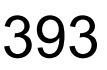


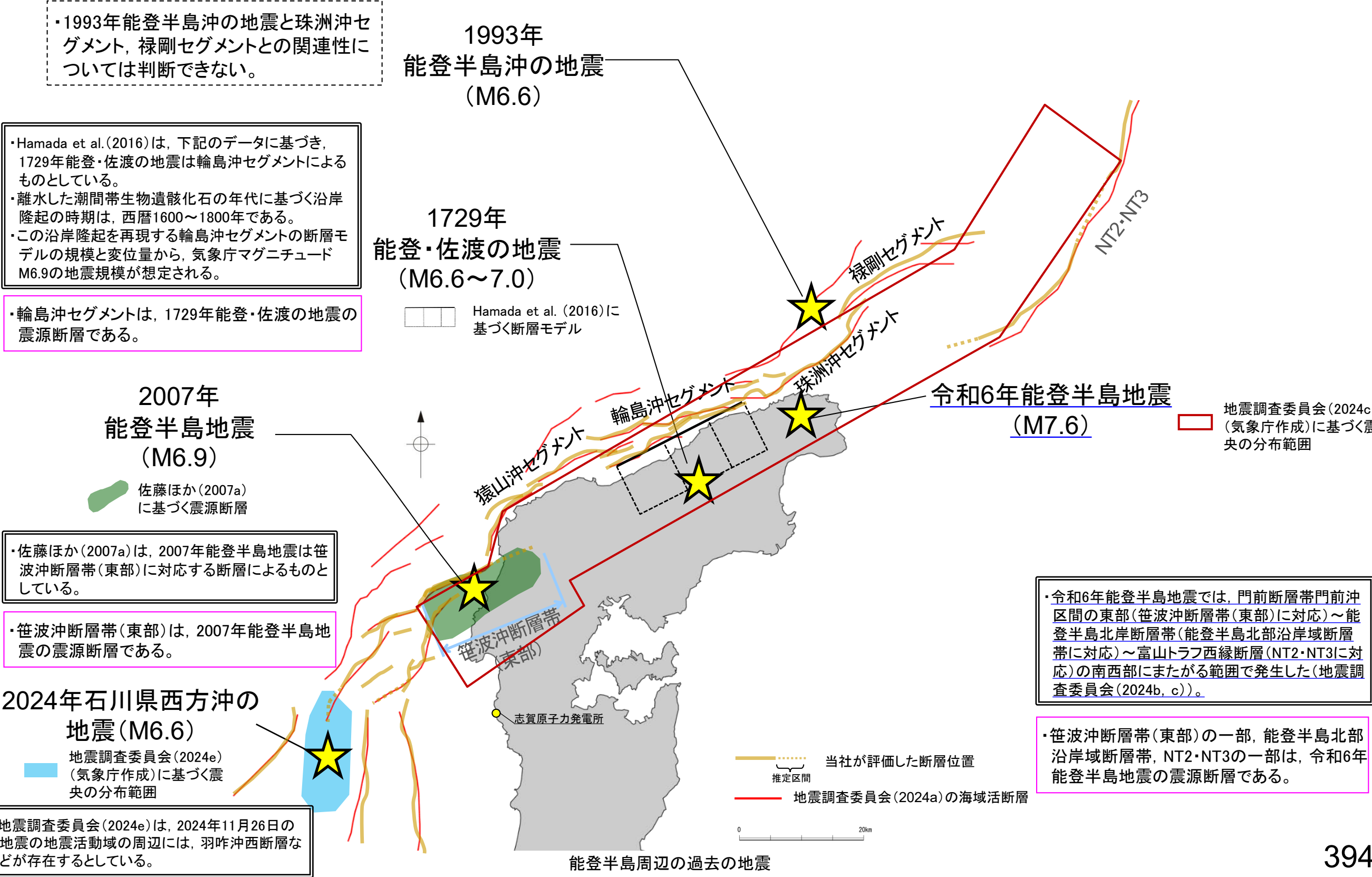
○笹波沖断層帯(西部), 笹波沖断層帯(東部), 猿山沖セグメント, 輪島沖セグメント, 珠洲沖セグメント及び禄剛セグメント間のB₁層基底の変位量分布に関する検討結果を以下に示す。



【地震活動】

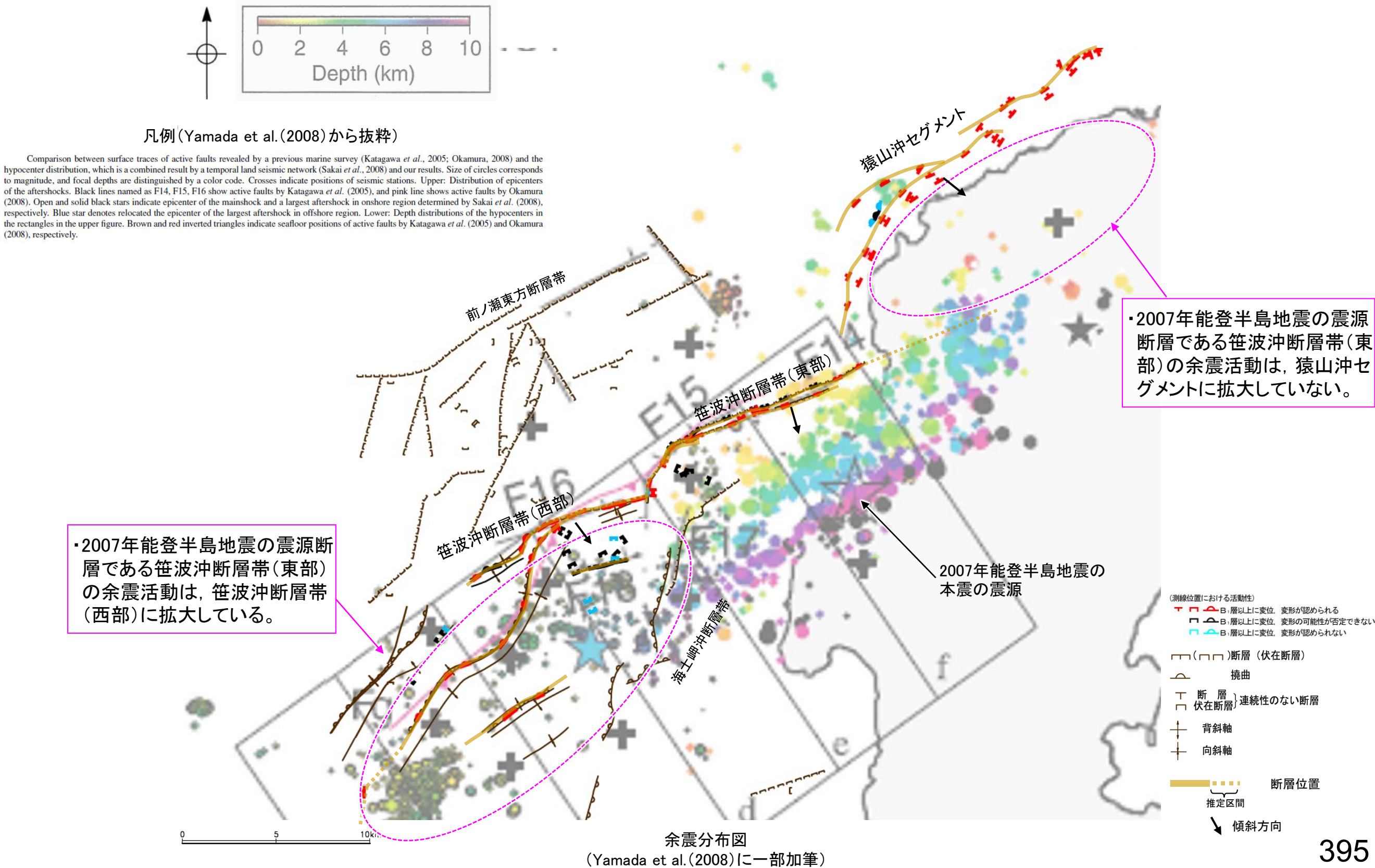
○能登半島周辺で過去に発生した地震活動に関する文献調査結果を以下に示す。

青下線は令和6年能登半島地震の知見を反映した箇所



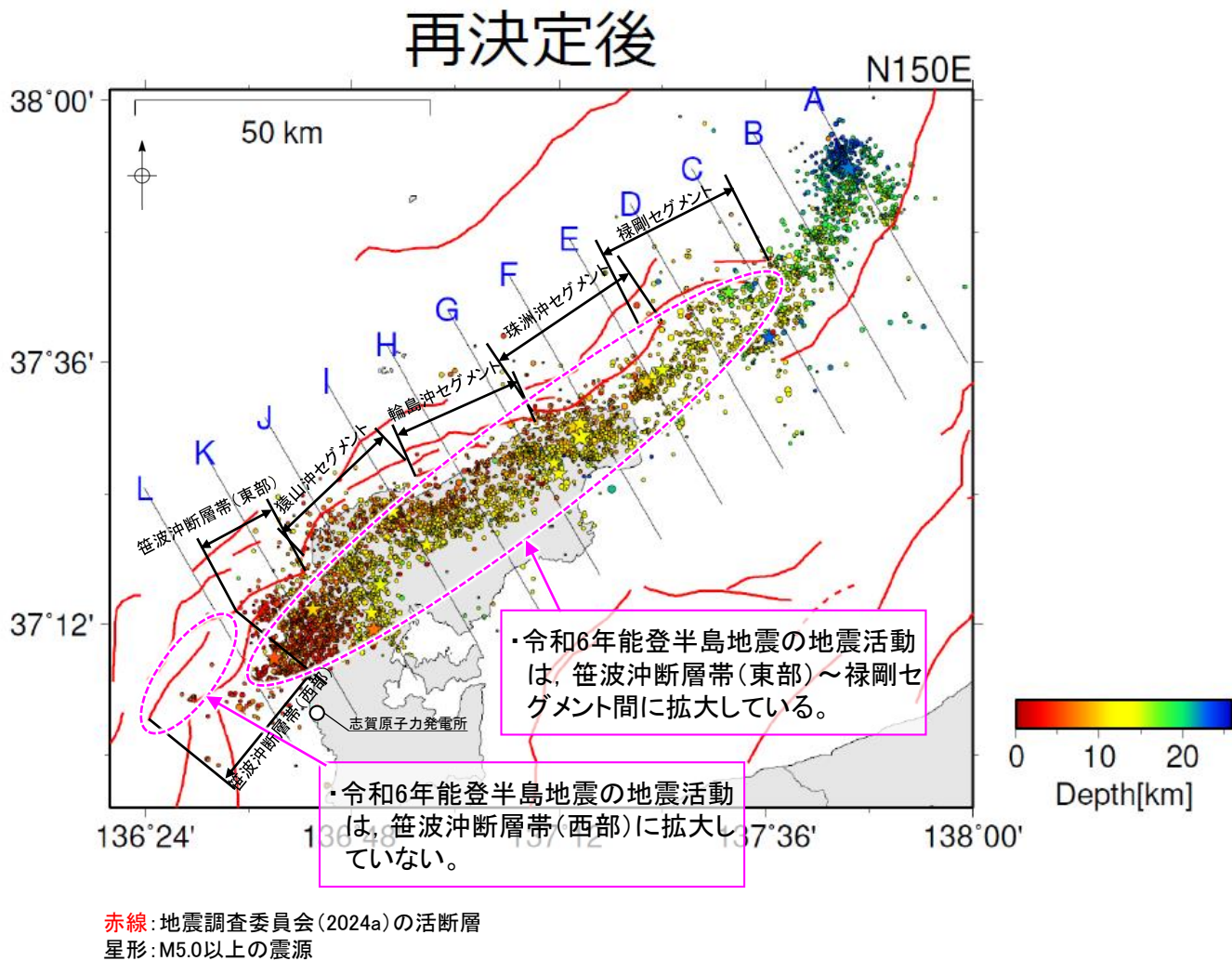
【地震活動(2007年能登半島地震)】

○笹波沖断層帯(東部)を震源断層とする2007年能登半島地震の余震活動に関する調査結果を以下に示す。



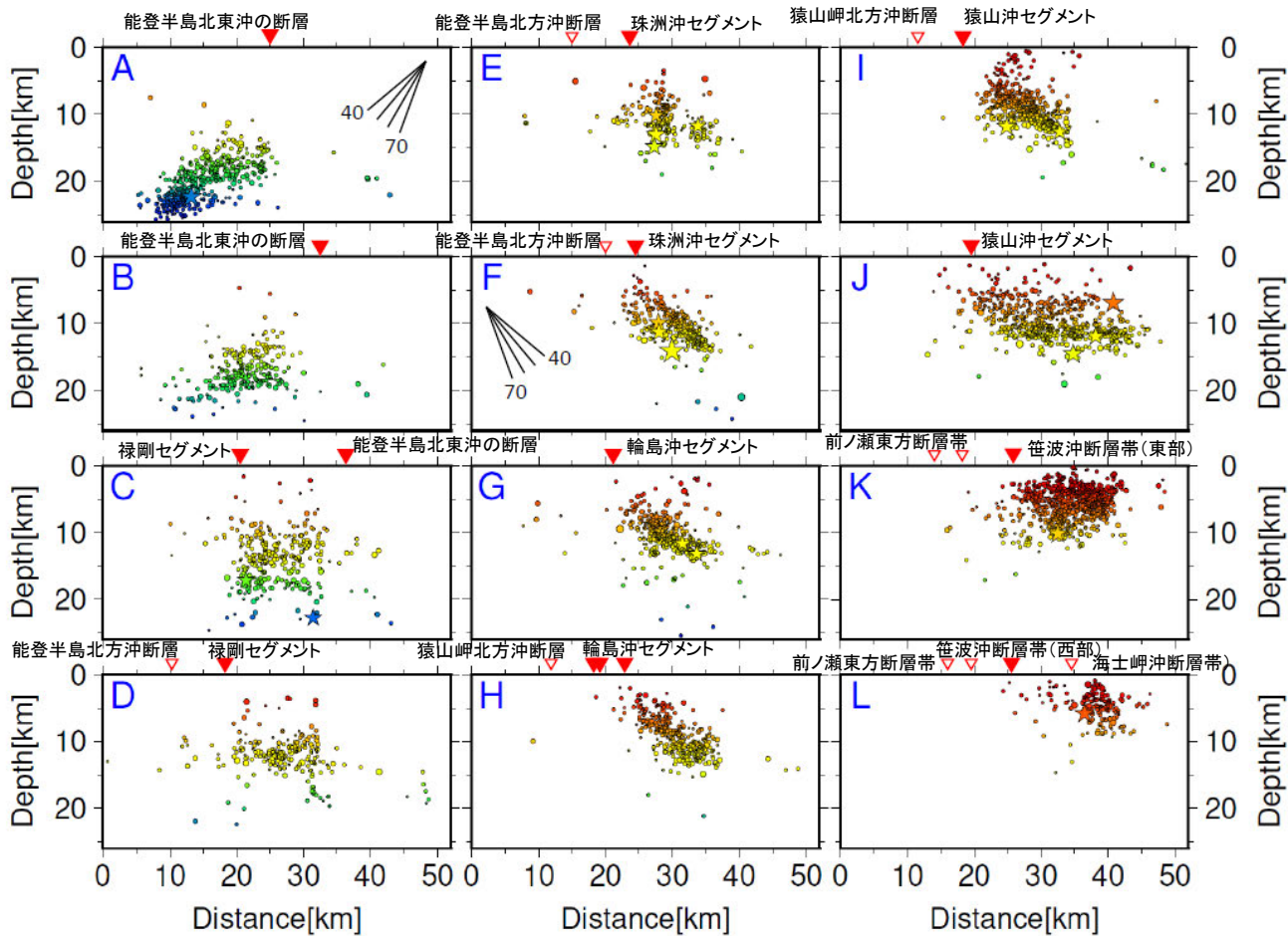
【地震活動(令和6年能登半島地震)】

○令和6年能登半島地震の地震活動に関する調査結果を以下に示す。



震央分布図

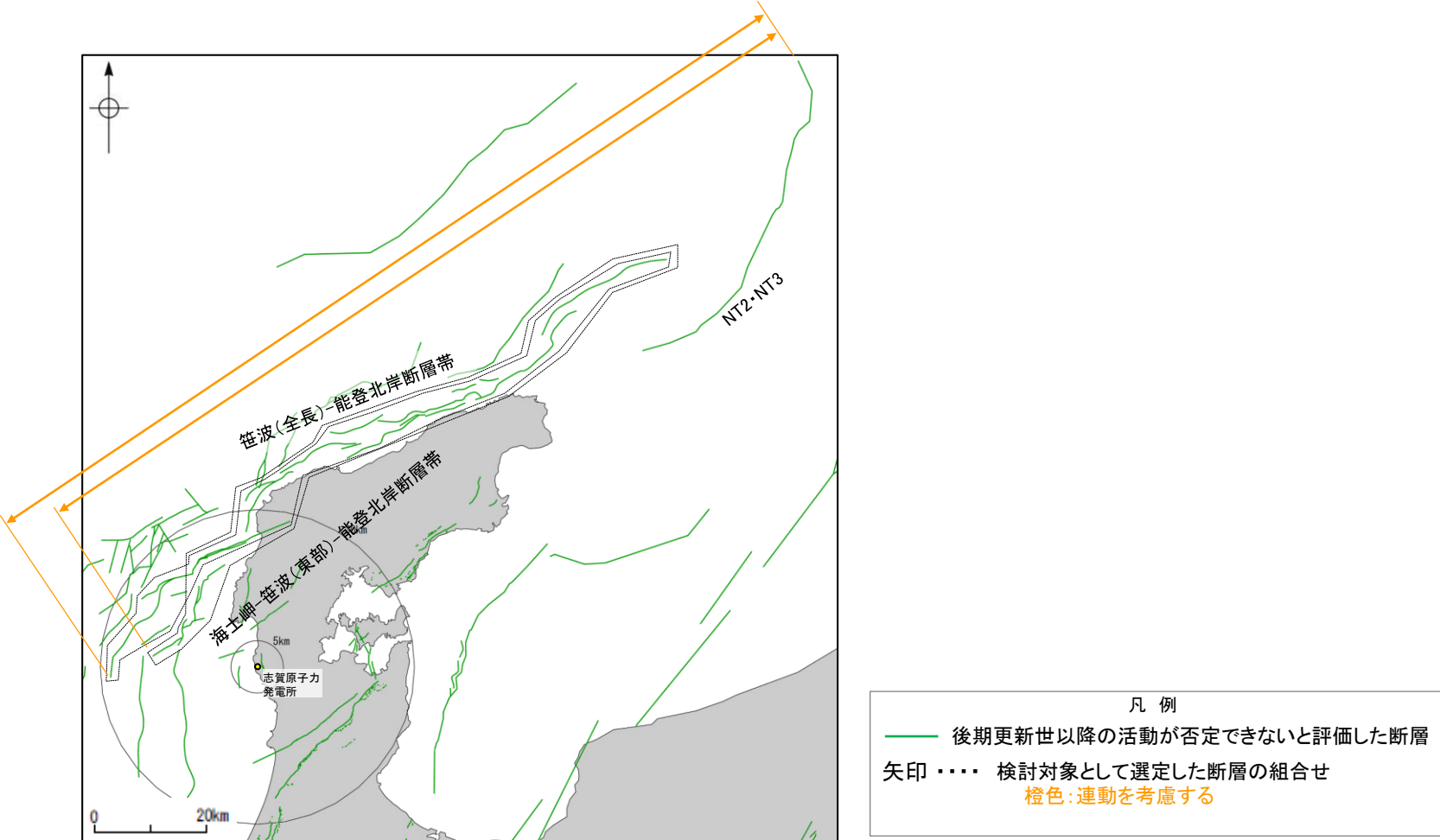
(波形相関DD法により再決定した震源データ: 2024年1月1日～1月10日、深さ0～40km、 $M \geq 2.0$)
(地震調査委員会(2024c)(気象庁作成)に一部加筆)



各投影面の断面図

(地震調査委員会(2024c)(気象庁作成)に一部加筆)

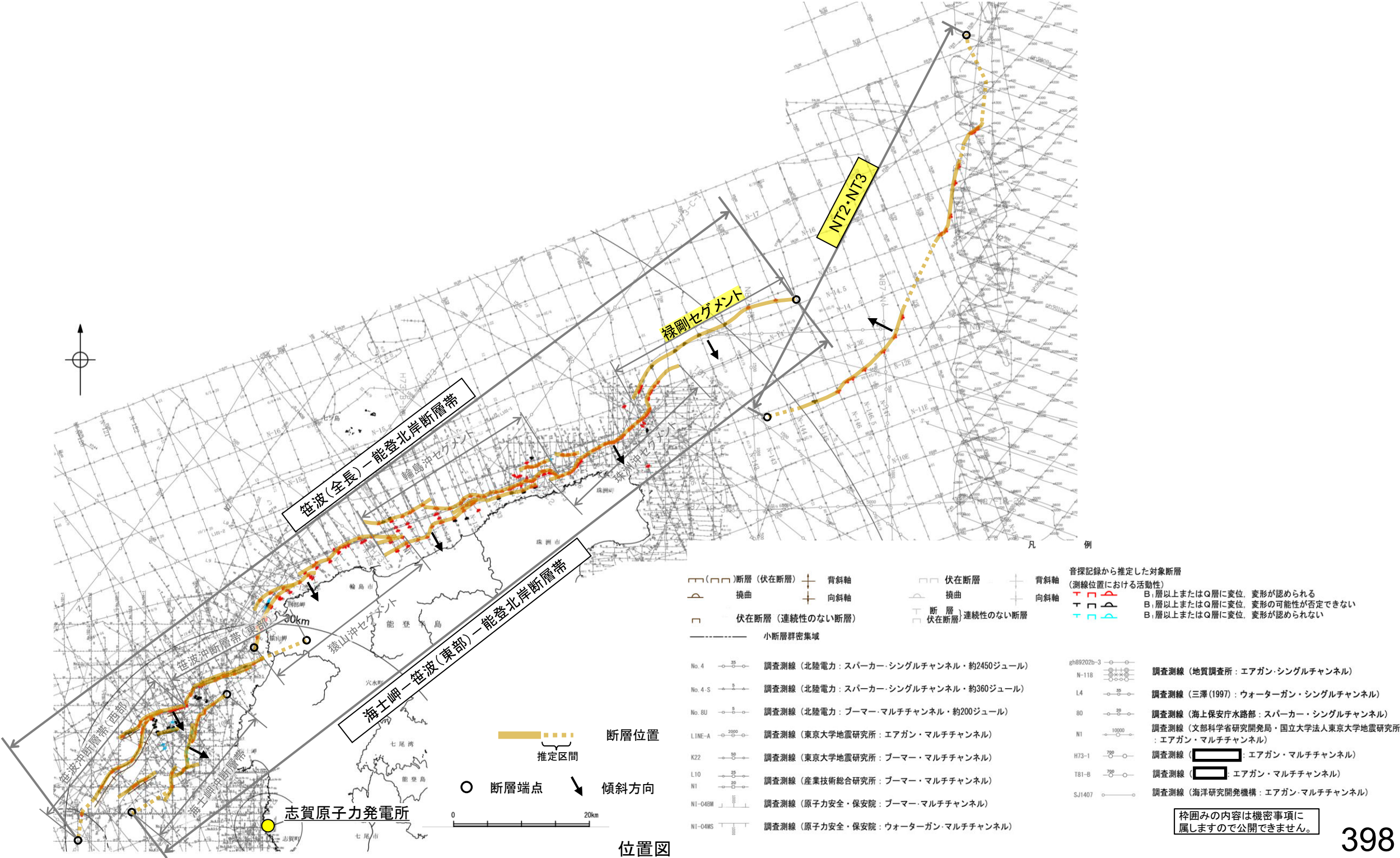
3.2.3 笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動，
海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動
の検討結果



