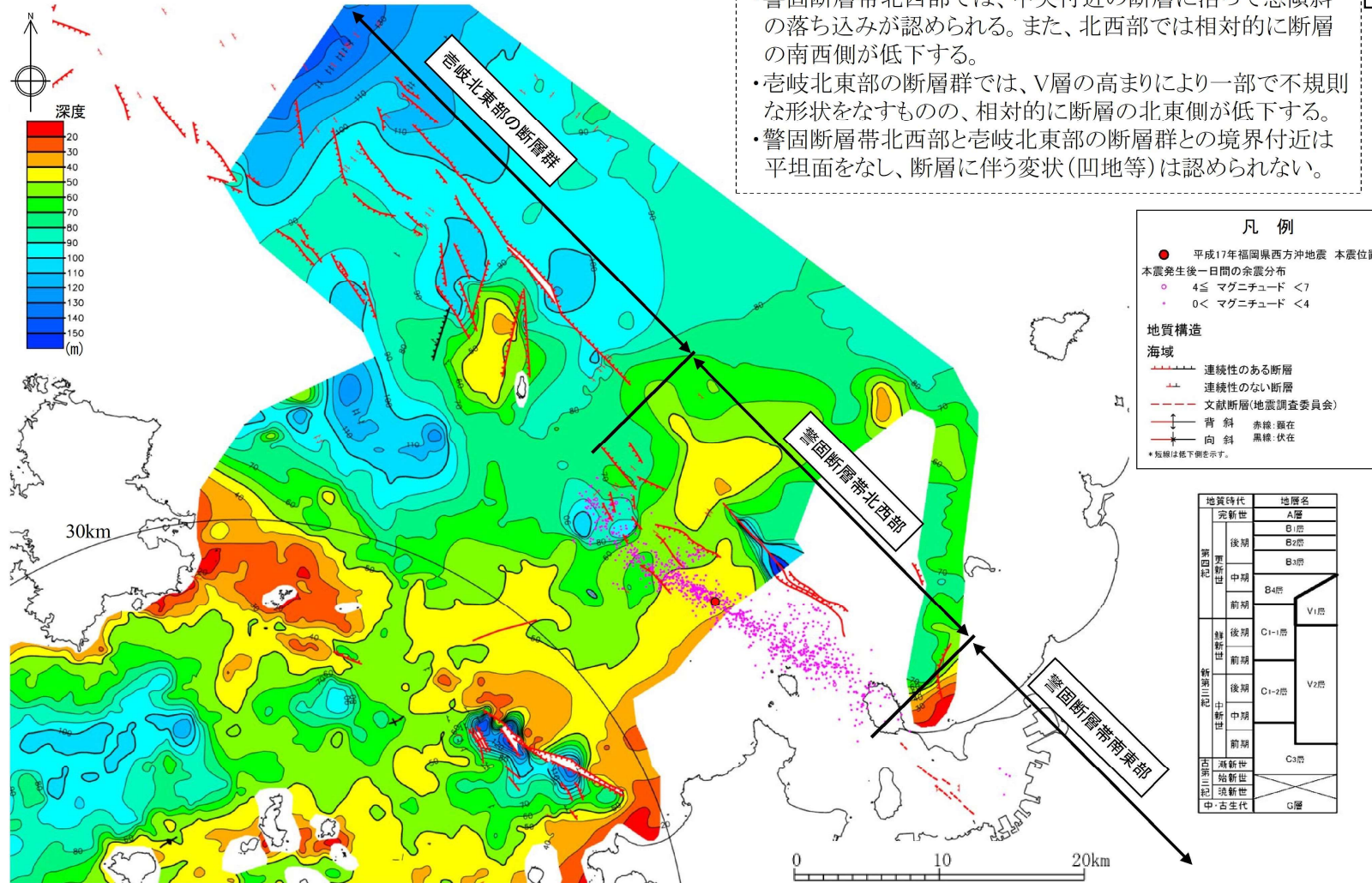
③ 抽出した断層の詳細確認（小呂島近海断層帯：既許可評価）

〔吉岐北東部の断層群と警固断層帯の連続性〕

- 警固断層帯北西部では断層沿いに凹地が認められるが、吉岐北東部の断層群では顕著な傾向は確認されない。
- また、吉岐北東部の断層群と警固断層帯北西部の境界付近は、おおむね平坦面を形成しており、断層に伴う変状(凹地等)が認められないと評価している。