連動の検討対象位置図

笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動, 海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動の検討について

- 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯, 海士岬－笹波(東部)断層帯と能登半島北部沿岸域断層帯の連動に関する検討の結果, 「笹波(全長)－能登北岸断層帯」と「海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯」として, 2ケースの連動を考慮した(P.378)。
- 「笹波(全長)－能登北岸断層帯」と「海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯」については, いずれも能登半島北部沿岸域断層帯とその北東方のNT2・NT3が近接することから, 「笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」の連動について検討を行う。
- 検討にあたっては, いずれも近接して分布する禄剛セグメントとNT2・NT3を検討対象とした。



3.2.3(1) 禄剛セグメントとNT2・NT3の連動の検討結果 ー概要ー

令和6年能登半島地震の知見の反映 地震調査委員会(2024a)の反映

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した「笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬-笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」について、「当社の連動評価の検討方法」に基づき、同時活動の可能性の検討を行った。検討結果は以下の通り。

＜同時活動の可能性の検討＞

赤下線は地震調査委員会(2024a)を反映した箇所 赤字: 同時活動する可能性を示唆する
青下線は令和6年能登半島地震の知見の反映した箇所 青字: 同時活動しない可能性を示唆する

検討内容			検討結果
地形及び地質構造	文献調査		①国交省ほか(2014), 文科省ほか(2016), <u>地震調査委員会(2024a)</u> は, 禄剛セグメントとNT2・NT3の同時活動を考慮していない(<u>補足資料3.2-3</u> (1)P.3.2-3-2, 3)。 ②禄剛セグメントとNT2・NT3は, 岡村(2007b)が示す 第四紀のひずみ集中帯内に分布する (P.48)。 ③地震調査委員会(2024b, c)は, 令和6年能登半島地震の震源断層は, 笹波冲断層帯(東部)～能登半島北部沿岸域断層帯～NT2・NT3にまたがる範囲であるとしている (P.401, <u>補足資料3.2-3</u> (1)P.3.2-3-3)。 ④岡村(2002), 尾崎ほか(2019)に示された背斜構造を確認すると, 両セグメント間に連続する背斜構造は認められない (<u>補足資料3.2-3</u> (2)P.3.2-3-4)。
	地球物理学的調査	海上音波探査	⑤禄剛セグメントはQ層以上に北西落ちの変位, 変形が認められ, 走向がENE-WSW方向, 南東傾斜の逆断層と推定される(<u>補足資料3.2-3</u> (3)P.3.2-3-5, 6)。 ⑥NT2・NT3は, Q層以上に南東落ちの変位, 変形が認められ, 走向がENE-WSW方向, 北西傾斜の逆断層と推定される(<u>補足資料3.2-3</u> (3)P.3.2-3-5, 7)。 ⑦禄剛セグメントとNT2・NT3の地表トレースは, 一部並走区間を伴って分布する(<u>補足資料3.2-3</u> (3)P.3.2-3-5)。 ⑧禄剛セグメントとNT2・NT3は, 断層面の傾斜方向が異なり, 地下で断層面が近づく関係にある (<u>補足資料3.2-3</u> (3)P.3.2-3-5)。 ⑨禄剛セグメントは禄剛海脚の北西縁, NT2・NT3は富山深海長谷の西縁に分布し, 分布する隆起帯が異なる (<u>補足資料3.2-3</u> (3)P.3.2-3-5)。
		重力異常分布	⑩禄剛セグメントに沿って南側に高重力域が認められるが, NT2・NT3に対応する重力異常急変部が認められず, 同時活動の可能性については明確に判断できない(<u>補足資料3.2-3</u> (4)P.3.2-3-8)。
	断層の活動履歴		地震活動
総合評価			[評価結果] ・検討の結果, 禄剛セグメントとNT2・NT3の 同時活動を考慮した文献はなく (①), 両セグメント間に連続する背斜構造は認められず (④), 分布する隆起帯が異なる (⑨)。しかし, 両セグメントは ひずみ集中帯内で 一部並走区間を伴って 分布し, 地下で近づく関係にあり (②, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧), 特に 令和6年能登半島地震で同時活動した可能性がある (③, ⑪)。 ・以上のことを踏まえ, 総合的に評価した結果, 「 笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3 」及び「 海士岬－笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3 」は 同時活動する可能性がある と評価した。

＜同時活動する可能性のある断層の関連性の検討＞

○「笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬-笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」は, 同時活動する可能性があると評価したことから, 同時活動する可能性のある断層の関連性の検討を行った(P.403)。

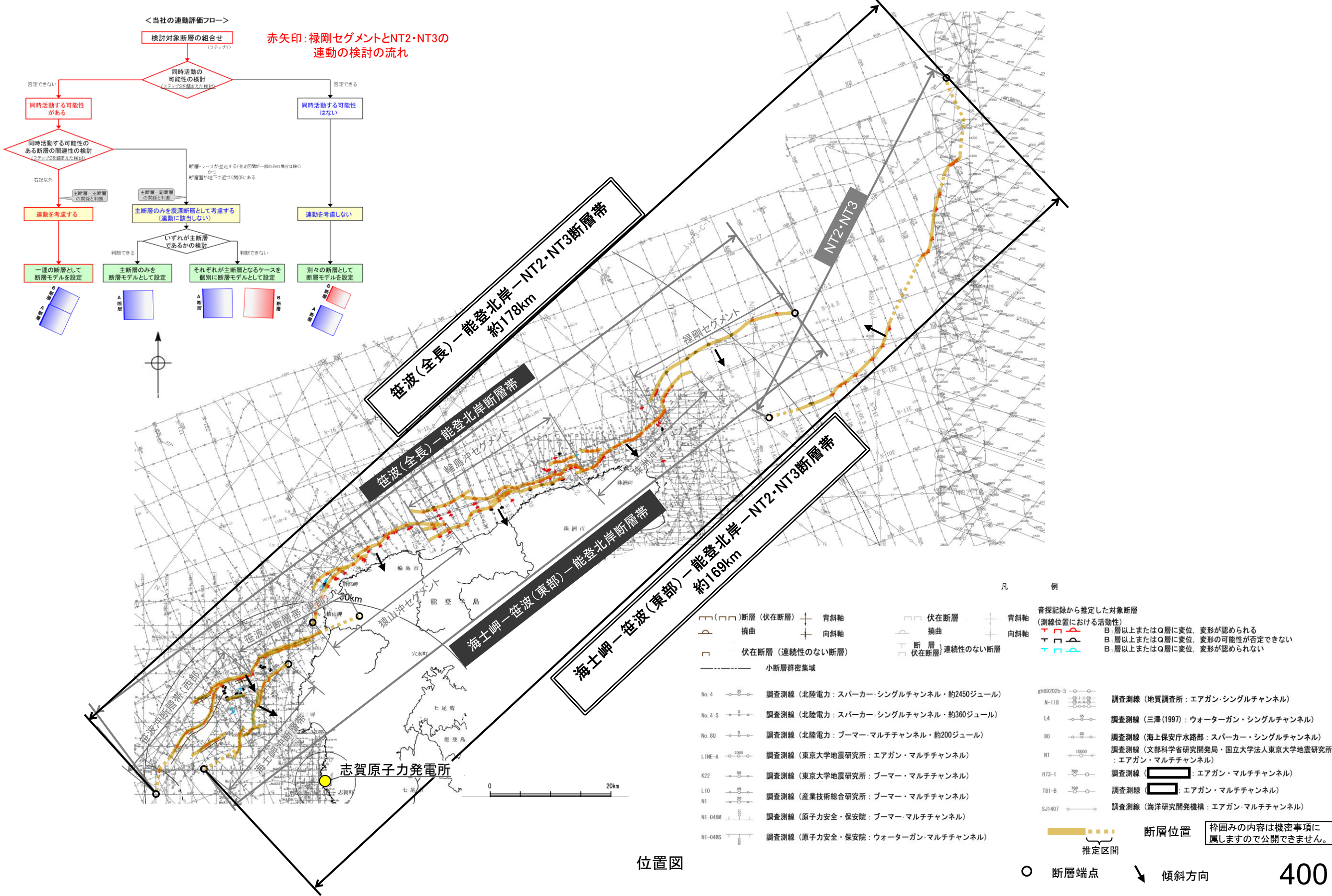
○断層形状・位置関係を確認した結果, 「笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬-笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」は, いずれも並走する区間があるものの一部であり, 両断層がともに震源断層として活動する(主断層－主断層の関係)と判断し, 両断層の連動を考慮する。
○両断層の連動を考慮し, 以下の2ケースの連動を評価した。
◆「笹波(全長)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」として, 走向がNE-SW方向, 南東傾斜(40～60°)及び北西傾斜(45～50°)の逆断層, 断層長さはNT2・NT3の北東端から笹波冲断層帯(西部)の南西端までの約178km区間を評価(次頁)。
◆「海士岬-笹波(東部)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」として, 走向がNE-SW方向, 南東傾斜(40～60°)及び北西傾斜(45～50°)の逆断層, 断層長さはNT2・NT3の北東端から海士岬冲断層帯の南西端までの約169km区間を評価(次頁)。

○連動の検討の結果, 「笹波(全長)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬-笹波(東部)－能登北岸断層帯とNT2・NT3」の連動を考慮することから, 断層モデルについては, 「笹波(全長)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」と「海士岬-笹波(東部)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」の2ケースをそれぞれ一連の断層として設定することとする。

連動の検討

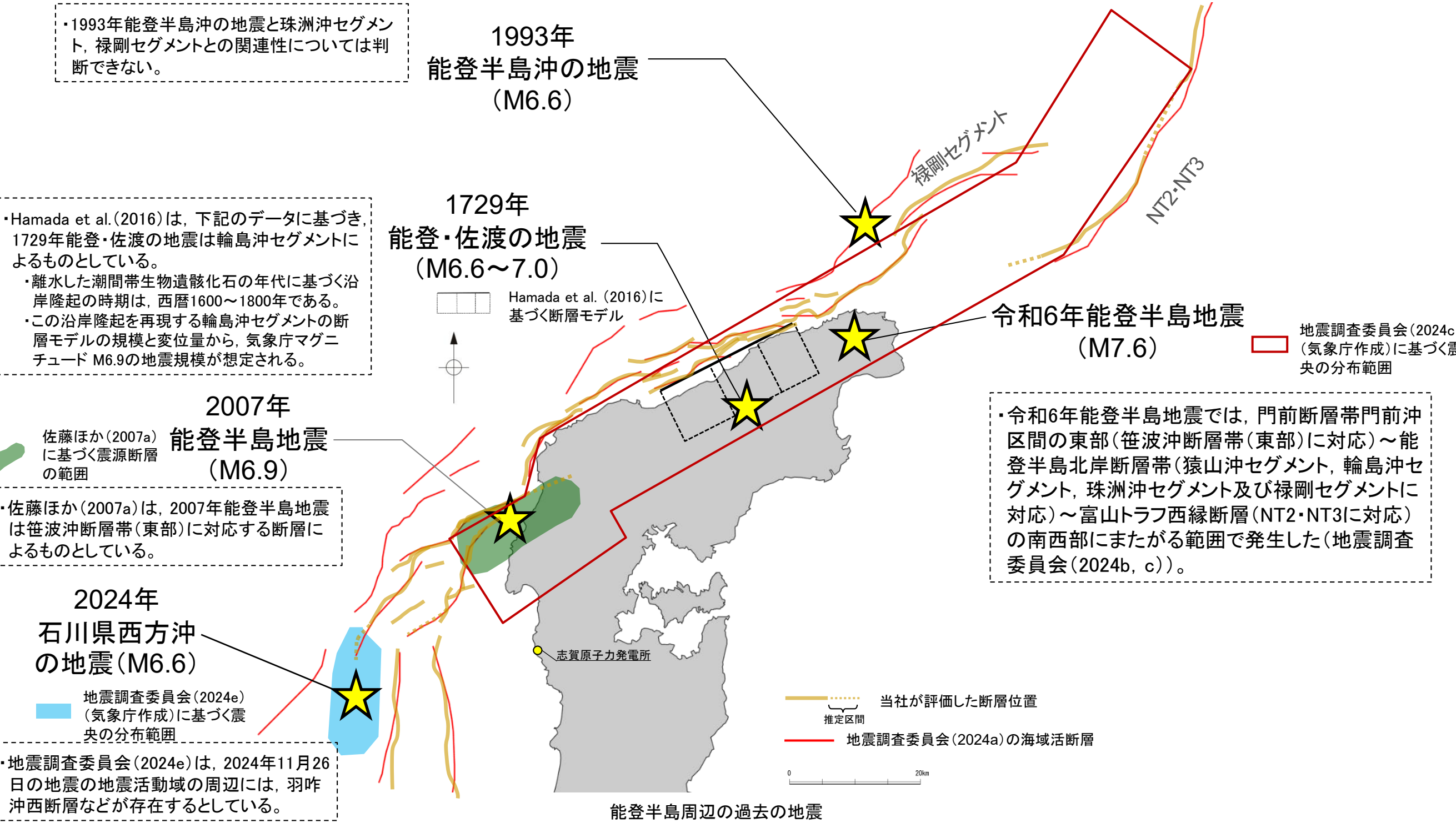
断層モデルの設定方法

【 緑剛セグメントとNT2・NT3の連動の検討結果(位置図, 連動評価フロー) 】



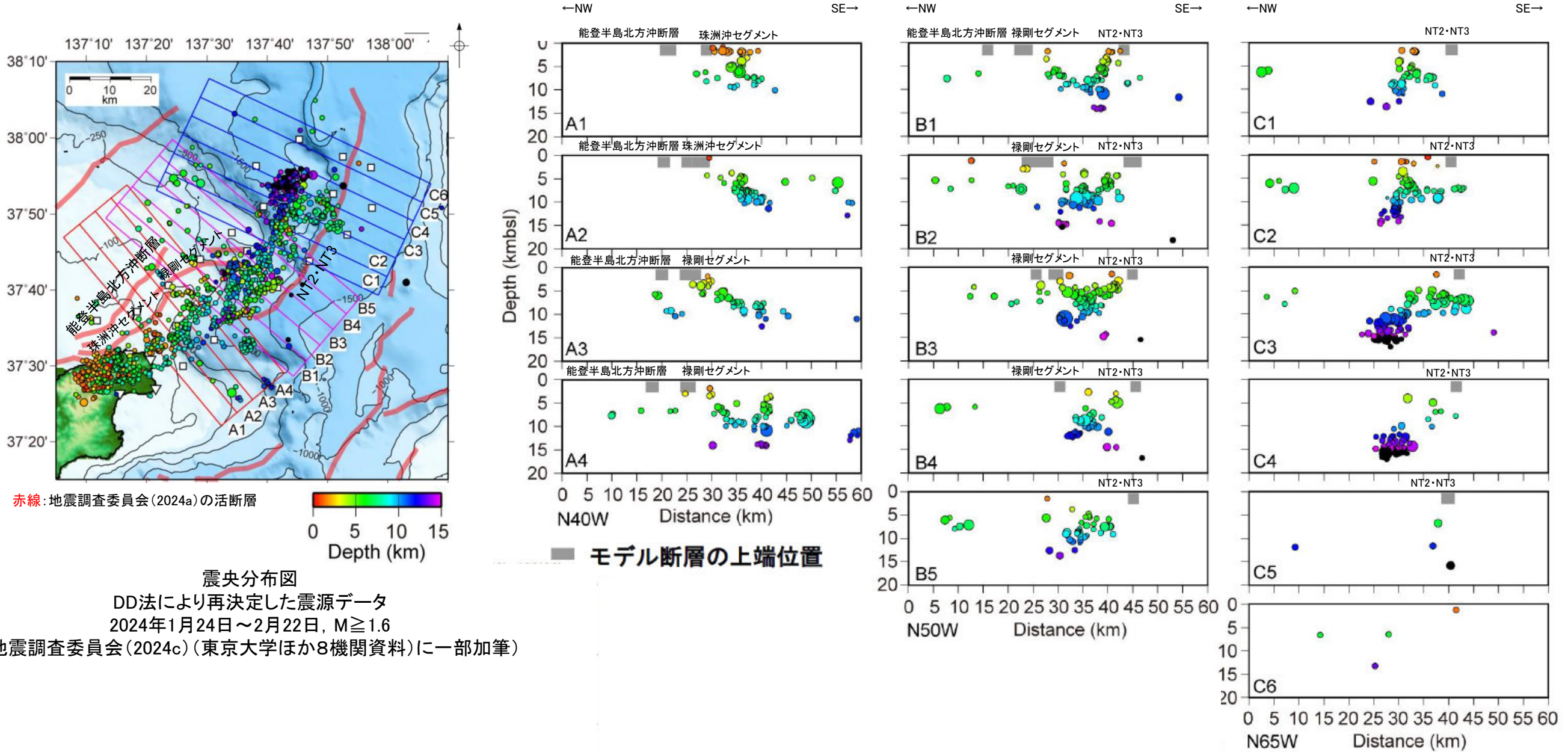
3.2.3(2) 禄剛セグメントとNT2・NT3の同時活動の可能性の検討 ー地震活動ー

○能登半島北部周辺で過去に発生した地震活動について, 文献調査の結果, 禄剛セグメントは, 令和6年能登半島地震の震源断層, NT2・NT3は, 令和6年能登半島地震で南西部が部分的に活動しており, 同時活動した可能性がある(下図, 次頁)。
○禄剛セグメントとNT2・NT3は, いずれも2007年能登半島地震と2024年石川県西方沖の地震で活動していない(下図)。



【令和6年能登半島地震(地震活動)】

- 令和6年能登半島地震の地震活動が禄剛セグメント, NT2・NT3に拡大しているか確認を行った。
- 地震調査委員会(2024c)は, 東京大学ほか8機関が実施した能登半島北東沖で行った地震観測結果を掲載している。
- それによれば, 禄剛セグメントとNT2・NT3に沿って地震活動が北東方へ拡大しており, 禄剛セグメントの深部には南東傾斜, NT2・NT3の深部には北西傾斜の配列が認められる。

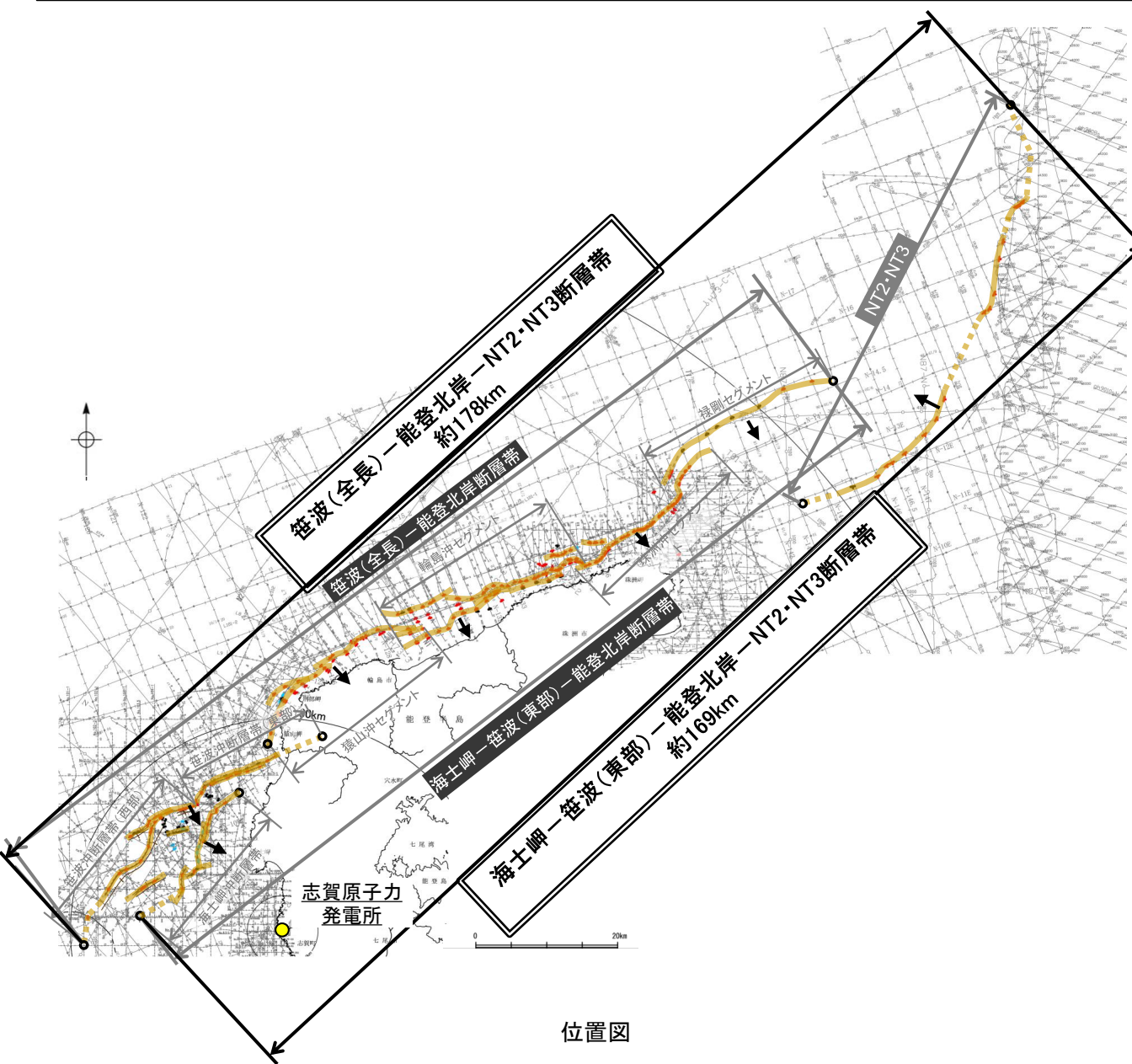


地震調査委員会(2024c)を編集, 一部加筆

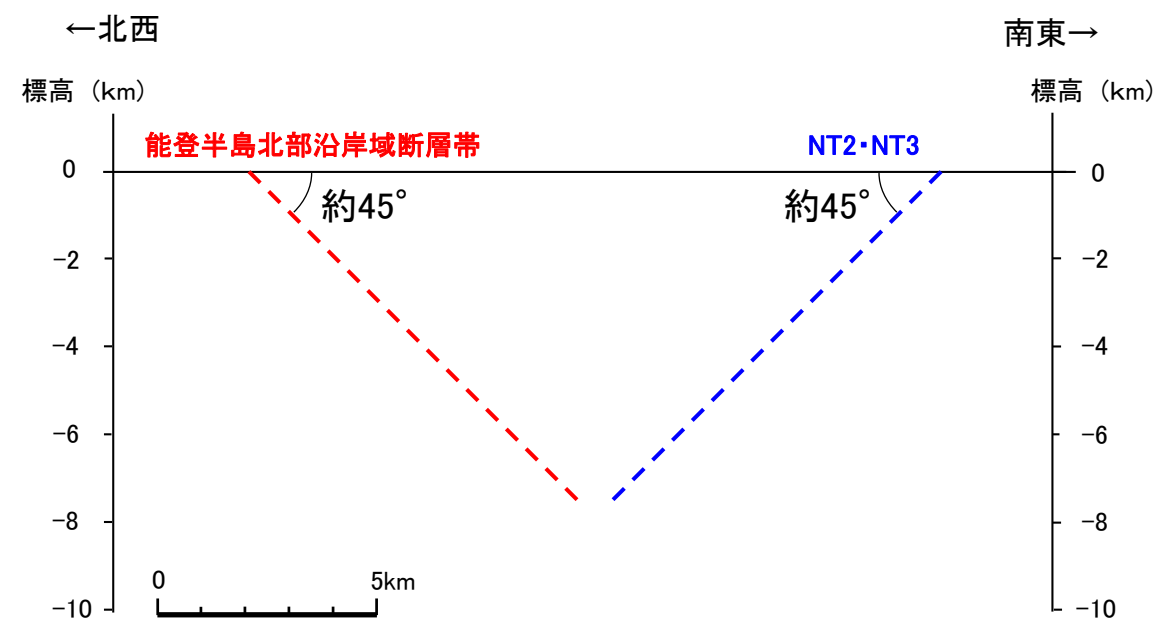
3.2.3(3) 同時活動する可能性のある断層の関連性の検討

- 「笹波(全長)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬–笹波(東部)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」は, 同時活動する可能性があるとして評価したことから, 同時活動する可能性のある断層の関連性の検討を行った。
- 地表での断層位置・形状を確認した結果, 両断層は断層トレースが並走する区間があるものの一部である。
- 両断層の地下深部形状を確認した結果, 能登半島北部沿岸域断層帯は南東傾斜(40～50°), NT2・NT3は北西傾斜(45～50°)であり, 地下で近づく関係にある。

- 断層形状・位置関係を確認した結果, 「笹波(全長)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬–笹波(東部)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」は, いずれも並走する区間があるものの一部であり, 両断層がともに震源断層として活動する(主断層–主断層の関係)と判断し, **両断層の連動を考慮する。**
- 両断層の連動を考慮し, 以下の2ケースの連動を評価した。
 - ◆「笹波(全長)–能登北岸–NT2・NT3断層帯」として, 走向がNE–SW方向, 南東傾斜(40～60°)及び北西傾斜(45～50°)の逆断層, 断層長さはNT2・NT3の北東端から笹波冲断層帯(西部)の南西端までの約178km区間を評価した。
 - ◆「海士岬–笹波(東部)–能登北岸–NT2・NT3断層帯」として, 走向がNE–SW方向, 南東傾斜(40～60°)及び北西傾斜(45～50°)の逆断層, 断層長さはNT2・NT3の北東端から海士岬冲断層帯の南西端までの約169km区間を評価した。



位置図



両断層の地下深部形状

- ・「笹波(全長)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」及び「海士岬–笹波(東部)–能登北岸断層帯とNT2・NT3」は, 地下で近づく関係にある。

3.2.3(4) 禄剛セグメントとNT2・NT3の連動の検討結果の妥当性確認

○能登半島北部沿岸域断層帯とNT2・NT3については, 連動の検討の結果, 連動を考慮すると評価した。
○能登半島北部沿岸域断層帯については, 隣接する断層との連動の結果, 海士岬–笹波(東部)–能登北岸断層帯, 笹波冲断層帯(全長)–能登北岸断層帯の連動を考慮している。
○ここでは, 海士岬冲断層帯, 笹波冲断層帯(東部), 能登半島北部沿岸域断層帯及びNT2・NT3を対象に, 連動評価に関連する下表の検討項目について, 取得データ及びこれまでの評価内容を整理・比較した。
○その結果, 能登半島北部沿岸域断層帯とNT2・NT3間についても, 海士岬冲断層帯と笹波冲断層帯(東部)間, 笹波冲断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯間と同様に連動する可能性を示唆するデータが複数存在することから, 上記評価は妥当であることを確認した。

検討項目					検討結果															
					海士岬沖断層帯		断層間の状況		笹波沖断層帯(東部)		断層間の状況		能登半島北部沿岸域断層帯				断層間の状況		NT2・NT3	
											猿山沖 セグメント		輪島沖 セグメント	珠洲沖 セグメント	禄剛 セグメント					
地形 及び 地質 構造	文献調査	産総研 岡村(2002) 岡村(2007b) 井上・岡村(2010) (P.48, 236, 290)			・完新統に変形を与える活断層(井上・岡村, 2010)。		・両断層間の連動については, 言及していない。		・中新統褶曲帯の北縁部に沿って発達する南東傾斜の逆断層からなり, 中新世の逆断層が再活動することによって形成された可能性が高い(井上・岡村, 2010)。		・両断層間の連動については, 言及していない。		・中新統褶曲帯の北縁部に沿って発達する南東傾斜の逆断層からなり, 中新世の逆断層が再活動することによって形成された可能性が高い(井上・岡村, 2010)。		・両断層間の連動については, 言及していない。		・能登半島北方沖の断層・背斜構造の大部分は, 後期中新世に成長したと考えられるが, 一部の断層・褶曲構造はその後も活動している(岡村, 2002)。			
		国交省ほか(2014) (P.3.2-3-2)			・海底断層トレースを図示している。		・両断層をグルーピングしていない。		・海底断層トレースを図示している。		・両断層をグルーピングしていない。		F43		・両断層をグルーピングしていない。		F42			
	文科省ほか(2015, 2016) (P.3.2-3-2)			NT9		・両断層の連動は考慮していない。		NT8		・両断層の連動は考慮していない。		NT6		NT5	NT4	・両断層の連動は考慮していない。		NT3	NT2	
												NT4-NT5-NT6の連動を考慮している。				NT2-NT3の連動を考慮している。				
	地震調査委員会 (2024a,c) (P.3.2-3-3)			海士岬沖東断層		・1つの断層帯として評価していない。		門前断層帯		・1つの断層帯として評価していない。		能登半島北岸断層帯		・1つの断層帯として評価していない。		富山トラフ西縁断層				
						・令和6年能登半島地震の震源断層と評価している(笹波沖断層帯(東部), 能登半島北部沿岸域断層帯, NT2・NT3の南西部に対応する断層にまたがる範囲)。														
	地球物理学 的調査	海上音波探査 (P.3.2-3-5)	走向		NNE-SSW		・走向差約30°		NNE-SSW～ENE-WSW		・走向差: 約10° (境界部) 約60° ※(斜めT字状)		ENE-WSW		・走向差約30°		NE-SW			
			傾斜		南東 (約60°)		・傾斜方向は同じ。		南東 (約60°)		・傾斜方向は同じ。 (境界部) 傾斜方向は異なる。		南東 (約40～50°)		・傾斜方向は異なる。		北西 (約45～50°)			
			断層	〔活動性・ 分布〕	・断層及び撓曲からなり, 北部及び南部はA層以下に変位, 変形が認められるが, 中間部はB層以上に変位, 変形は認められない。 ・断層は笹波沖隆起帯内に分布し, 撓曲は海士岬沖小隆起帯西縁から笹波沖隆起帯西縁に沿って分布する。 離隔距離: 約2.5km		・両断層は同じ隆起帯(笹波沖隆起帯)に分布する。 ・両断層は, 一部並走区間を伴って近接して分布し, 深部から分岐している可能性がある。 離隔距離: 約2.5km		・断層からなり, A層以下に変位, 変形が認められる。 ・笹波沖隆起帯の北縁に沿って分布する。 離隔距離: 約2km (直線的な区間は約7.5kmの離隔でステップ)		・両断層は, 直線状に連続しないが, 一部並走区間を伴って近接して分布し, 地下深部で近づく関係にある。		・断層及び撓曲からなり, A層以下に変位, 変形が認められる。 ・短い断層及び撓曲が雁行状に分布し, 南西端付近でNNE-SSW方向に屈曲する。 離隔距離: 約16km		・両断層は, 直線状に連続しないが, 一部並走区間を伴って, 地下深部で近づく関係にある。		・断層からなり, Q層以下に変位, 変形が認められる。 ・大陸斜面基部に分布する。			
					・南部の上盤側に背斜構造を図示している(井上ほか, 2010)。		・両断層間に連続する背斜構造は認められない。		・断層の上盤側に背斜構造を図示している(井上ほか, 2010)。		・両断層間に連続する背斜構造は認められない。		・断層の上盤側に背斜構造を図示している(尾崎ほか, 2019)。		・両断層間に連続する背斜構造は認められない。		・断層の上盤側に背斜構造を図示している(岡村, 2002)。			
					重力探査 [重力異常分布] (P.3.2-3-8)		・等重力線に直交し, 重力異常との対応は認められない。		・境界部に重力異常との明確な対応が認められず, 両断層間の構造の有無について判断できない。		・等重力線に沿って分布し, 上盤側に高重力域, 下盤側に低重力域が分布する。		・猿山沖セグメントの南方(上盤側)の高重力域は笹波沖断層帯(東部)の北方(下盤側)に連続しており, 両セグメント間に連続する構造は認められない。		・等重力線に沿って分布し, 上盤側に高重力域, 下盤側に低重力域が分布する。		・境界部に重力異常との明確な対応が認められず, 両断層間の構造の有無について判断できない。		・対応する重力異常急変部は認められない。	
断層の活動履歴	B ₁ 層基底の変位量分布等		・南部では中央付近が大きく, 端部に向かって小さくなる。 ・中間部では変位が認められない。 ・北部の平均変位速度は, 0.25～1.17(m/千年)である。		・両断層の平均変位速度は, ほぼ同程度の値を示す。		・中央付近が大きく, 端部に向かって小さくなる。 ・笹波沖断層帯(東部)の平均変位速度は, 0.17～0.58(m/千年)である。		・両セグメントの変位量は端部に向かって小さくなり, 境界部で変位は認められない。		・セグメント毎に中央付近が大きく, 端部に向かって小さくなる。 ・セグメントの境界は一部並走する。				不明 セグメント周辺にはB ₁ 層が区分できる測線(スパーカー, プーマー等)がない。					
	2007年能登半島地震(M6.9) (P.401)				・地震活動は, 笹波沖断層帯(東部)の南方に拡大していない。		震源断層		・地震活動は, 笹波沖断層帯(東部)の北東方に拡大していない。											
	令和6年能登半島地震(M7.6) (P.401, 402)																			
	石川県西方沖の地震(M6.6) (P.401)																			
評価結果					・海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)について, 両断層の連動を考慮した文献はない。 ・ただし, 当社の同時活動の可能性の検討の結果, 一部並走区間を伴って近接して同じ隆起帯に分布し, 深部から分岐している可能性があるなど, 同時活動する可能性を示唆するデータがあることから, 総合的に評価し, 連動を考慮する。 ・地震調査委員会(2024c)は, 笹波沖断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯について, 令和6年能登半島地震の震源断層として, 同時活動したとしている。 ・また, 当社の同時活動の可能性の検討の結果からも, 一部並走区間を伴って近接して分布し, 地下深部で近づく関係にあるなど, 同時活動する可能性を示唆するデータが複数存在することから, 総合的に評価し, 連動を考慮する。 ・地震調査委員会(2024c)は, 能登半島北部沿岸域断層帯とNT2・NT3について, 令和6年能登半島地震の震源断層として, 同時活動したとしている。 ・また, 同時活動の可能性の検討の結果からも, 一部並走区間を伴って, 地下深部で近づく関係にあるなど, 同時活動する可能性を示唆するデータが複数存在することから, 総合的に評価し, 連動を考慮する。															

※:地震調査委員会による起震断層の設定の事例(P.347)において, 断層帯同士で(接合部付近の)走向が異なる場合は, 別の起震断層と評価していることを踏まえ, 走向が異なる(図読45°以上)場合は, 連動しない可能性を示唆するデータと判断した。

赤下線は地震調査委員会(2024a)を反映した箇所
青下線は令和6年能登半島地震の知見を反映した箇所

赤字: 同時活動する可能性を示唆する
青字: 同時活動しない可能性を示唆する

□: データがない箇所

↔: 文献で示されている範囲
(破線は文献から当社が解釈したもの)

【能登半島北部沿岸域断層帯, NT2・NT3及び隣接する断層の連動の検討結果(位置図)】

赤字: 同時活動する可能性を示唆する
青字: 同時活動しない可能性を示唆する
➡: 傾斜方向

笹波冲断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯【主な検討結果】

- ・地震調査委員会(2024c)は, 笹波冲断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯について, 令和6年能登半島地震の震源断層として, 同時活動したとしている。
- ・両断層は, 直線状に連続しないが, ひずみ集中帯内で一部並走区間を伴って近接して分布し, 地下深部で近づく関係にある。

⇒両断層の連動を考慮する。

能登半島北部沿岸域断層帯とNT2・NT3【主な検討結果】

- ・地震調査委員会(2024c)は, 能登半島北部沿岸域断層帯とNT2・NT3について, 令和6年能登半島地震の震源断層として, 同時活動したとしている。
- ・両断層は直線状に連続しないが, ひずみ集中帯内で一部並走区間を伴って, 地下深部で近づく関係にある。

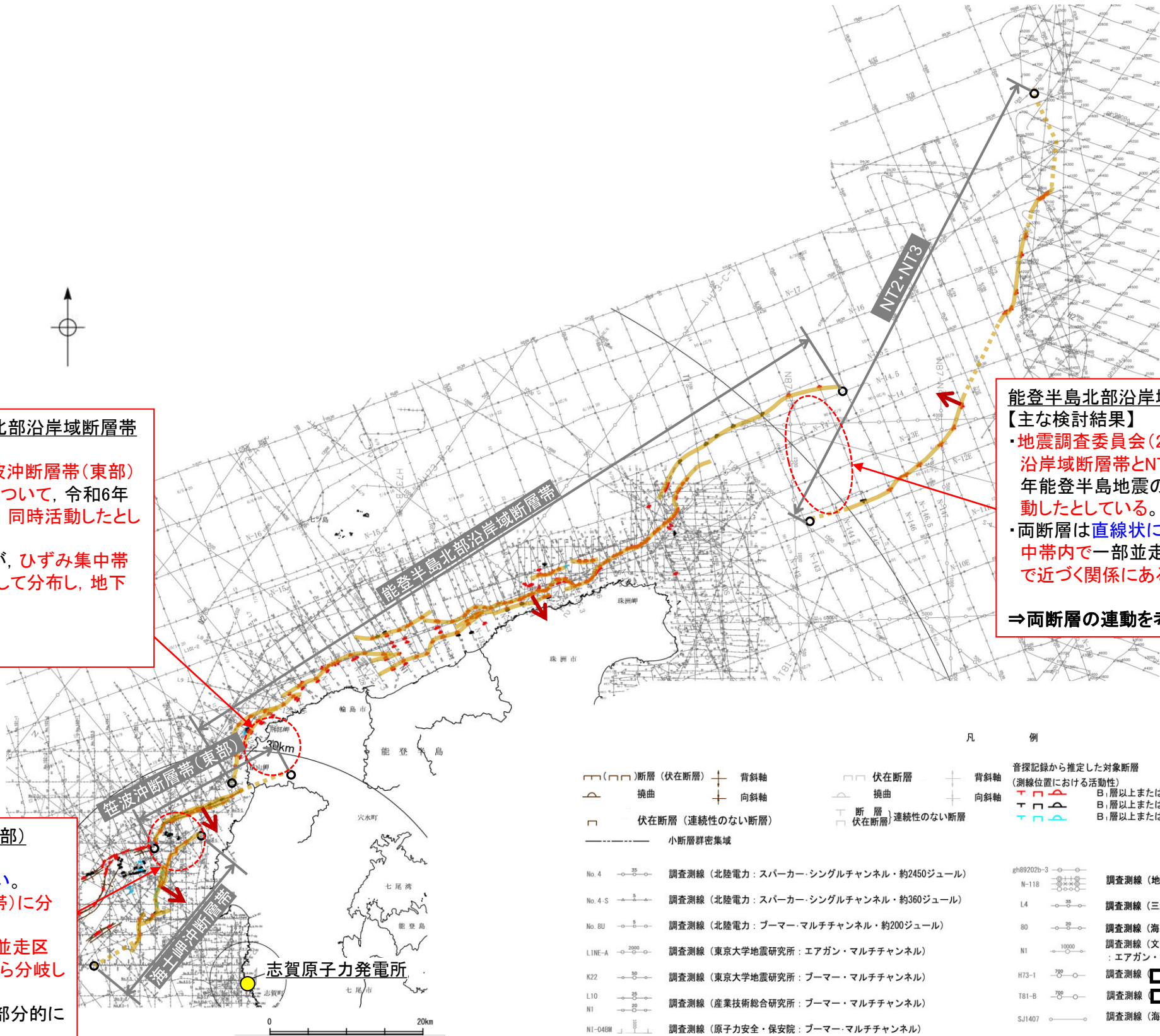
⇒両断層の連動を考慮する。

※NT2・NT3の北東方の断層との関係については次頁参照

海士岬冲断層帯と笹波冲断層帯(東部)【主な検討結果】

- ・両断層の連動を考慮した文献はない。
- ・両断層は同じ隆起帯(笹波冲隆起帯)に分布する。
- ・両断層は, ひずみ集中帯内で一部並走区間を伴って近接して分布し, 深部から分岐している可能性がある。
- ・令和6年能登半島地震で両断層は部分的に同時活動した可能性がある。

⇒両断層の連動を考慮する。



断層 (伏在断層)	背斜軸	伏在断層	背斜軸
撓曲	向斜軸	撓曲	向斜軸
伏在断層 (連続性のない断層)		断層 (連続性のない断層)	
小断層群密集域			
No. 4	調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)		
No. 4-S	調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)		
No. 8U	調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)		
LINE-A	調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)		
K22	調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)		
L10	調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)		
N1	調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)		
N1-Q4BM	調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)		
N1-Q4MS	調査測線 (原子力安全・保安院: ウォーターガン・マルチチャンネル)		

音探記録から推定した対象断層 (測線位置における活動性)	
B1層以上またはQ層に変位, 変形が認められる	
B1層以上またはQ層に変位, 変形の可能性が否定できない	
B1層以上またはQ層に変位, 変形が認められない	
gh89202b-3	調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
N-118	調査測線 (三澤 (1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
L4	調査測線 (海上保安庁水路部: スーパーカー・シングルチャンネル)
80	調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
N1	調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
H73-1	調査測線 (): エアガン・マルチチャンネル
T81-B	調査測線 (): エアガン・マルチチャンネル
SJ1407	調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

断層位置
推定区間
断層端点

位置図

3.2.3(5) NT2・NT3とその北東方の断層との関係

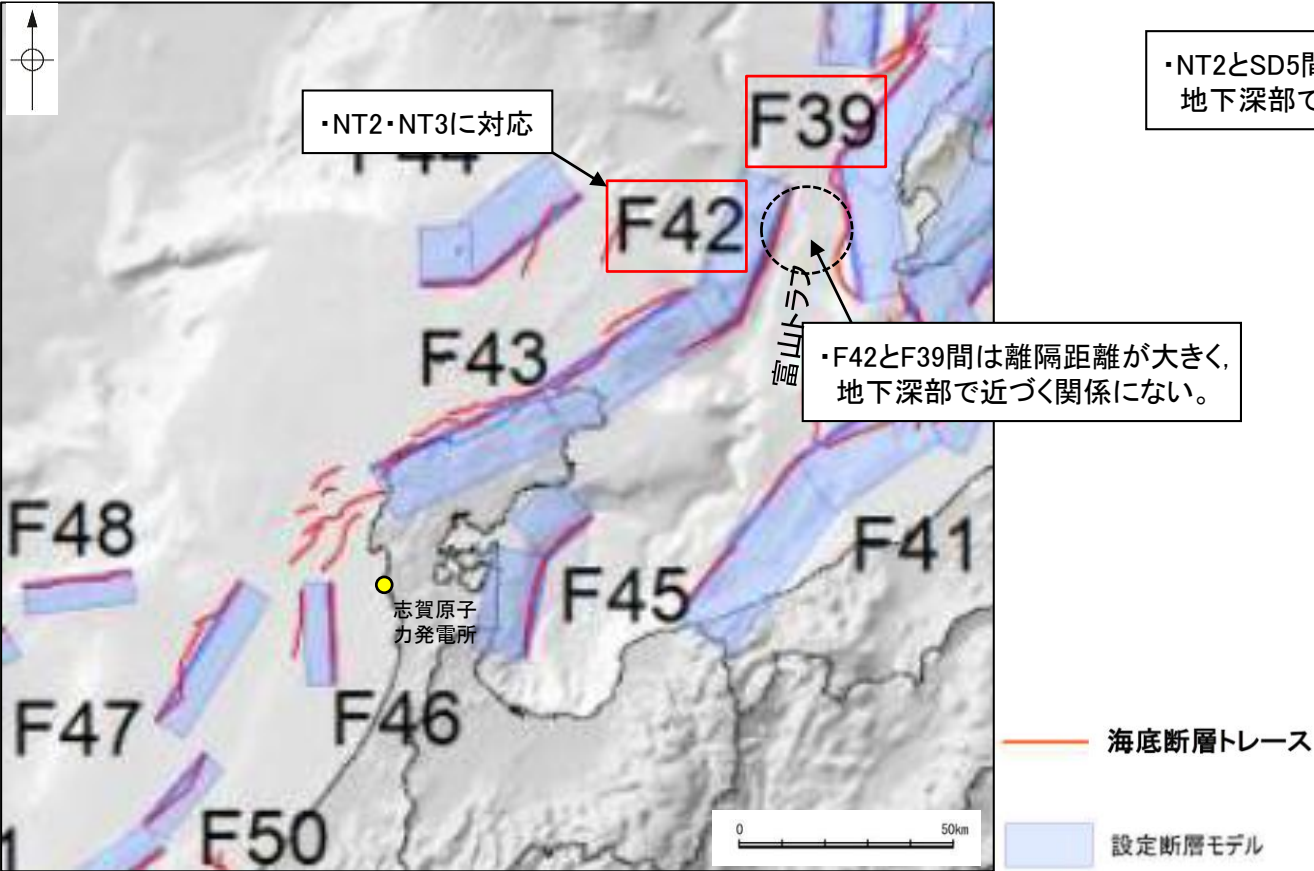
○当社は「2. 敷地周辺の断層の評価」において、敷地を中心とする半径30km以遠の断層については、文献に示される断層(半径100km範囲)のうち、長さで敷地からの距離を考慮して敷地への影響が大きな断層を抽出し、評価を行っている(P.81)。

○NT2・NT3は敷地を中心とする半径100km付近に分布する断層であり、それよりも遠くの断層については抽出対象外としているが、当社の連動評価長さを超えて追加で連動の検討対象とすべき断層がないか確認するために、NT2・NT3の北東方に分布する断層について文献調査を行った。