平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P145)

- ・ 警固断層帯北西部では、中央付近の断層に沿って急傾斜の落ち込みが認められる。また、北西部では相対的に断層の南西側が低下する。
- ・ 吉岐北東部の断層群では、V層の高まりにより一部で不規則な形状をなすものの、相対的に断層の北東側が低下する。
- ・ 警固断層帯北西部と吉岐北東部の断層群との境界付近は平坦面をなし、断層に伴う変状(凹地等)は認められない。



本図は、国土地理院発行の数値地図25000空間データ基盤(福岡)他を編集したものである。

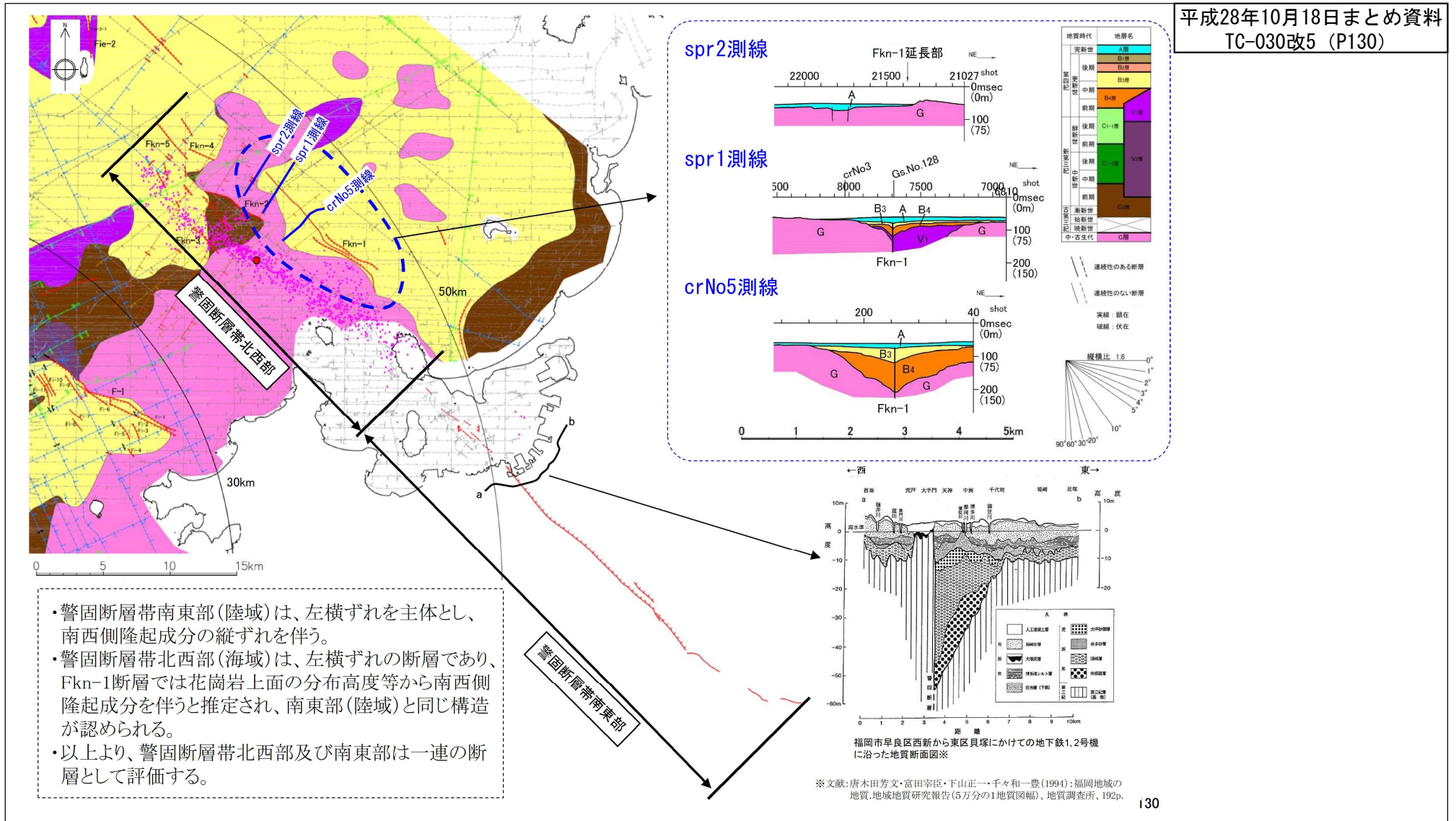
B層基底面の等深線図

4. 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)