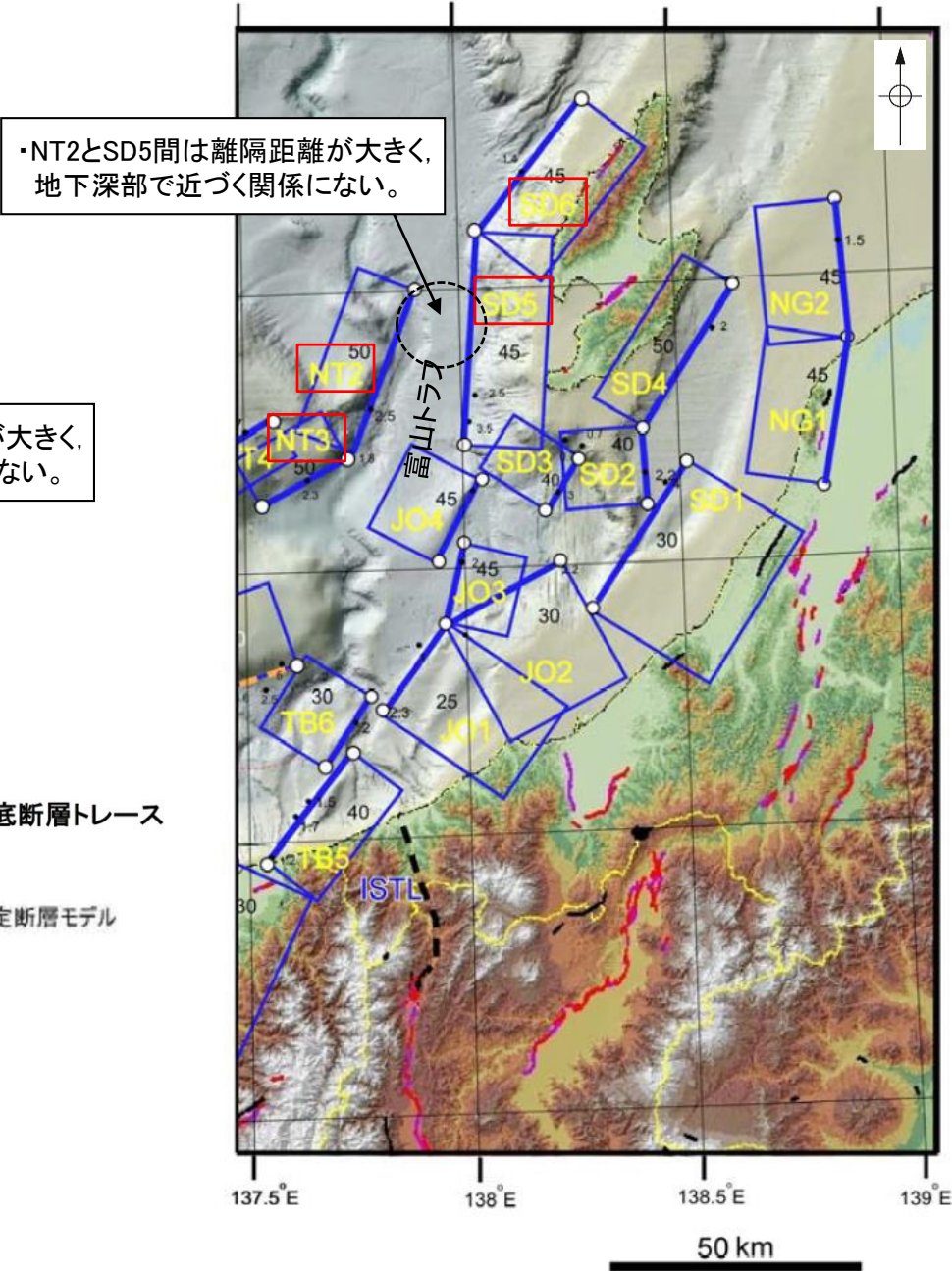
○文献調査(国交省ほか(2014), 文科省ほか(2015))※の結果、NT2・NT3の北東方にはF39(国交省ほか, 2014)(文科省ほか(2015)ではSD5, SD6に対応)が分布することを確認した(下図)。

○NT2・NT3とF39(SD5–SD6)について、「3. 追加の連動評価」の検討対象として選定するもの(P.340)に該当するか確認した結果、NT2・NT3とF39(SD5–SD6)は、能登半島の東側に南北に延びる富山トラフを挟んだ両側に分布し、離隔距離が大きく、傾斜方向を考慮しても地下深部で離れていく関係にあることから、NT2・NT3とF39(SD5–SD6)の連動の検討は不要と判断した。

※: 地震調査委員会(2024a)では、NT2・NT3の東方に評価対象海域境界が設定されており、2025年2月時点でNT2・NT3よりも北東方については、地震調査委員会の長期評価は公表されていない。



津波断層モデルの位置
(国交省ほか(2014)に一部加筆)



震源・波源断層矩形モデルの位置
(文科省ほか(2015)に一部加筆)

3.2.3(6) 令和6年能登半島地震の震源断層に関する知見との比較結果

○連動評価の結果,「海士岬－笹波(東部)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」(約169km)と「笹波(全長)－能登北岸－NT2・NT3断層帯」(約178km)の2ケースを考慮することとした。

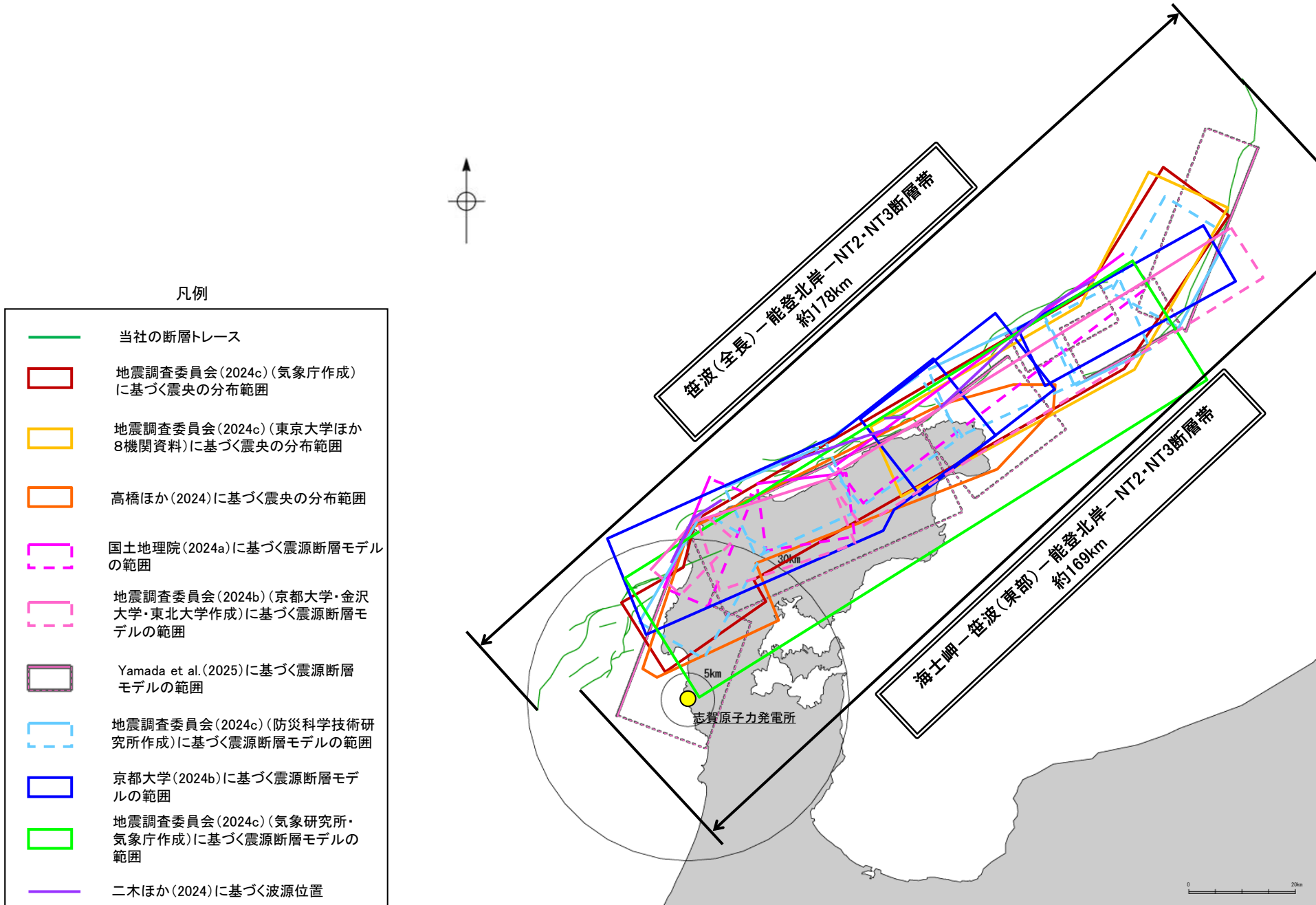
○令和6年能登半島地震の震源断層に関する各知見が示す断層モデルの長さは, 上記の当社の連動評価長さに包含されることを確認した(下図)。

【令和6年能登半島地震の震源断層に関する知見】(次頁～P.423)

○地震調査委員会(2024b, c)は, この地震の震源断層は, 門前断層帯門前沖区間※¹の東部～能登半島北岸断層帯※²～富山トラフ西縁断層※³の南西部にまたがる範囲である150km程度の主として南東傾斜の逆断層としている。

○また, 震源断層に関する地震活動の分布, 地殻変動(GNSS観測, 合成開口レーダ画像), 地震波及び津波波形の解析等の知見によれば, 能登半島北部沿岸域断層帯に対応する断層が主に活動したとされており, 検討手法によっては, 笹波沖断層帯(東部), 海士岬沖断層帯, NT2・NT3の一部も活動したとされている。

※1: 笹波沖断層帯(東部)及び笹波沖断層帯(西部)の一部に対応 ※2: 能登半島北部沿岸域断層帯に対応 ※3: NT2・NT3に対応



当社の連動評価結果と令和6年能登半島地震の震源断層に関する主な知見の比較

【令和6年能登半島地震の震源断層に関する主な知見】

○地震調査委員会(2024b, c)は, この地震の震源断層は, 門前断層帯門前沖区間※¹の東部～能登半島北岸断層帯※²～富山トラフ西縁断層※³の南西部にまたがる範囲である150km程度の主として南東傾斜の逆断層としている。

○令和6年能登半島地震の震源断層については, 様々な検討手法で断層モデルが提案されていることから, それらの知見について以下に整理した。

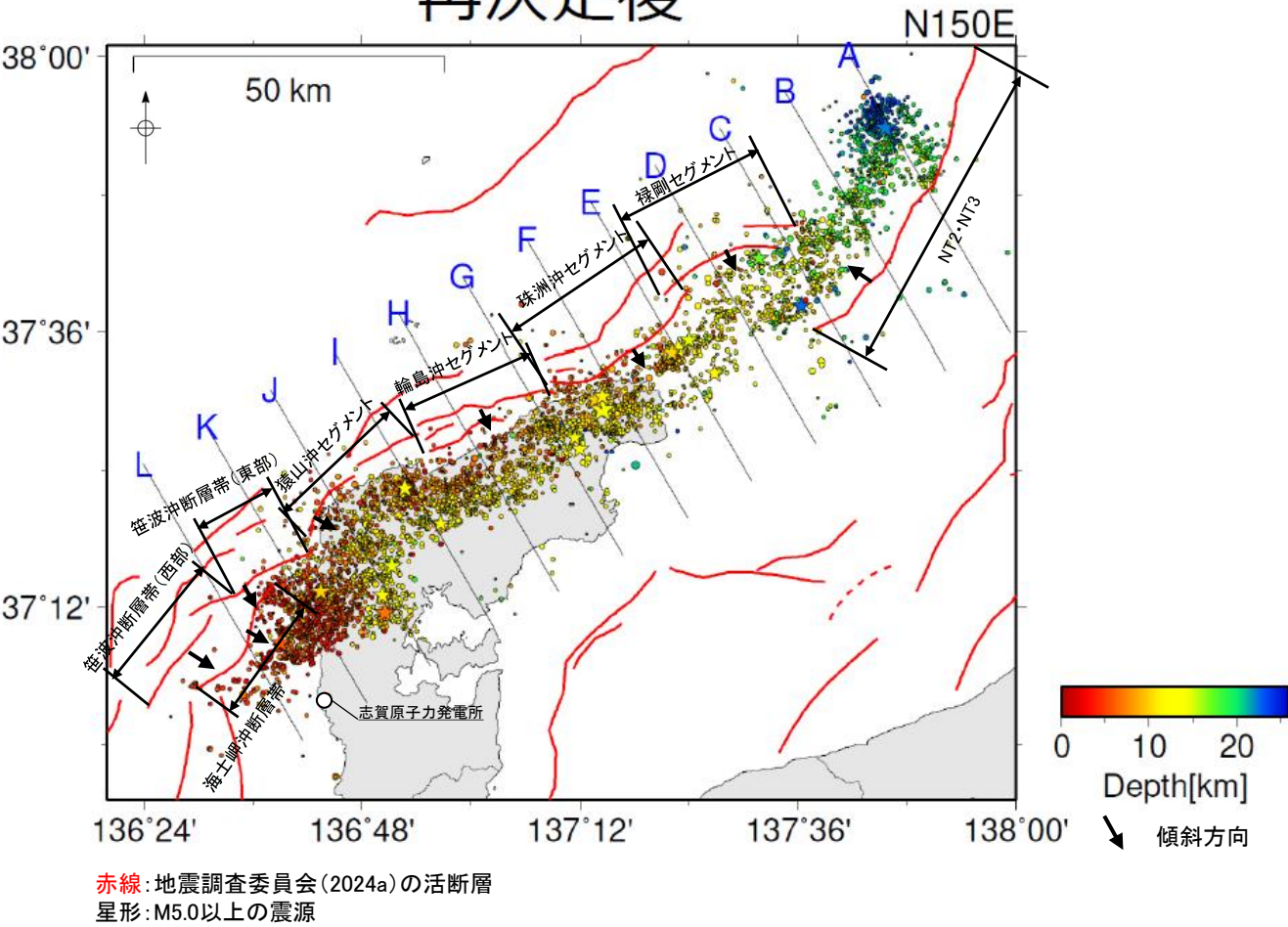
※1: 笹波冲断層帯(東部)及び笹波冲断層帯(西部)の一部に対応 ※2: 能登半島北部沿岸域断層帯に対応 ※3: NT2・NT3に対応

検討手法		震源断層に関する主な知見の内容	掲載頁
地震活動の分布		・地震調査委員会(2024b, c)によれば, M7.6の地震が発生した後, 地震活動はさらに活発になり, 地震活動域は能登半島及びその北東側の海域を中心とする北東–南西に延びる150km程度の範囲に広がっているとしている。 ・地震調査委員会(2024c)は, 東京大学他8機関により行われた能登半島北東沖に設置した海底地震計の解析結果を掲載しており, 西側グループ(能登半島北部沿岸域断層帯に対応)は南東側に傾斜, 中央・東側グループ(NT2・NT3に対応)は北西側に傾斜しており, 富山トラフ西縁断層(NT2・NT3に対応)の北端では地震活動がみられないと報告している。 ・高橋ほか(2024)は, 2024年4月22日から7月2日にかけて能登半島北部で臨時地震観測を行い, 相対震源決定手法(DD法)により震源再決定を行っている。その結果, 再決定された震源は主に40～50度で南東に傾斜する1枚の面形状を呈しているが, 珠洲市ではほぼ平行する二枚の断層面を確認している。	P.409～411
GNSS観測 合成開口レーダ画像		・地震調査委員会(2024b)は, 地震に伴う地殻変動を整理しており, GNSS観測によると, 今回の地震に伴って輪島2観測点(国土地理院)で2.0m程度の南西方向への変動, 1.3m程度の隆起が見られたとしている。また, 「だいち2号」が観測した合成開口レーダー画像の解析によると, 輪島市西部で最大4m程度の隆起, 最大2m程度の西向きの変動, 珠洲市北部で最大2m程度の隆起, 最大3m程度の西向きの変動が検出されたとしている。 ・国土地理院(2024a)は, 電子基準点データとSAR解析データから得られた地殻変動を基に, 震源断層モデルを決定しており, 概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に3枚の断層モデルを図示している。 ・地震調査委員会(2024b)は, 京都大学・金沢大学・東北大学が作成したGNSS観測データから推定した震源断層モデルを掲載しており, 概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に3枚の断層モデルを図示している。 ・Yamada et al.(2025)は, GNSSおよびSAR変位データを再現する平面断層モデルとリストリック断層モデルの傾斜角の検証を行うために, 日本海地震・津波調査プロジェクトのモデルを参考に設定しており, 海士岬冲断層帯～能登半島北部沿岸域断層帯～NT2・NT3に対応する位置に6つの断層面を設定している。	P.412～416
地震波の解析		・地震調査委員会(2024c)は, 防災科学技術研究所が行った震源過程解析を掲載している。防災科学技術研究所(2024)によれば, 強震観測網の強震度速度波形記録を用いた震源インバージョン解析を行うにあたり断層面を設定しており, 概ね海士岬冲断層帯の北部～能登半島北部沿岸域断層帯～NT2・NT3に対応する位置に6枚の断層モデルを図示している。 ・京都大学(2024a, b)は, インバージョン解析により震源過程の推定を行うにあたり, 解析用の断層モデルを設定しており, 概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に4枚の断層モデルを図示している。	P.417, 418
津波波形の解析		・地震調査委員会(2024c)は, 気象研究所・気象庁が作成した津波の逆伝播解析結果を掲載しており, 概ね笹波冲断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に波源域を推定している。 ・二木ほか(2024)は, 各研究機関の波源を用いた津波伝播解析結果を踏まえ, 波源を再考し, 能登半島北岸に沿った約95kmの波源を設定している。本波源により, 国土地理院の波源モデルに比べ, 観測記録の再現性が向上したとしている。	P.419, 420
その他	海上音波探査	・産業技術総合研究所(2024a, b)は, 令和6年能登半島地震後に取得した高分解能音波探査・海底地形調査データと2007年から2008年にかけて取得した同等のデータを比較し, 能登半島北岸断層帯 猿山沖区間(猿山沖セグメントに対応), 輪島沖区間(輪島沖セグメントに対応), 珠洲沖区間(珠洲沖セグメントに対応)での隆起を確認している。地震調査委員会(2024d)は, これらの隆起が令和6年能登半島地震に伴う変動を示している可能性が高いとしている。	P.421
	海底地形	・海上保安庁(2024a, b)は, 令和6年能登半島地震後に取得した水深データと2003年に取得した水深データの比較により能登半島北西沖で約3mの隆起を確認し, 同じく地震後に取得した水深データと2002.年に取得した水深データの比較により珠洲市北方沖で約4mの隆起を確認したとしている。能登半島北西沖の隆起は猿山沖セグメント, 珠洲市北方沖の隆起は珠洲沖セグメントに対応する位置で確認されている。 ・海上保安庁(2024c)は, 令和6年能登半島地震後に取得した水深データと2020年に北陸電力が取得した水深データの比較により珠洲市北東沖で約3mの隆起を確認し, 同じく地震後に取得した水深データと2000年から2001年にかけて海上保安庁が取得した水深データの比較により輪島市北方沖で約3mの隆起を確認したとしている。珠洲市北東沖の隆起は珠洲沖セグメント, 禄剛セグメント, 輪島市北方沖の隆起は輪島沖セグメントに対応する位置で確認されている。	P.422, 423

○以上のことから, 令和6年能登半島地震の震源断層として, 能登半島北部沿岸域断層帯に対応する断層が主に活動し, 検討手法によっては, 笹波冲断層帯(東部), 海士岬冲断層帯, NT2・NT3の一部が活動したとされている。

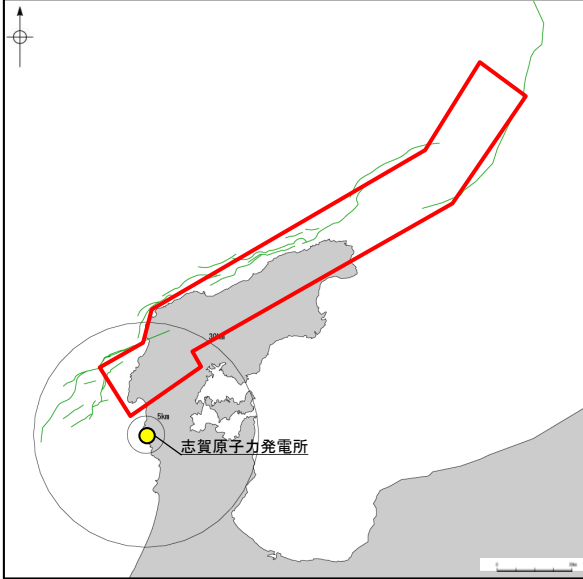
【震源断層に関する知見(地震活動の分布)(地震調査委員会(2024b, c))】

再決定後

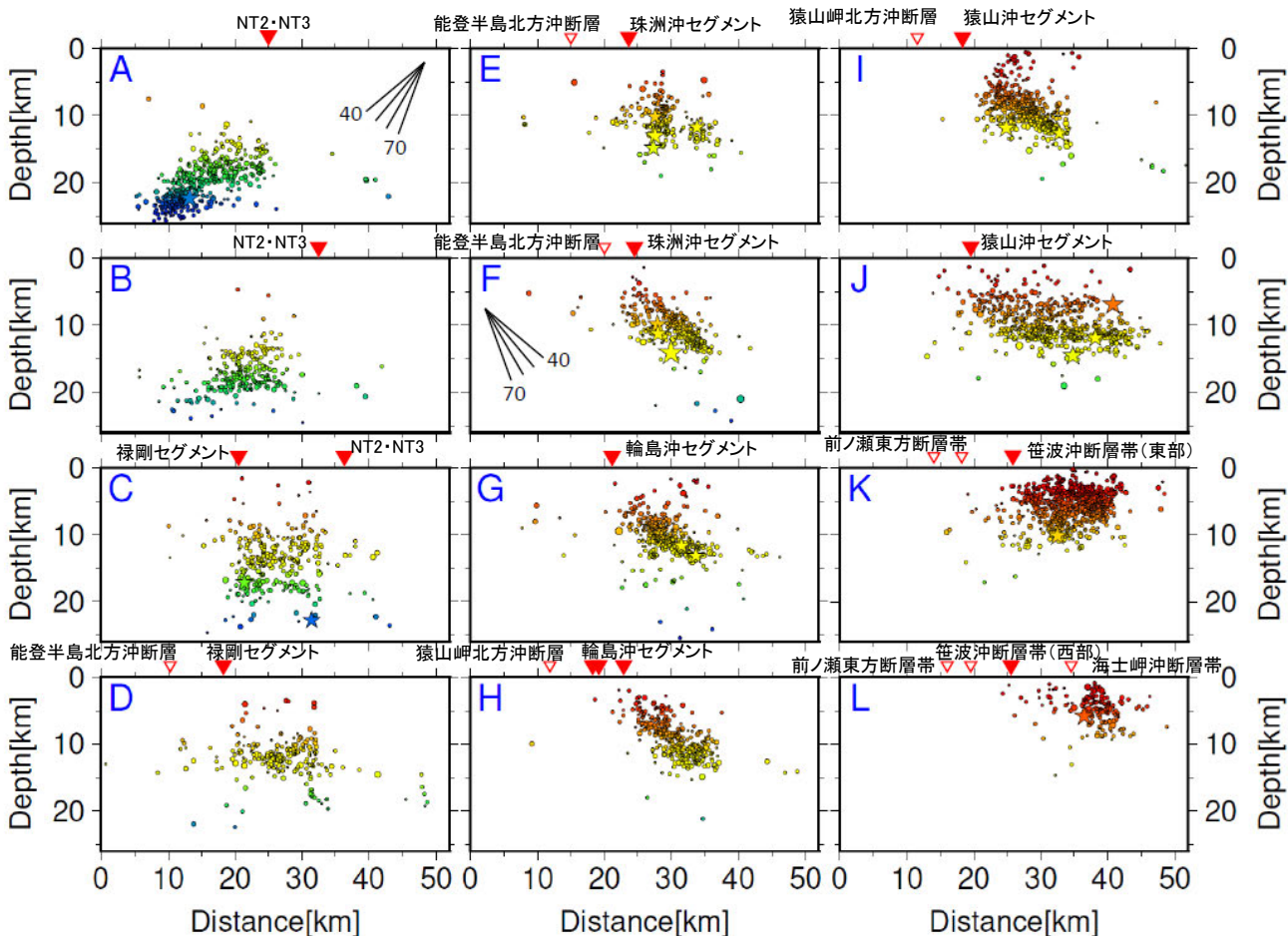


震央分布図

(波形相関DD法により再決定した震源データ:2024年1月1日～1月10日, 深さ0～40km, M $\geq$ 2.0)
(地震調査委員会(2024c)(気象庁作成)に一部加筆)



当社の断層トレースとの比較

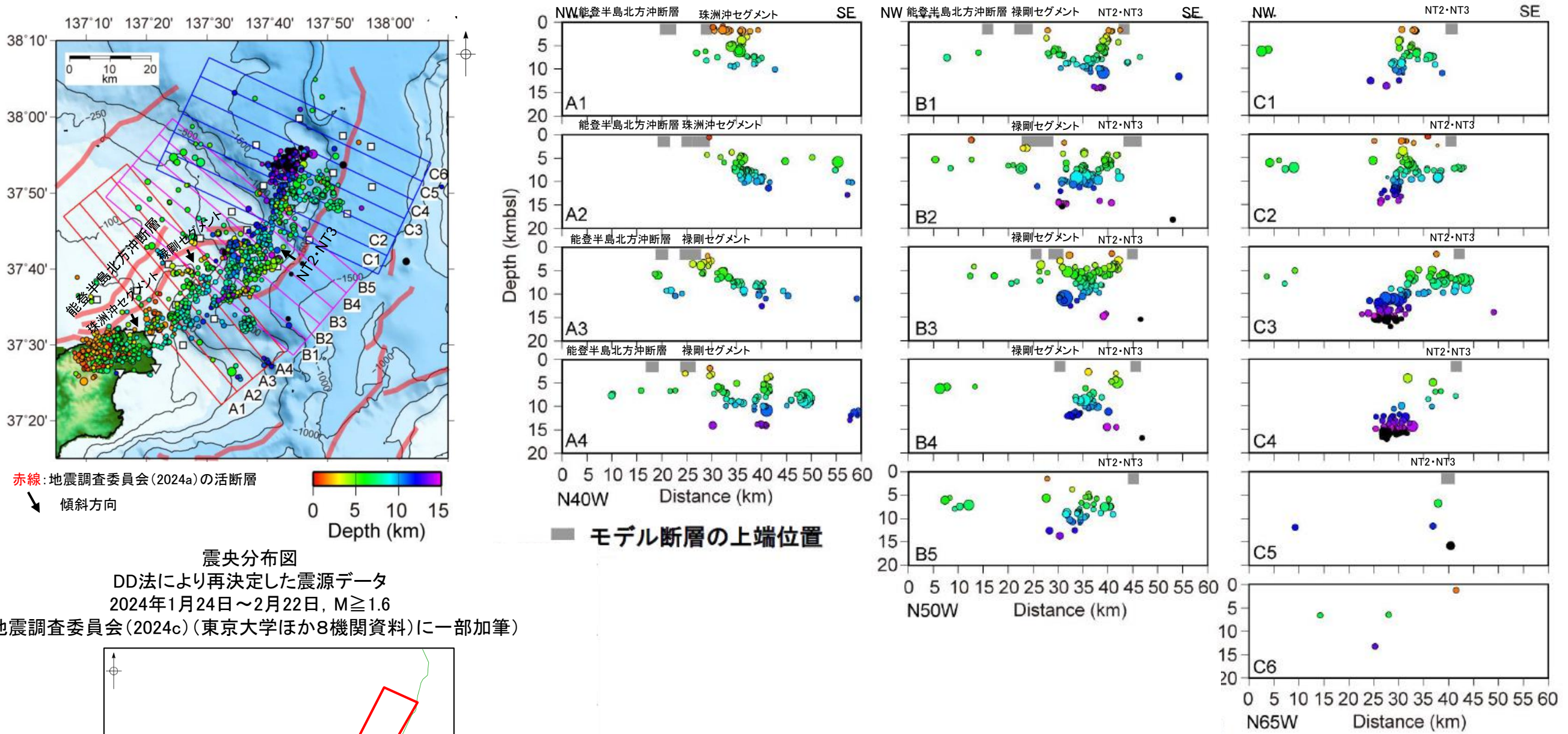


各投影面の断面図

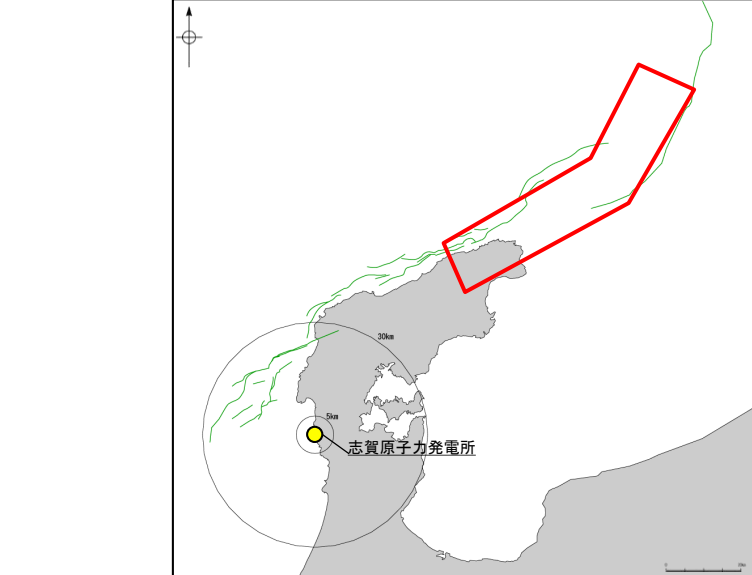
(地震調査委員会(2024c)(気象庁作成)に一部加筆)

- ・地震調査委員会(2024b)によれば, M7.6の地震が発生した後, 地震活動はさらに活発になり, 地震活動域は能登半島及びその北東側の海域を中心とする北東-南西に延びる150km程度の範囲に広がっているとしている。
- ・地震調査委員会(2024c)は, 気象庁が作成した2024年1月1日～1月10日までの波形相関DD法により再決定した震源データを掲載している。
- ・震央分布図, 断面図を判読すると海士岬沖断層帯～笹波沖断層帯(東部)～能登半島北部沿岸域断層帯～NT2・NT3に地震活動が認められるが, 笹波沖断層帯(西部)には地震活動は拡大していない。

【震源断層に関する知見(地震活動の分布)(地震調査委員会(2024c))】



震央分布図
DD法により再決定した震源データ
2024年1月24日～2月22日, M $\geq$ 1.6
(地震調査委員会(2024c)(東京大学ほか8機関資料)に一部加筆)



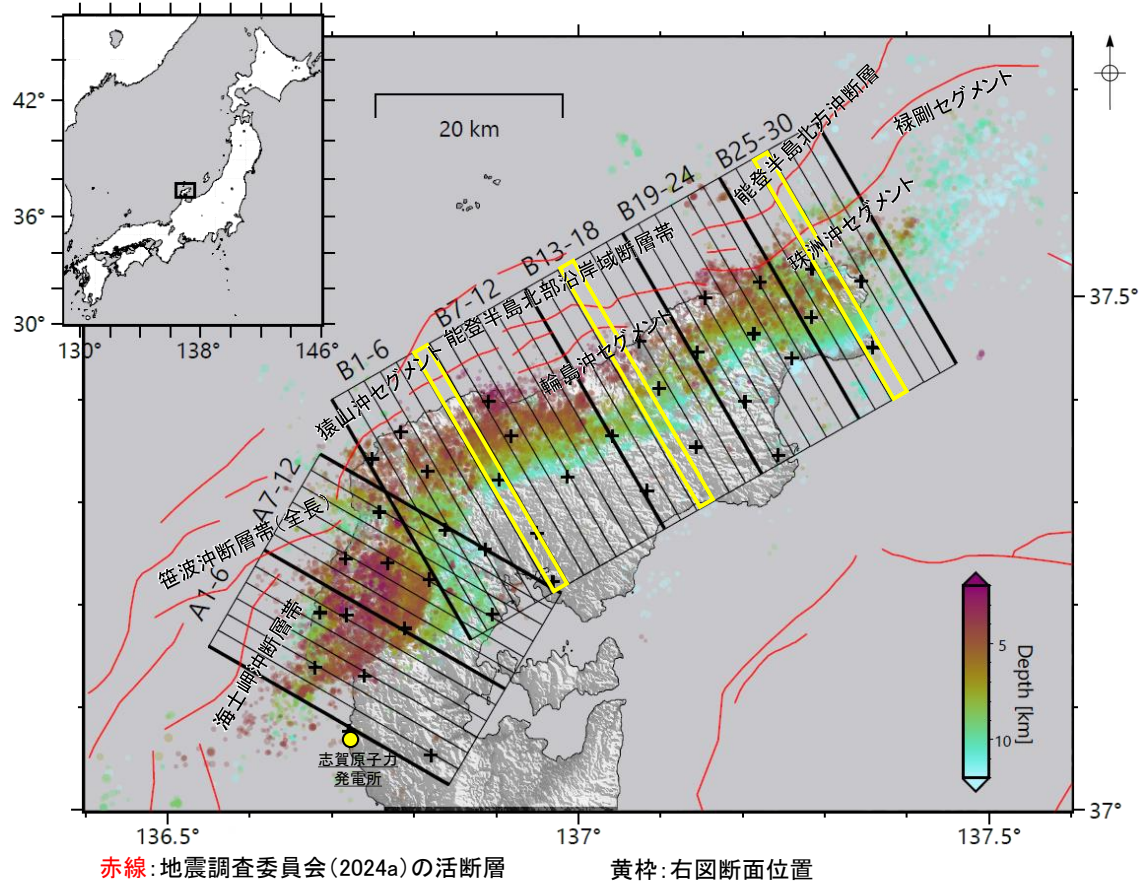
当社の断層トレースとの比較

地震調査委員会(2024c)(東京大学ほか8機関資料)に基づく震央の分布範囲

各投影面の断面図
(地震調査委員会(2024c)(東京大学ほか8機関資料)に一部加筆)

・地震調査委員会(2024c)は、東京大学ほか8機関により行われた能登半島北東沖に設置した海底地震計の解析結果を掲載しており、西側グループ(能登半島北部沿岸域断層帯に対応)は南東側に傾斜、中央・東側グループ(NT2・NT3に対応)は北西側に傾斜しており、富山トラフ西縁断層(NT2・NT3に対応)の北端では地震活動がみられないと報告している。

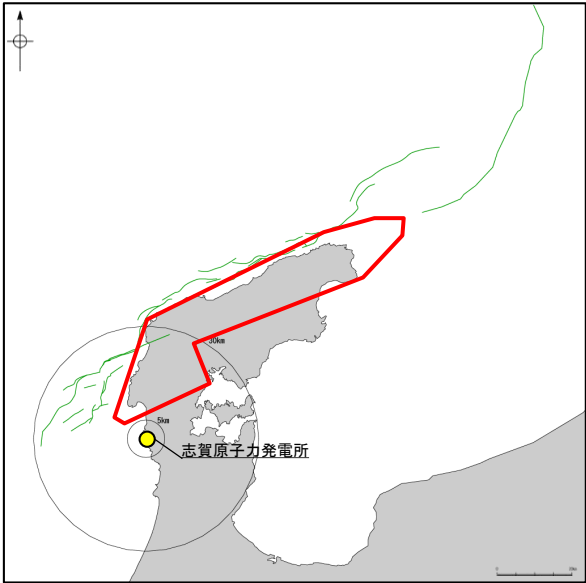
【震源断層に関する知見(地震活動の分布)(高橋ほか(2024))】



赤線:地震調査委員会(2024a)の活断層 黄枠:右図断面位置

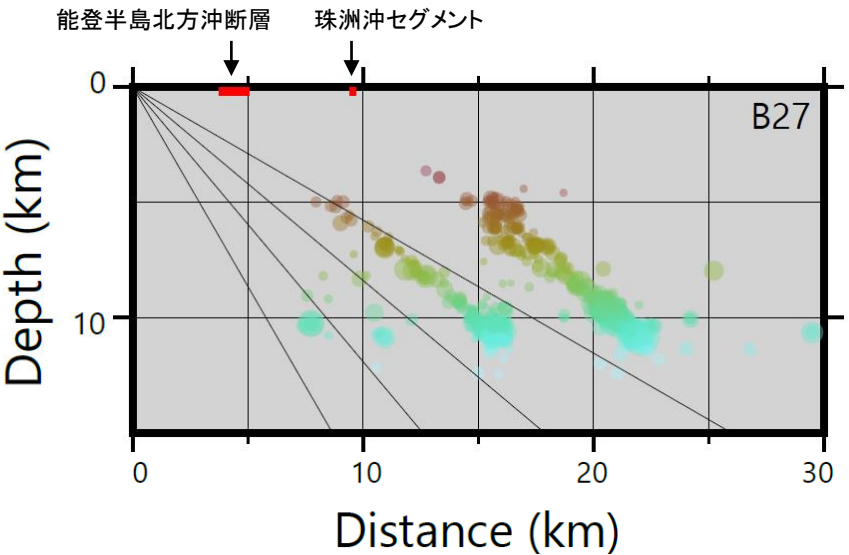
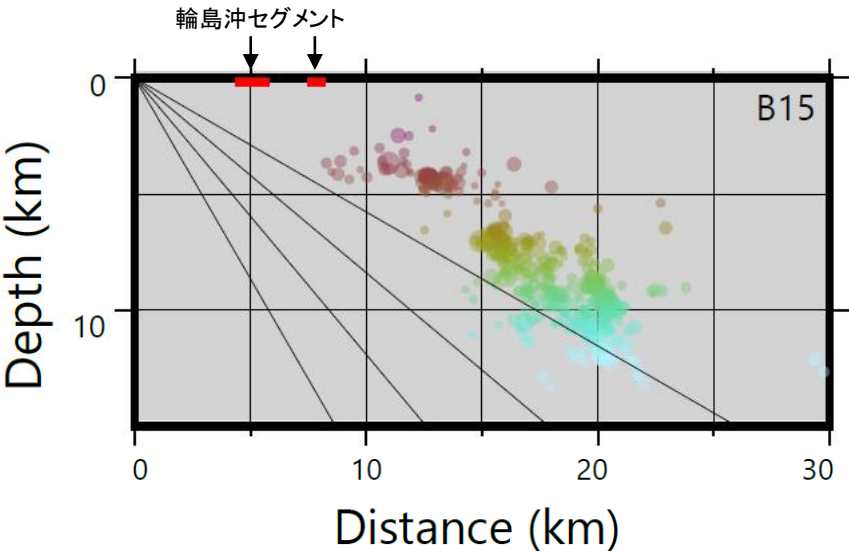
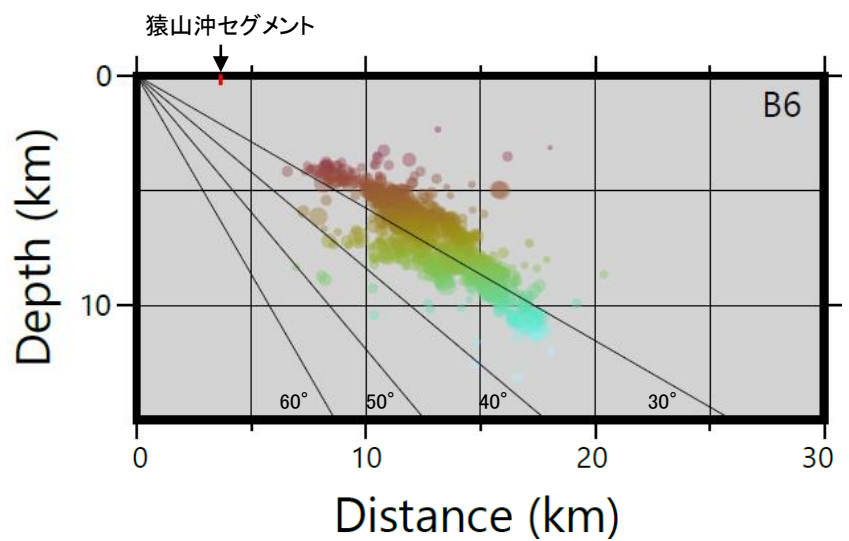
震央分布図(高橋ほか(2024)に一部加筆)

・高橋ほか(2024)は、2024年4月22日から7月2日にかけて能登半島北部で臨時地震観測を行い、相対震源決定手法(DD法)により震源再決定を行っている。その結果、再決定された震源は主に40～50度で南東に傾斜する1枚の面形状を呈しているが、珠洲市ではほぼ平行する二枚の断層面を確認している。



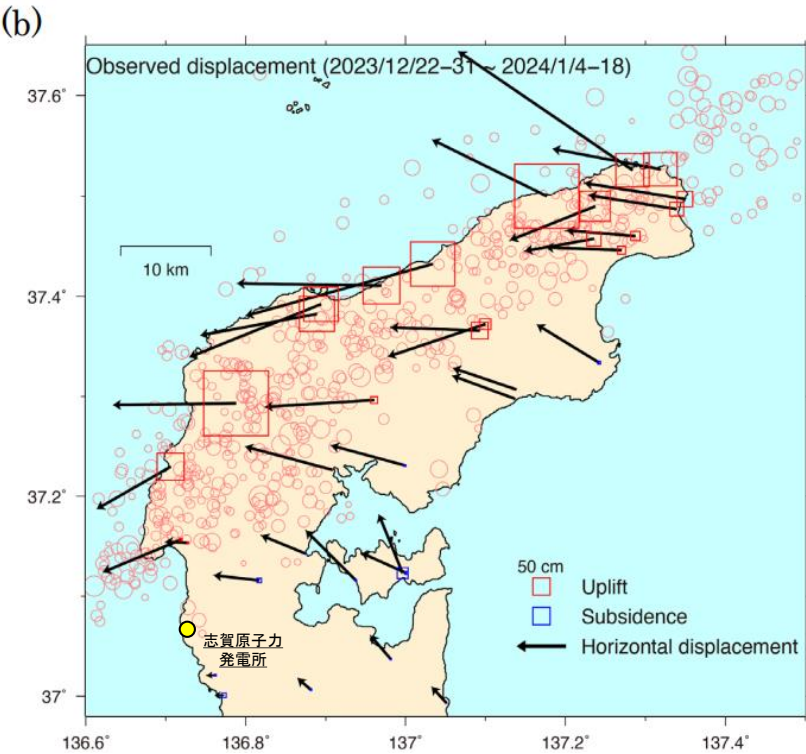
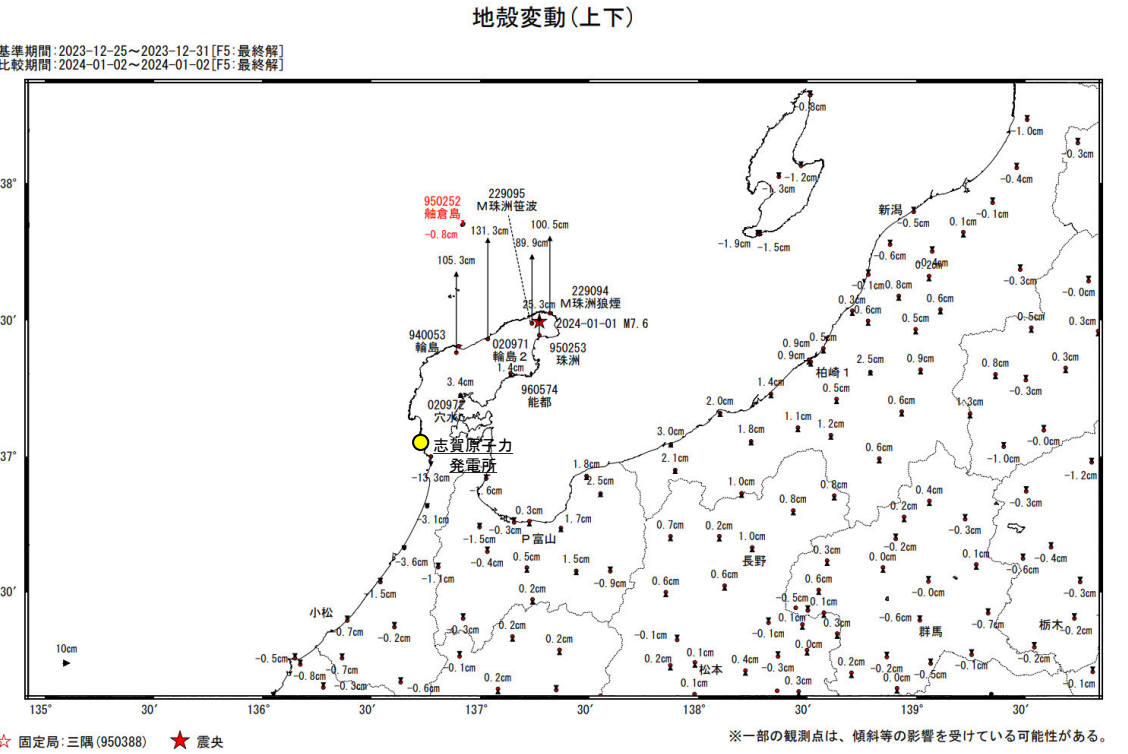
□:高橋ほか(2024)に基づく震央の分布範囲

当社の断層トレースとの比較

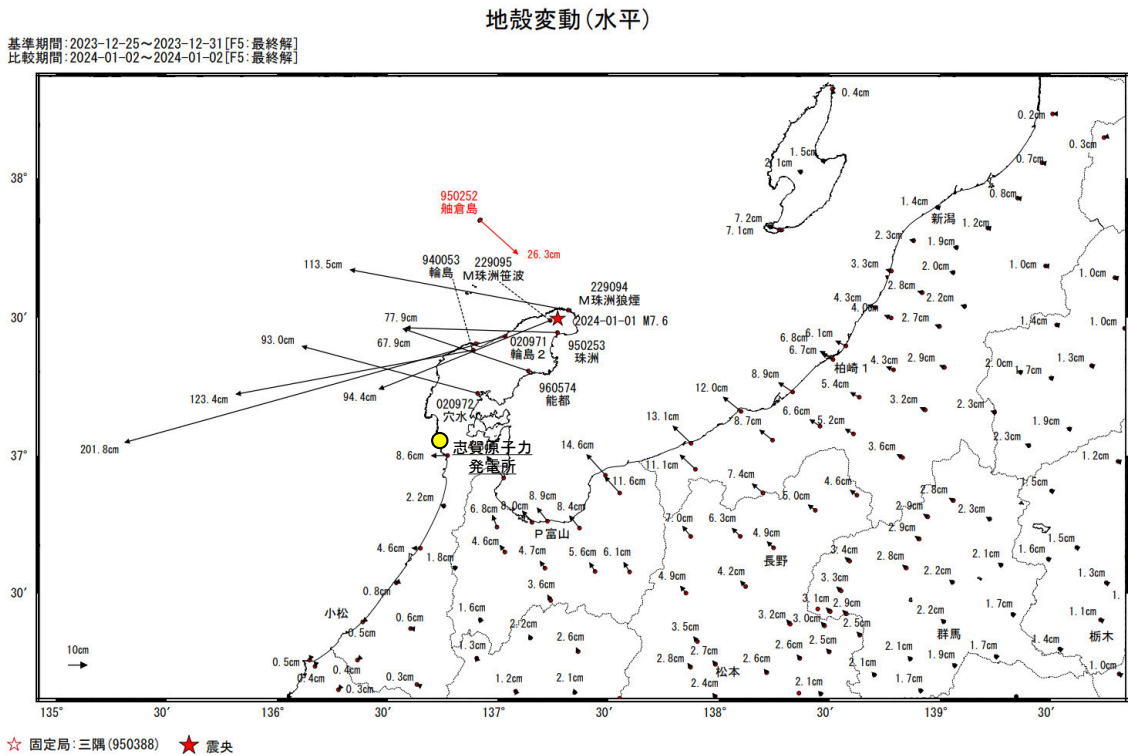


震源分布図
(高橋ほか(2024)に一部加筆)