[警固断層帯北西部(海域)及び南東部(陸域)の連続性]

■ 警固断層帯北西部(海域)及び南東部(陸域)は、いずれも左横ずれの断層であり、南西側隆起成分を伴っていることから同じ構造であるとし一連の断層と評価している。

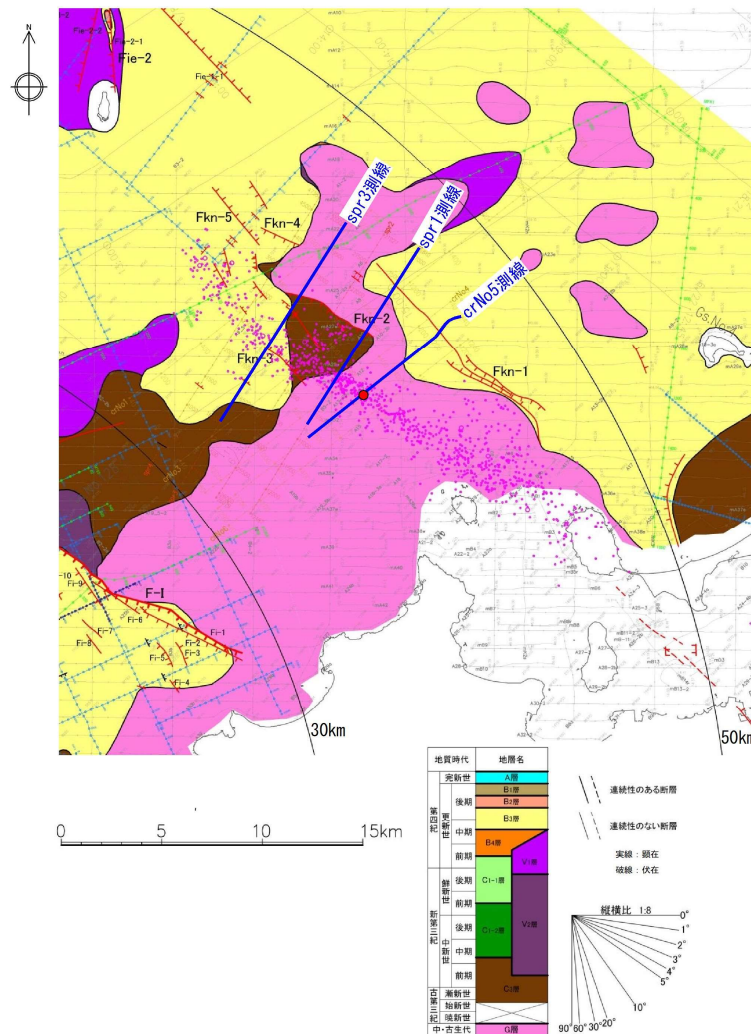


4. 海域活断層評価について

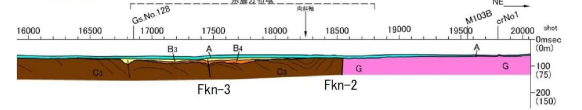
③ 抽出した断層の詳細確認 (小呂島近海断層帯：既許可評価)

[警固断層帯北西部と福岡県西方沖地震の余震分布域との関係]

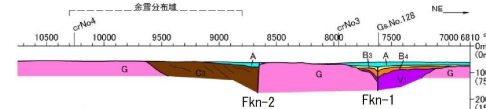
■ 福岡県西方沖地震余震分布域の周辺では、変位の累積性を有する断層が並走して認められること、余震分布域は海上音波探査で確認される断層群と調和的であることから、2005年福岡県西方沖地震を発生させた地下の断層(震源断層)と警固断層帯北西部に分布する断層は、まとめて一つの地震を起こす起震断層であると評価している。