【震源断層に関する知見(GNSS観測)(地震調査委員会(2024b))】



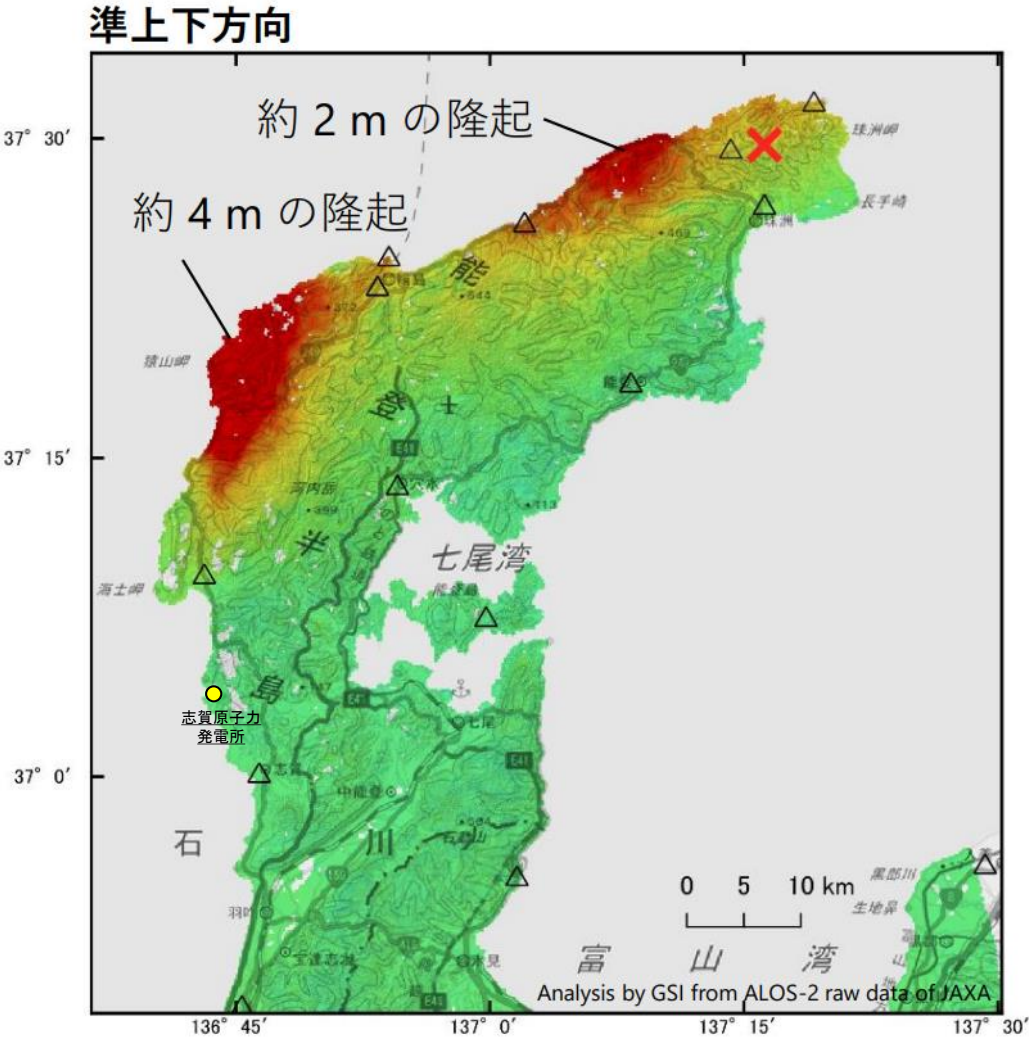
令和6年能登半島地震の地震時地殻変動
(地震調査委員会(2024b)(京都大学, 金沢大学, 東北大学)に一部加筆)



・地震調査委員会(2024b)は、地震に伴う地殻変動を整理しており、GNSS観測によると、今回の地震に伴って輪島2観測点(国土地理院)で2.0m程度の南西方向への変動、1.3m程度の隆起が見られたとしている。

令和6年能登半島地震前後の観測データ
(国土地理院(2024b)に一部加筆)

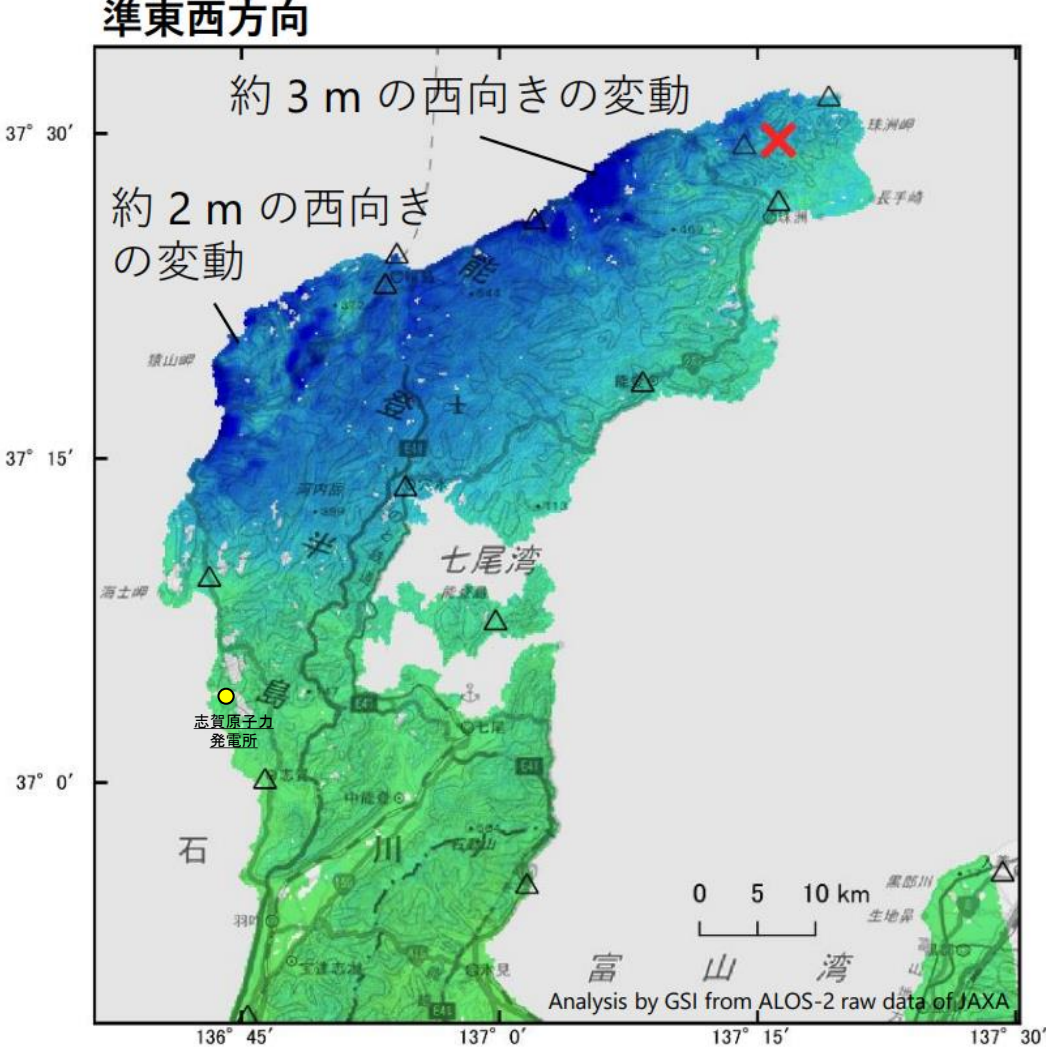
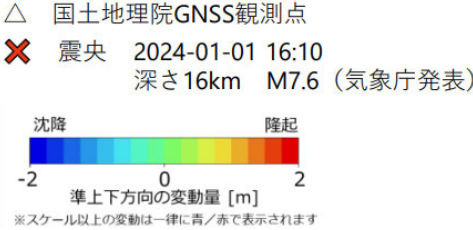
【震源断層に関する知見(合成開口レーダ画像)(地震調査委員会(2024b))】



解析ペア (西→東)

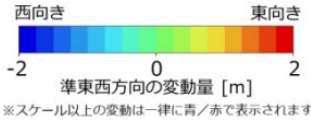
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-12-06 2024-01-03 23:51頃 (28日間)	2023-11-03 2024-01-12 23:44頃 (70日間)
衛星進行方向	北行	北行
電波照射方向	右(東)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	43.0°	36.2°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 277 m	+ 259 m

* U: 高分解能(3m)モード



解析ペア (東→西)

ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
2022-09-26 2024-01-01 23:10頃 (462日間)	2021-10-19 2024-01-09 11:49頃 (812日間)	2022-06-06 2024-01-15 23:10頃 (588日間)
北行	南行	北行
左(西)	右(西)	左(西)
U-U	U-U	U-U
32.4°	45.8°	36.3°
HH	HH	HH
- 142 m	+ 10 m	+ 39 m



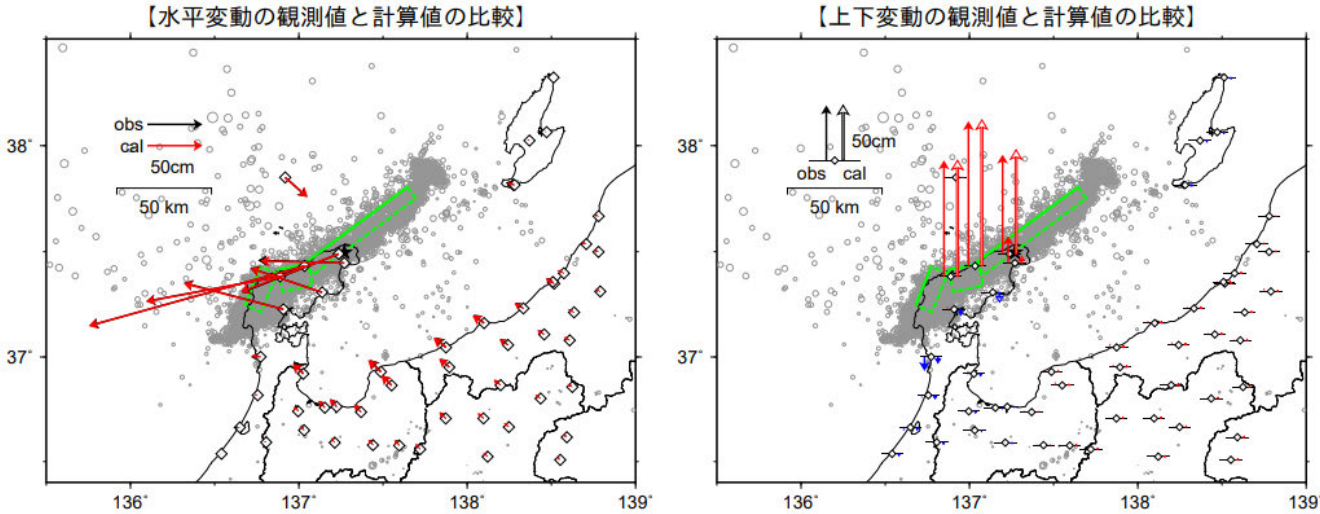
「だいち2号」観測データの2.5次元解析結果
(地震調査委員会(2024b)に一部加筆)

・「だいち2号」が観測した合成開口レーダー画像の解析によると、輪島市西部で最大4m程度の隆起、最大2m程度の西向きの変動、珠洲市北部で最大2m程度の隆起、最大3m程度の西向きの変動が検出されたとしている。

【震源断層に関する知見(GNSS観測, 合成開口レーダ画像)(国土地理院(2024a))】

令和6年能登半島地震の震源断層モデル

基準期間: 2023年12月25日～2023年12月31日(F5解) JST
比較期間: 2024年1月2日～2024年1月6日(F5解) JST



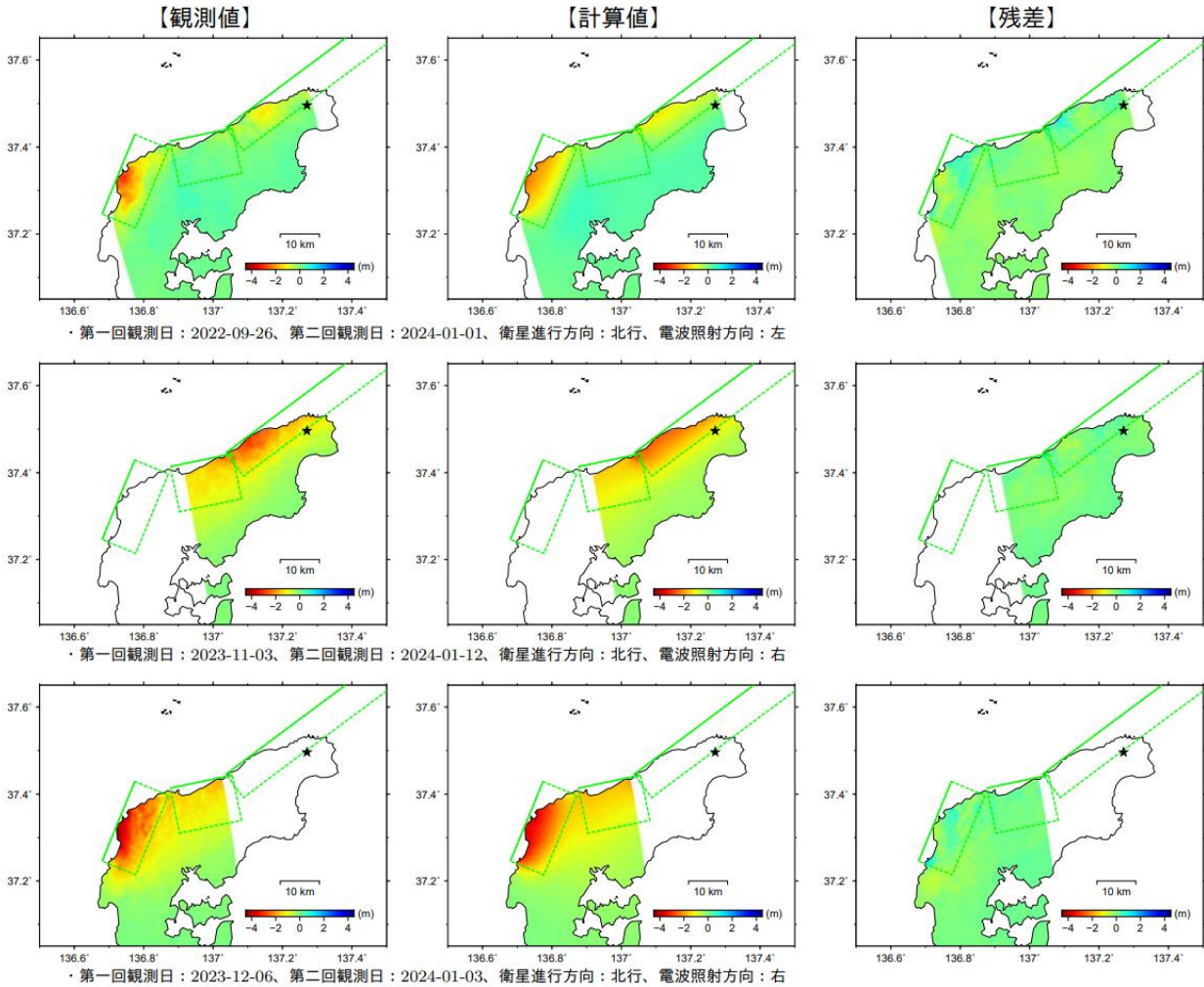
・黒色の星は1月1日のMj7.6の震央、灰色丸は震央分布(気象庁一元化震源(気象庁)を使用)、2024年1月1日16時10分～1月3日23時59分。
・黄緑色の矩形は震源断層モデルを地表面に投影した位置で、実線が断層上端。

【推定された震源断層パラメータ】

	経度	緯度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜	すべり角	すべり量	M_w
	°	°	km	km	km	°	°	°	m	
断層1	136.680	37.246	0.1	22.0	12.2	22.7	40.6	84.4	6.79	7.09
	(0.002)	(0.002)	(0.1)	(0.3)	(0.2)	(1.0)	(0.4)	(1.3)	(0.11)	(0.01)
断層2	136.876	37.414	0.0	16.2	20.4	78.3	54.9	140.2	2.83	6.90
	(0.003)	(0.001)	(0.0)	(0.4)	(0.5)	(0.6)	(0.6)	(0.7)	(0.05)	(0.01)
断層3	137.037	37.445	0.1	66.8	11.5	53.3	49.7	114.6	4.42	7.27
	(0.001)	(0.002)	(0.1)	(1.1)	(0.1)	(0.4)	(0.3)	(0.2)	(0.04)	(0.00)

・マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法を用いてモデルパラメータを推定。括弧内は誤差(1 σ)を示す。
・ M_w と断層面積をスケールリング則(Strasser et al., 2010)に近づくように拘束。
・ M_w の計算においては、剛性率を30GPaと仮定。3枚の断層の合計の M_w は7.44。

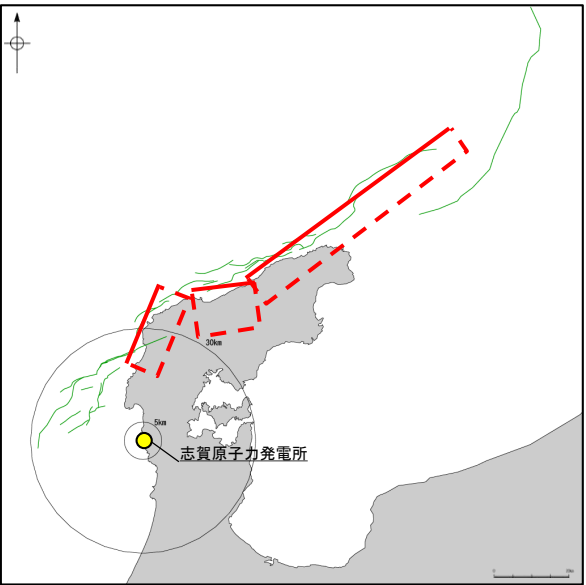
令和6年能登半島地震の震源断層モデルとSARによる地殻変動



・第一回観測日: 2023-12-06、第二回観測日: 2024-01-03、衛星進行方向: 北行、電波照射方向: 右

地殻変動(電子基準点データ, SAR解析データ)を基に決定した震源断層モデル
(国土地理院(2024a))

・国土地理院(2024a)は、電子基準点データとSAR解析データから得られた地殻変動を基に、震源断層モデルを決定しており、概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に3枚の断層モデルを図示している。



当社の断層トレースとの比較

□: 国土地理院(2024a)に基づく震源断層モデルの範囲

【震源断層に関する知見(GNSS観測)(地震調査委員会(2024b))】

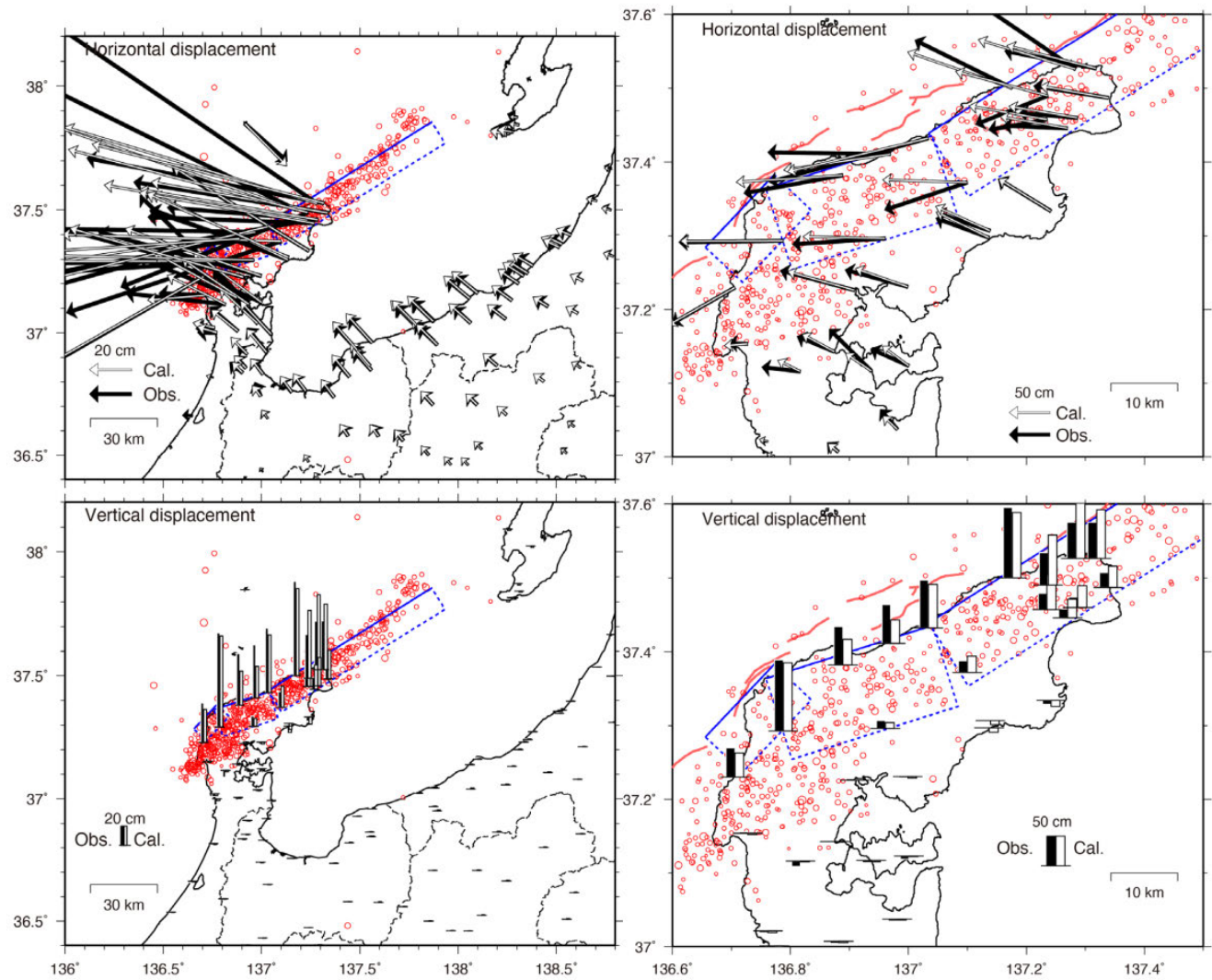
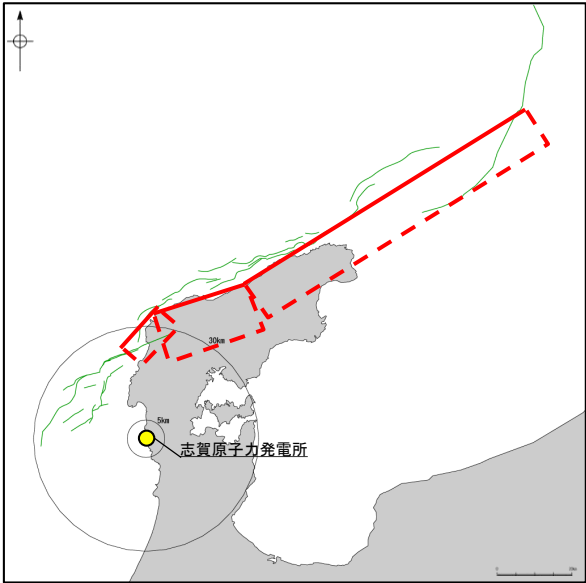