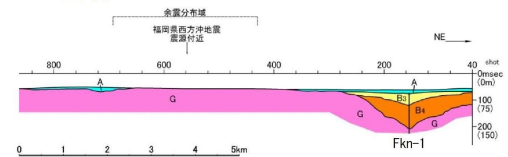
spr3測線



spr1測線



crNo5測線



平成28年10月18日まとめ資料
TC-030改5 (P133)

音響基盤である花崗岩が広く分布し、横ずれ断層が発達する地域であることから、他の地域に比べ、海上音波探査による断層の評価は難しいものの、以下の理由により当該地域においても適切に活断層を評価できると判断される。

- 花崗岩分布域においても、海上音波探査により、複数の形態で断層は確認できる
- 余震分布域の直上で断層の存否が不明な区間があるものの、その周辺では、変位の累積性を有する断層が並走して認められる
- 余震分布域は海上音波探査で確認される断層群と調和的である(断層群の延長部に余震は認められない)

以上より、これらの断層及び2005年の地震を発生させた地下の断層(震源断層)は、まとめて一つの地震を発生させる可能性が高い断層のグループ(起震断層)と考えられる。



余 白

4. 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）

〔既許可評価のまとめ〕（次頁参照）

・壱岐北東部の断層群及び警固断層帯について、以下のとおり評価している。

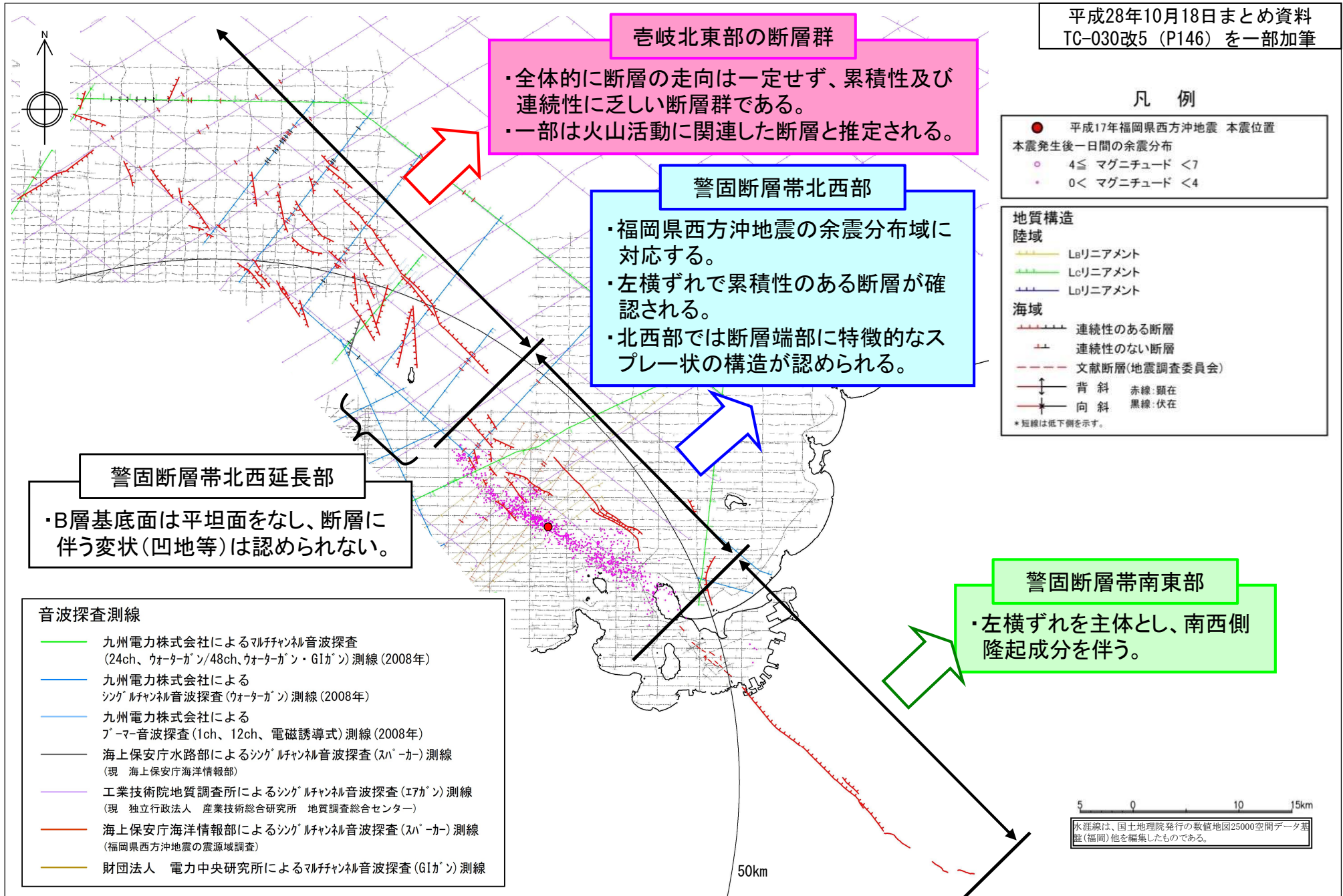
壱岐北東部の断層群：全体的に断層の走向は一定せず、累積性及び連続性に乏しい断層群。
一部は火山活動に関連した断層と推定される。