表1 GNSS データから推定した令和6年能登半島地震の震源断層モデルのパラメータ。位置は矩形断層の西上端を示す。

領域	緯度 Lat.(°)	経度 Long.(°)	上端深さ Depth(km)	長さ Length(km)	幅 Width(km)	走向 Strike(°)	傾斜 Dip(°)	滑り角 Rake(°)	滑り量 Slip(m)	M _w
#1	37.285	136.656	0.1	15.0	10.0	44	45	95	8.74	7.02*
#2	37.364	136.759	0.1	26.2	19.6	72	49	146	2.40	6.98*
#3	37.439	137.034	0.1	86.8	14.9	57	41	109	3.68	7.37*

*剛性率は30GPa。合計したM_wは7.51。

GNSSデータから推定した震源断層モデル
(地震調査委員会(2024b)(京都大学・金沢大学・東北大学作成))

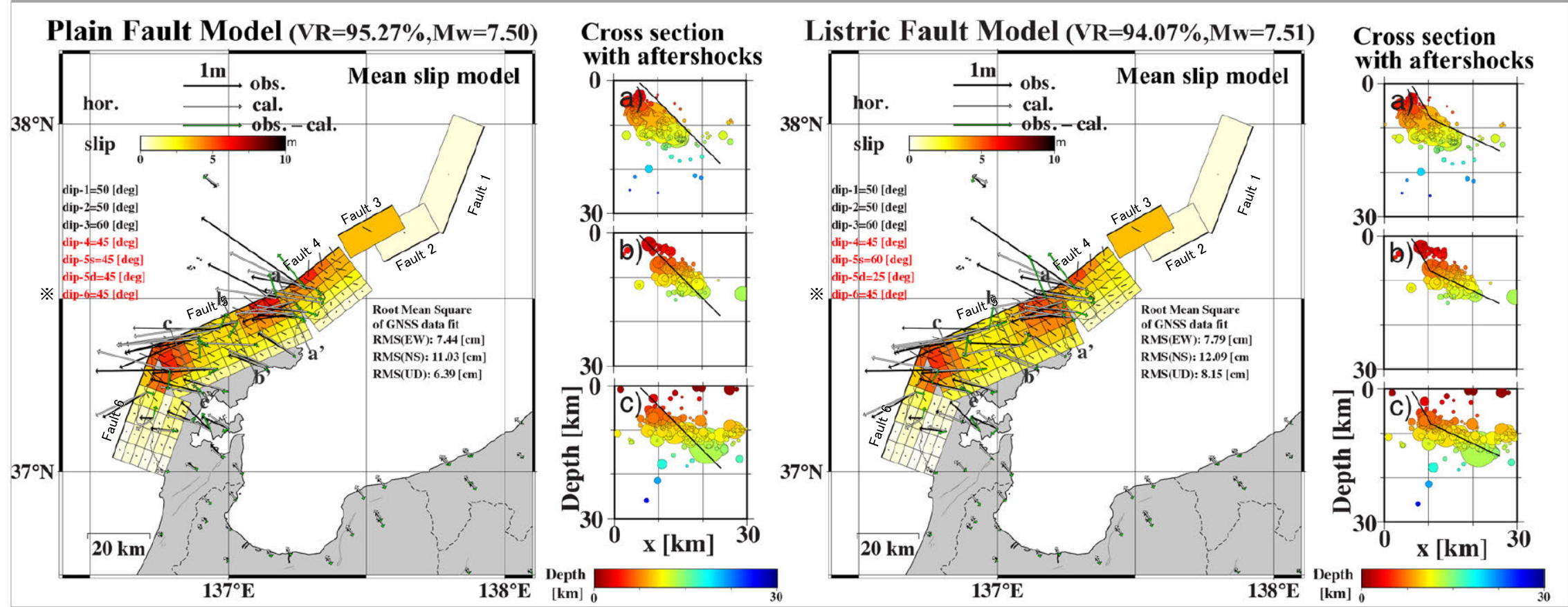


当社の断層トレースとの比較

□:地震調査委員会(2024b)(京都大学・金沢大学・東北大学作成)に基づく震源断層モデルの範囲

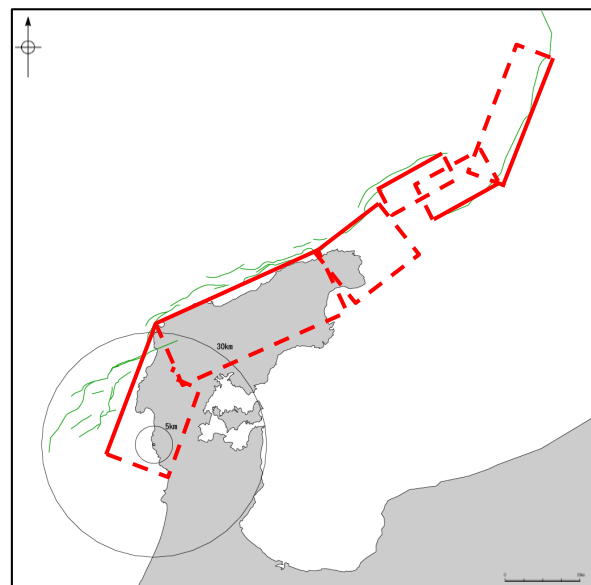
・地震調査委員会(2024b)は、京都大学・金沢大学・東北大学が作成したGNSSデータから推定した震源断層モデルを掲載しており、概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に3枚の断層モデルを図示している。

【震源断層に関する知見(GNSS観測, 合成開口レーダ画像)(Yamada et al.(2025))】



※: Yamada et al.(2025)は、海士岬沖断層帯付近に位置するFault 6の傾斜角を45°として検討を行っているが、当社は海士岬沖断層帯の傾斜角について、文献調査の結果(文科省ほか(2015), 地震調査委員会(2024a))から60°と評価している。

GNSSデータ, 合成開口レーダ画像から推定した震源断層モデル (Yamada et al.(2025)に一部加筆)

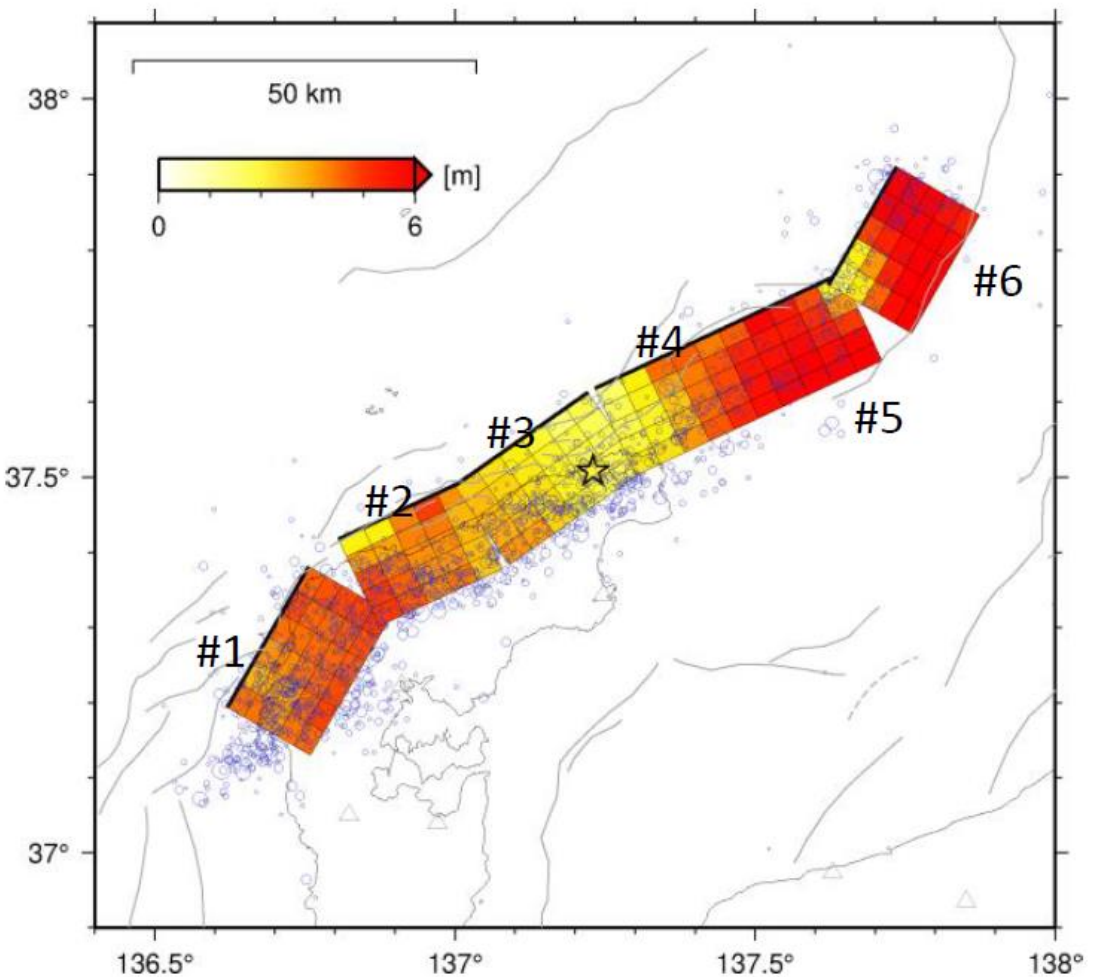
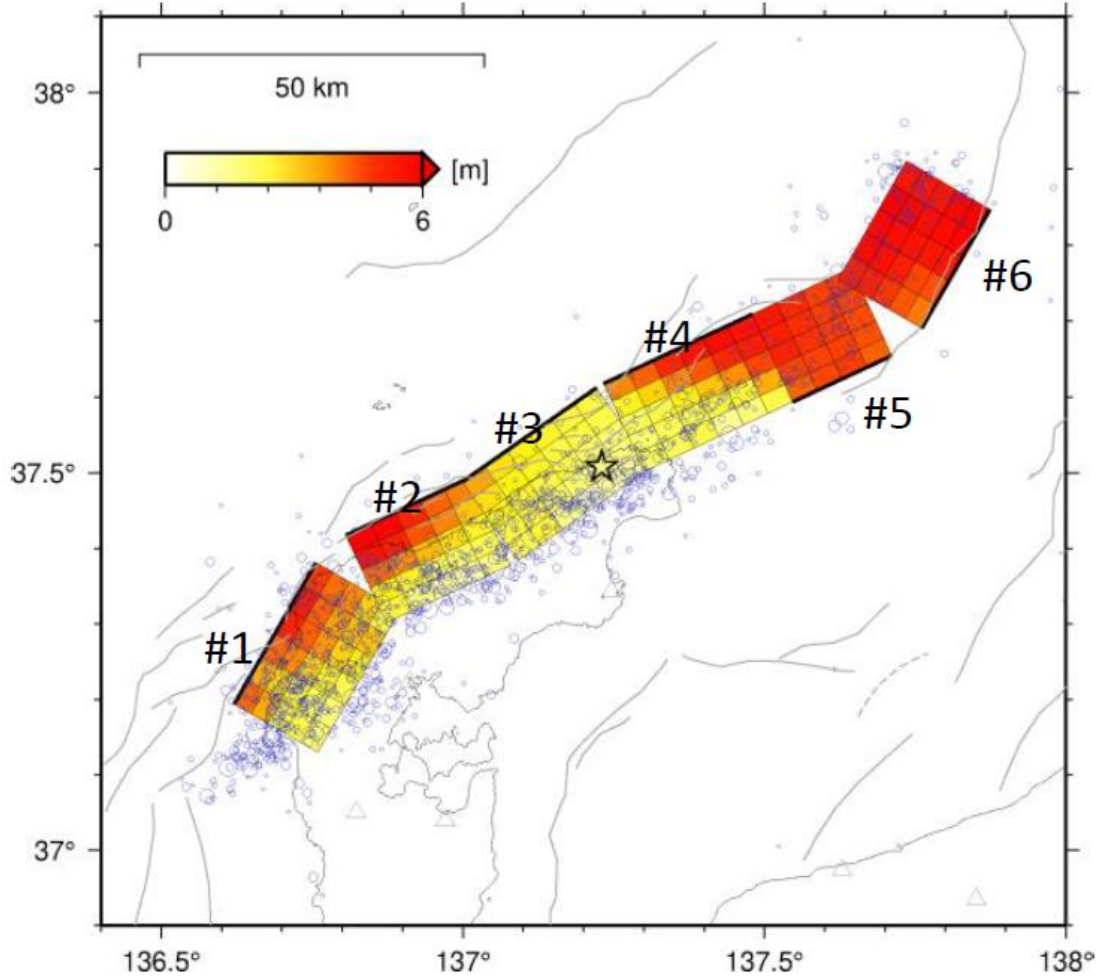


当社の断層トレースとの比較

□: Yamada et al.(2025)に基づく震源断層モデル(Plain Fault Model)の範囲

・Yamada et al.(2025)は、GNSSおよびSAR変位データを再現する平面断層モデルとリストリック断層モデルの傾斜角の検証を行うために、日本海地震・津波調査プロジェクトのモデルを参考に設定しており、海士岬沖断層帯～能登半島北部沿岸域断層帯～NT2・NT3に対応する位置に6つの断層面を設定している。

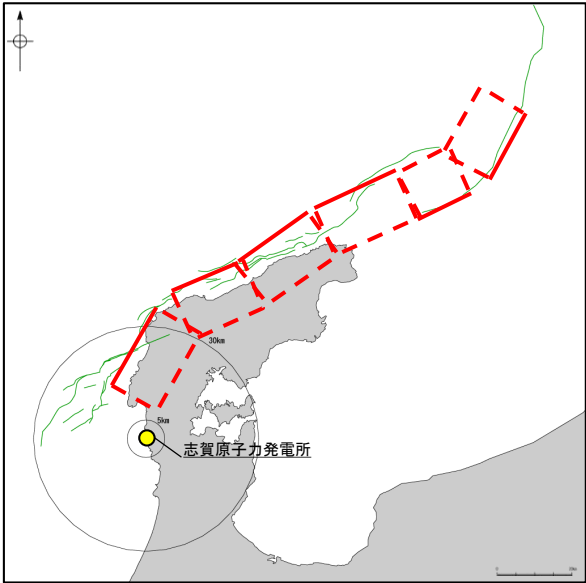
【震源断層に関する知見(地震波の解析)(地震調査委員会(2024c), 防災科学技術研究所(2024))】



震源インバージョン解析に使用した断層面モデル
(地震調査委員会(2024c)(防災科学技術研究所作成))

左図: 北東部を北西傾斜とした断層モデルでの解析結果, 右図: 北東部を南東傾斜とした断層モデルでの解析結果

カラー部: すべり分布の地表投影
星形: 破壊開始点
青丸: 地震発生後1日間の余震の空間分布
灰色線: 地震調査委員会(2024a)の海域活断層

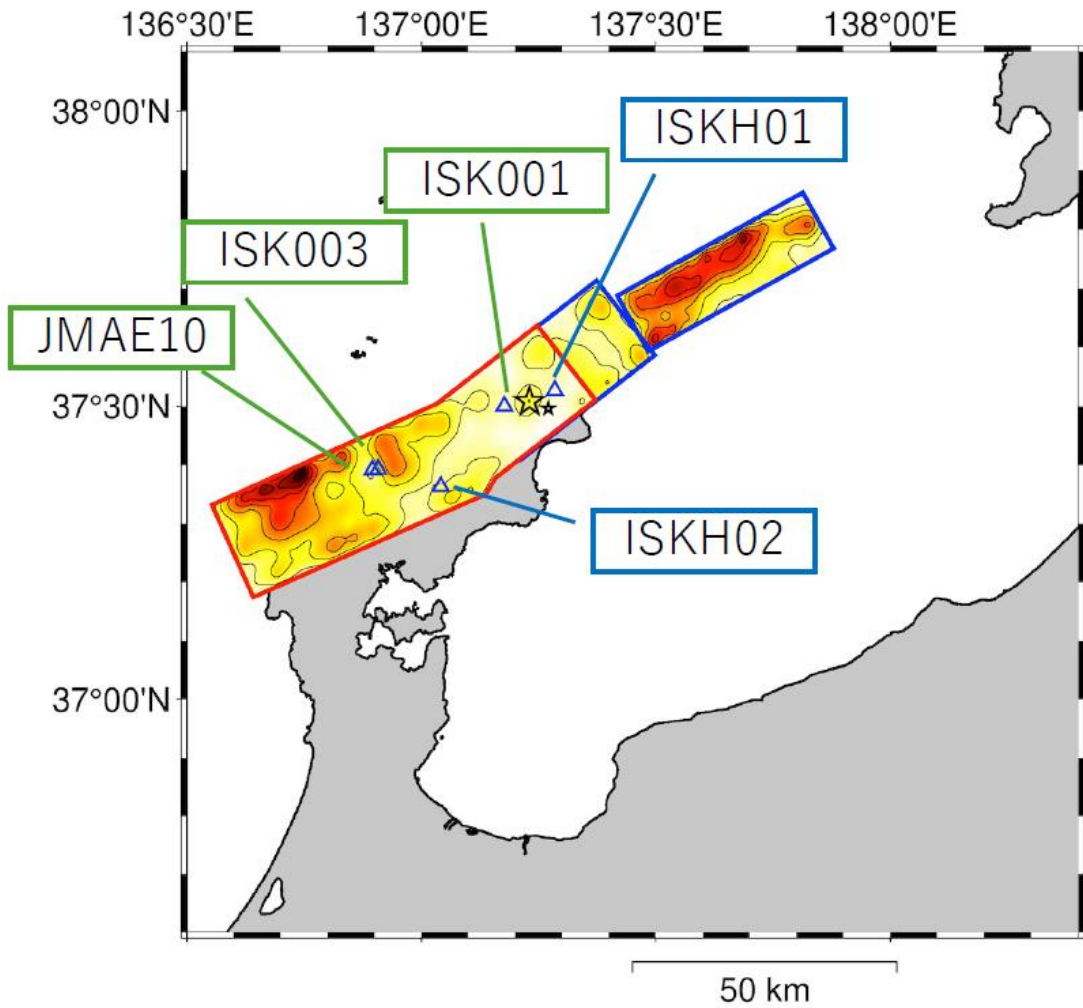


当社の断層トレースとの比較

□: 地震調査委員会(2024c)(防災科学技術研究所作成)に基づく震源断層モデルの範囲
(北東部を北西傾斜としたモデル)

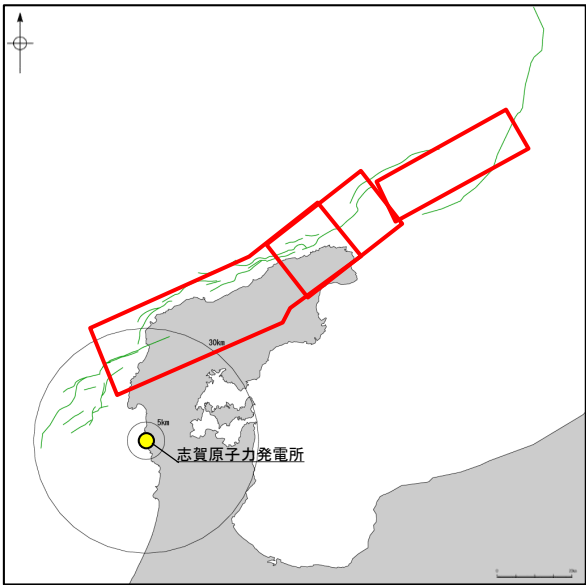
・地震調査委員会(2024c)は, 防災科学技術研究所が行った震源過程解析を掲載している。防災科学技術研究所(2024)によれば, 強震観測網の強震度速度波形記録を用いた震源インバージョン解析を行うにあたり断層面を設定しており, 概ね海士岬沖断層帯の北部~能登半島北部沿岸域断層帯~NT2・NT3に対応する位置に6枚の断層モデルを図示している。

【震源断層に関する知見(地震波の解析)(京都大学(2024a, b))】



震源過程の推定に用いた断層モデル(京都大学(2024b))

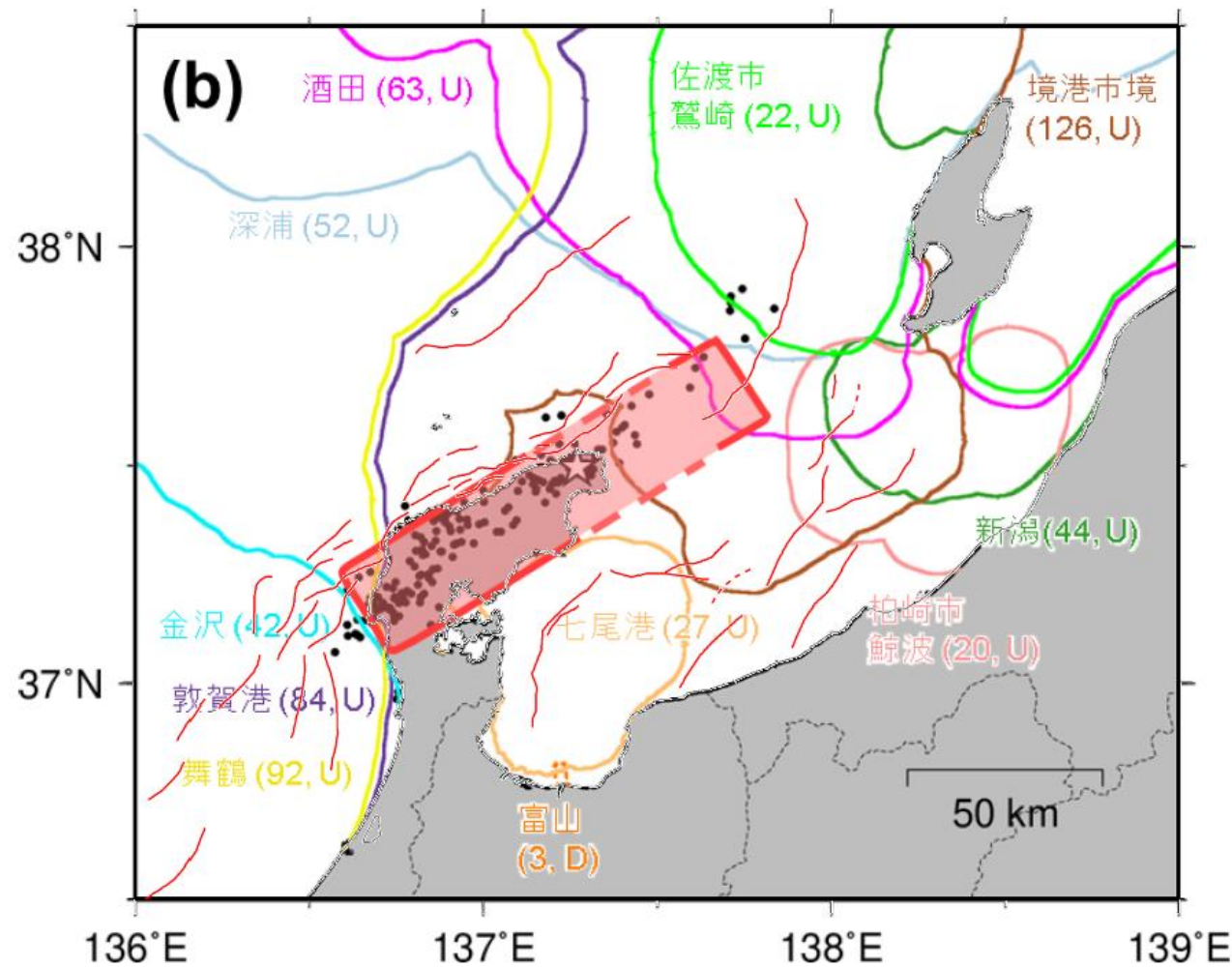
・京都大学(2024a, b)は、インバージョン解析により震源過程の推定を行うにあたり、解析用の断層モデルを設定しており、概ね能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に4枚の断層モデルを図示している。