警固断層帯北西部：左横ずれで累積性のある断層が確認されることから、警固断層帯南東部（陸域）と一連の断層と評価。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。
2005年福岡県西方沖地震の余震分布域は、警固断層帯北西部において海上音波探査で確認される断層群と調和的であることから、2005年福岡県西方沖地震を発生させた地下の断層（震源断層）とまとまって一つの地震を起こす起震断層であると評価している。

・壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連続性については、上記のとおり、地質構造が異なること、また、警固断層帯北西部北側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こと、さらに、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等から、連続しない異なる断層として評価している。

4. 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)



4. 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：既許可評価への影響確認）

- 地震本部(2022)との評価の差異について、地震本部(2022)が引用した知見・データに、高分解能な当社独自の音波探査記録等を加え、より多くの情報を基に以下のとおり詳細な分析を行っていること、既許可評価以降に公表された新たなデータはないことから、既許可評価の見直しは不要と判断した。

〔断層トレース・断層帯の区分〕

- ・地震本部(2022)は、小呂島近海断層帯について、地質調査所の音波探査記録を基に、音波探査記録で断層と確認した箇所をトレースし評価しているものと考えられる。
- ・既許可評価では、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、他機関及び当社独自の音波探査記録を用いて、より密な測線間隔での情報に基づき、断層の位置や性状を精度よく把握している。
また、既許可評価では、小呂島近海断層帯とほぼ同じ範囲に断層を認定しているが、高分解能な当社独自の音波探査記録等を用いて、断層性状や連続性について、以下のとおり評価し、断層帯の区分を行っている。
 - － 壱岐北東部の断層群は、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。
 - － 警固断層帯北西部は、左横ずれで累積性のある断層が確認されることから、警固断層帯南東部(陸域)と一連の断層と考えられ、北西側では、断層端部に特徴的なスプレー状の構造が認められる。
 - － 壱岐北東部の断層群と警固断層帯の連続性については、上記のとおり、地質構造が異なること、また、警固断層帯北西部北側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こと、さらに、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等から、連続しない異なる断層として評価。

〔警固断層帯との関係〕

- ・地震本部(2022)は、小呂島近海断層帯について、松田(1990)の起震断層の定義に基づき、警固断層帯北西部と5km以上の離隔があることから、警固断層帯とは別の断層帯と評価していると考えられる。
- ・既許可評価では、警固断層帯北西部に分布する断層について、地震本部(2007)の評価を把握したうえで、高分解能な当社独自の音波探査記録等を用いて以下のとおり評価し、警固断層帯としている。
 - － 警固断層帯北西部は、左横ずれで累積性のある断層が確認されることから、警固断層帯南東部(陸域)と一連の断層であると考えられること
 - － 福岡県西方沖地震の余震分布域は、警固断層帯北西部において海上音波探査で確認される断層群と調和的であり、福岡県西方沖地震を発生させた地下の断層(震源断層)とまとまって一つの地震を起こす起震断層であると考えられること

- ただし、安全上の評価として、地震本部(2022)小呂島近海断層帯の評価を考慮した震源・波源を設定し、既許可の基準地震動・基準津波への影響を確認する。

4. 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：既許可評価への影響確認)