当社の断層トレースとの比較

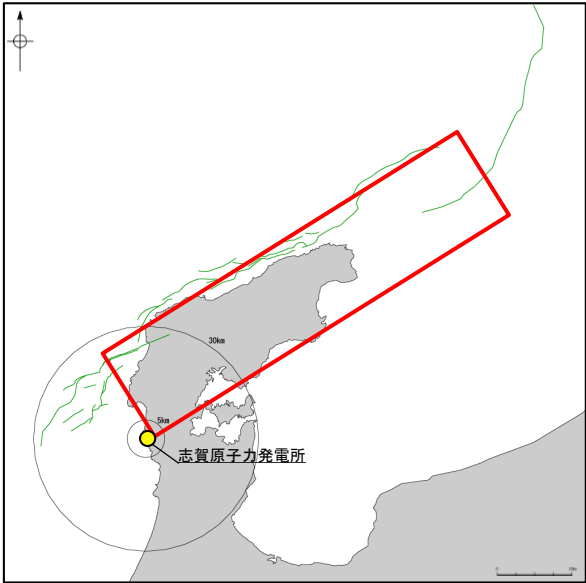
□: 京都大学(2024b)に基づく震源断層モデルの範囲

【震源断層に関する知見(津波波形の解析)(地震調査委員会(2024c)(気象研究所・気象庁作成))】



赤色の網掛け領域: 推定された津波の波源域
曲線: 各観測点からの逆伝播波面
星印: 2024年1月1日16時10分の震央
黒丸印: 同日16時以降1日間の地震の震央
赤線: 地震調査委員会(2024a)の活断層

津波の逆伝播解析結果
(地震調査委員会(2024c)(気象研究所・気象庁作成))

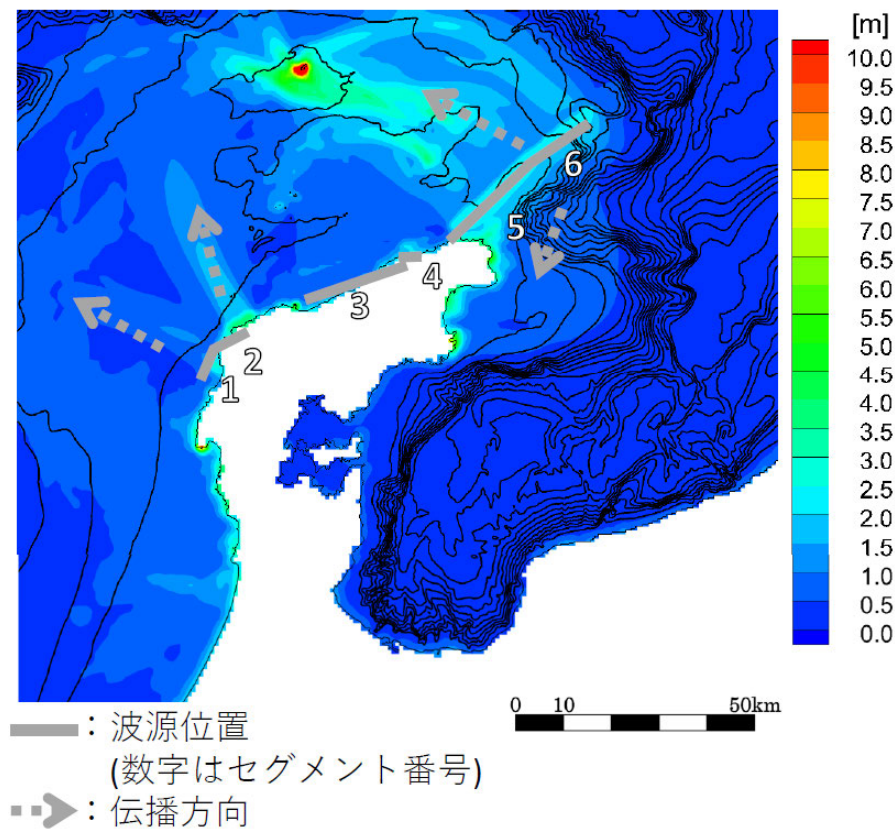


当社の断層トレースとの比較

・地震調査委員会(2024c)は, 気象研究所・気象庁が作成した津波の逆伝播解析結果を掲載しており, 概ね笹波沖断層帯(東部)と能登半島北部沿岸域断層帯に対応する位置に波源域を推定している。

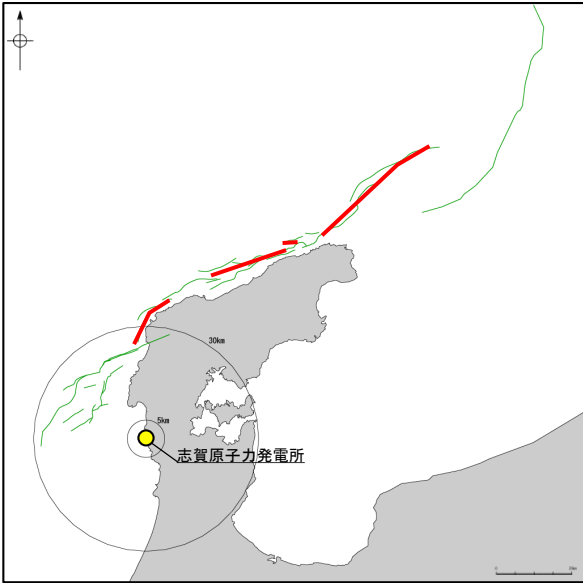
□: 地震調査委員会(2024c)(気象研究所・気象庁作成)に基づく震源断層モデルの範囲

【震源断層に関する知見(津波波形の解析)(二木ほか(2024))】



・二木ほか(2024)は, 各研究機関の波源を用いた津波伝播解析結果を踏まえ, 波源を再考し, 能登半島北岸に沿った約95kmの波源を設定している。
・本波源により, 国土地理院の波源モデルに比べ, 観測記録の再現性が向上したとしている。

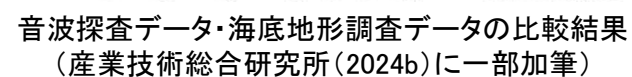
セグメント	長さ(km)	幅(km)	走向(°)	傾斜(°)	すべり角(°)	すべり量(m)	Mw
1	8.7	12.2	22.7	40	150	6.79	7.40
2	6.4	12.2	59.1	40	100	6.79	
3	25.1	16	77.16	55	143	2.8	
4	6.5	15.7	72.67	45	95	2.3	
5	26	16	47	48	100	4.2	
6	12.5	15	55	47	65	4.5	



当社の断層トレースとの比較

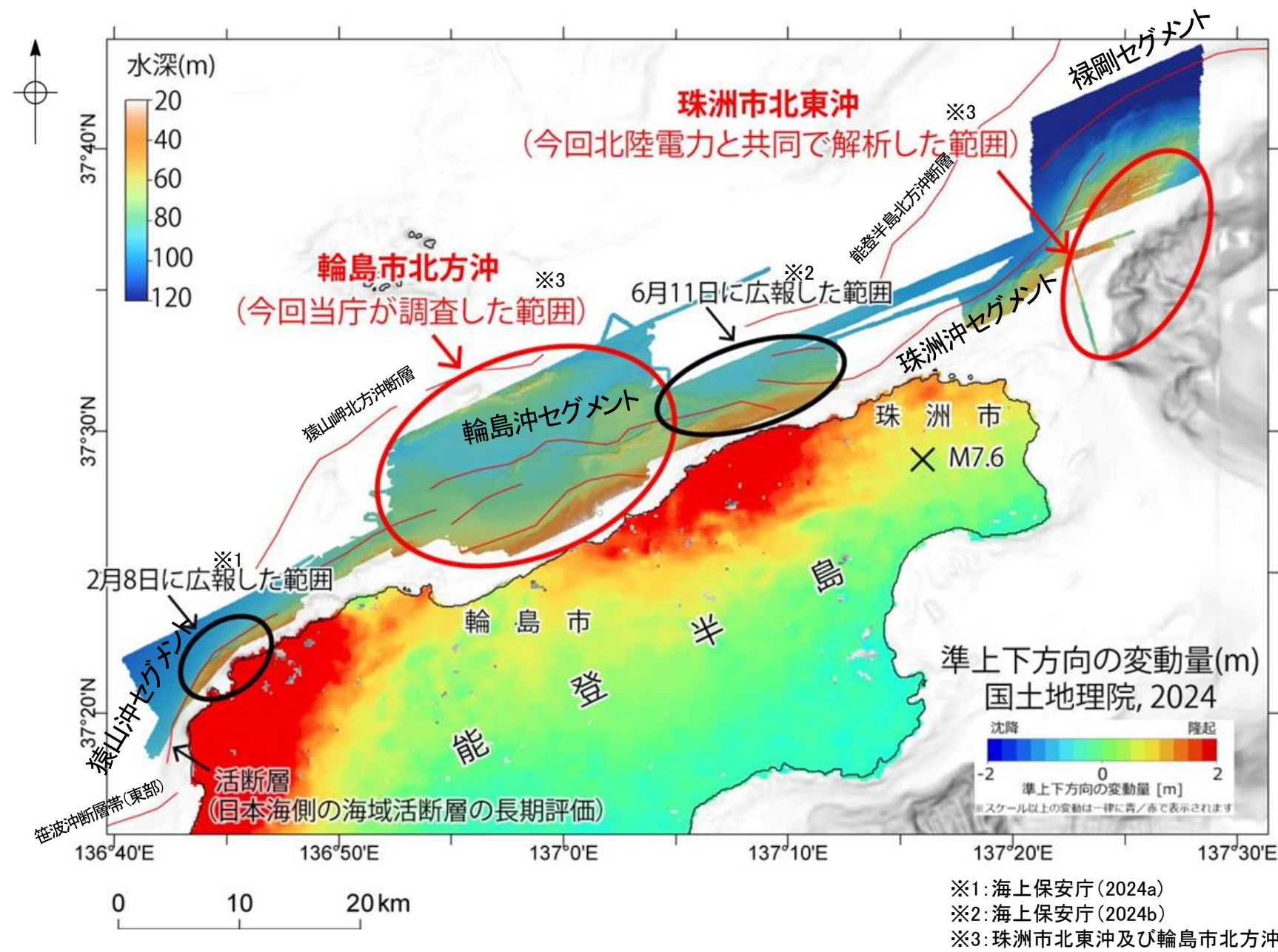
二木ほか(2024)による波源

3.2 近接して分布する断層の連動の検討結果 3.2.3 笹波(全長)–能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動, 海士岬–笹波(東部)–能登北岸断層帯とNT2・NT3の連動の検討結果



- 421

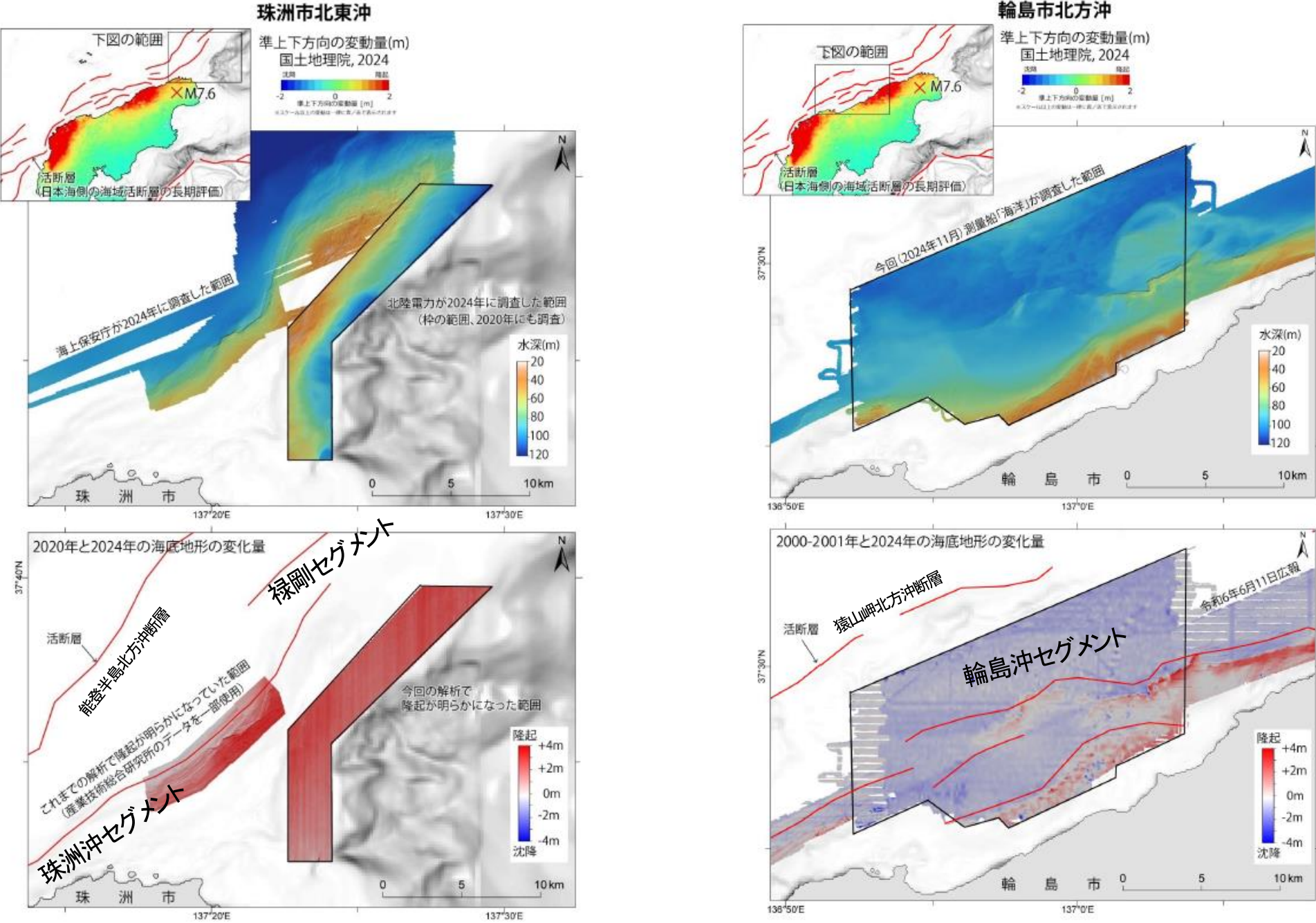
【震源断層に関する知見(海底地形調査)(海上保安庁(2024a, b, c))】



令和6年能登半島地震後の海底地形等解析結果
(海上保安庁(2024c)に一部加筆)

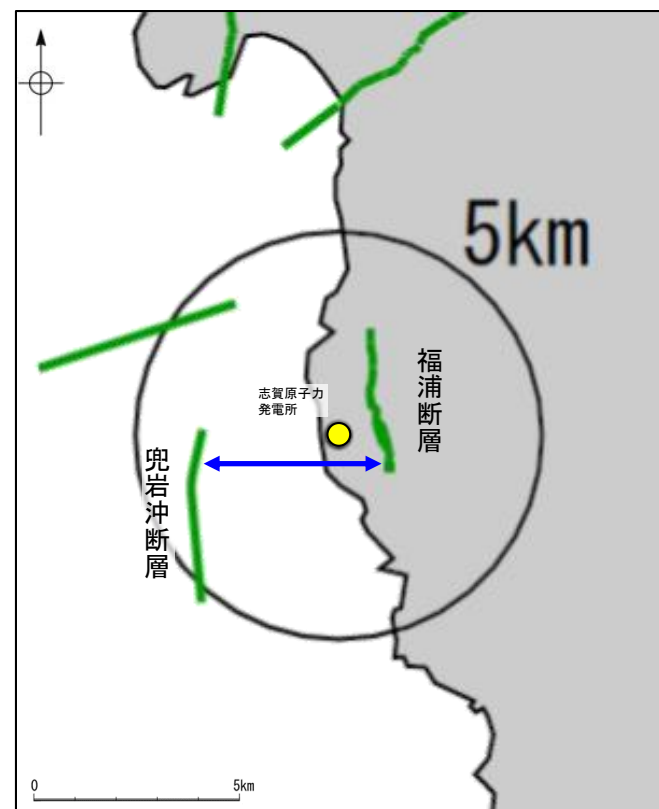
- ・海上保安庁(2024a, b)は, 令和6年能登半島地震後に取得した水深データと2003年に取得した水深データの比較により能登半島北西沖で約3mを隆起を確認し, 同じく地震後に取得した水深データと2002年に取得した水深データの比較により珠洲市北方沖で約4mの隆起を確認したとしている。
- ・能登半島北西沖の隆起は猿山沖セグメント, 珠洲市北方沖の隆起は珠洲沖セグメントに対応する位置で確認されている。
- ・海上保安庁(2024c)は, 令和6年能登半島地震後に取得した水深データと2020年に北陸電力が取得した水深データの比較により珠洲市北東沖で約3mの隆起を確認し, 同じく地震後に取得した水深データと2000年から2001年にかけて海上保安庁が取得した水深データの比較により輪島市北方沖で約3mの隆起を確認したとしている(図は次頁)。
- ・珠洲市北東沖の隆起は珠洲沖セグメント, 禄剛セグメント, 輪島市北方沖の隆起は輪島沖セグメントに対応する位置で確認されている。

【震源断層に関する知見(海底地形調査)(海上保安庁(2024c))】



珠洲市北東沖及び輪島市北方沖における海底地形解析結果
(海上保安庁(2024c)に一部加筆)

3.2.4 福浦断層と兜岩沖断層の連動の検討結果



凡 例
— 後期更新世以降の活動が否定できないと評価した断層
矢印 検討対象として選定した断層の組合せ
青色 : 連動に該当しない

連動の検討対象位置図

連動の検討

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した福浦断層と兜岩冲断層について、「当社の連動評価の検討方法」に基づき、同時活動の検討を行った。検討結果は以下の通り。

＜同時活動の可能性の検討＞			
検討内容			
検討結果			
地形及び地質構造	文献調査	①福浦断層は活断層研究会(1991)、今泉ほか(2018)で示されているものの、 兜岩冲断層との同時活動を考慮した文献はない (第1193回審査会合 資料3-1 P.63)。 ② 兜岩冲断層に対応する断層を図示した文献はない (第1193回審査会合 資料3-1 P.433)。	
	地形調査	③空中写真判読の結果、福浦断層は逆向きの低崖等が直線的に連続して認められる西側隆起の断層である(P.427, 第1193回審査会合 資料3-1 P.61)。	
	地質調査	④地質調査の結果、福浦断層は、N-S走向、西傾斜(傾斜角約70°)の逆断層であると推定される(P.428, 第1193回審査会合 資料3-1 P.61)。 ⑤福浦断層は、岩稲階の別所岳安山岩類中に分布する(P.436, 437)。	
	地球物理学的調査	反射法地震探査	⑥反射法地震探査の結果、福浦断層は西傾斜(高角:約70°)の断層であると推定される(P.428, 第1193回審査会合 資料3-1 P.117)。
		海上音波探査	⑦海上音波探査の結果、兜岩冲断層はB ₁ L層以上に西落ちの変位、変形が認められ、N-S走向、東傾斜(高角)の逆断層であると推定される(P.429, 430, 第1193回審査会合 資料3-1 P.432)。 ⑧ 福浦断層と兜岩冲断層は向かい合い近接して分布する (P.434)。 ⑨兜岩冲断層は岩稲階の別所岳安山岩類に対比されるD ₂ 層と第四紀の堆積層であるB層等との境界付近に分布する(P.436, 437)。
		反射法地震探査・VSP探査	⑩反射法地震探査・VSP探査の結果、 福浦断層と兜岩冲断層の間の敷地地下深部に、花崗岩上面に相当する反射面に変位を与える断層は認められない (P.431, 432)。
		重力異常分布	⑪福浦断層と兜岩冲断層はいずれも走向に対応する重力異常急変部が認められないことから、同時活動の可能性については明確に判断できない(P.433)。
同時活動の可能性の評価		【評価結果】 ・検討の結果、福浦断層と兜岩冲断層の 同時活動を考慮した文献はなく (①, ②), 両断層間に 連続する断層は認められない (⑩)ものの、 同じ別所岳安山岩類中に向かい合い近接して分布する (⑤, ⑧, ⑨)。また、両断層は断層面の傾斜方向が異なり、 地下で断層面が近づく関係にある (③, ④, ⑥, ⑦)。 ・以上のことを踏まえ、総合的に評価した結果、 福浦断層と兜岩冲断層は同時活動する可能性がある と評価した。	

＜同時活動する可能性のある断層の関連性の検討＞

○福浦断層と兜岩冲断層は、同時活動する可能性があると評価したことから、同時活動する可能性のある断層の関連性の検討を行った(P.435)。

○福浦断層の長さは約3.2km、兜岩冲断層の長さは約4.0kmで、いずれも孤立した短い活断層であることから、福浦断層と兜岩冲断層の地下に長さ20km相当の断層面が存在するものとして検討を行った。

○地表での断層位置・形状を確認した結果、福浦断層と兜岩冲断層は並走する関係にある。

○深部での断層位置・形状を確認した結果、福浦断層と兜岩冲断層は地下で近づく関係にある。

○断層形状・位置関係を確認した結果、福浦断層と兜岩冲断層は並走し、かつ、地下で近づく関係にあることから、地震調査委員会による評価事例(P.345)を踏まえると、一方の断層のみが震源断層として活動する(主断層一副断層の関係)と判断し、**主断層のみを震源断層として考慮する(連動に該当しない)**こととする。

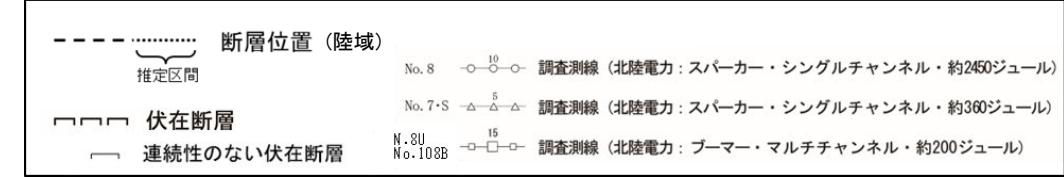
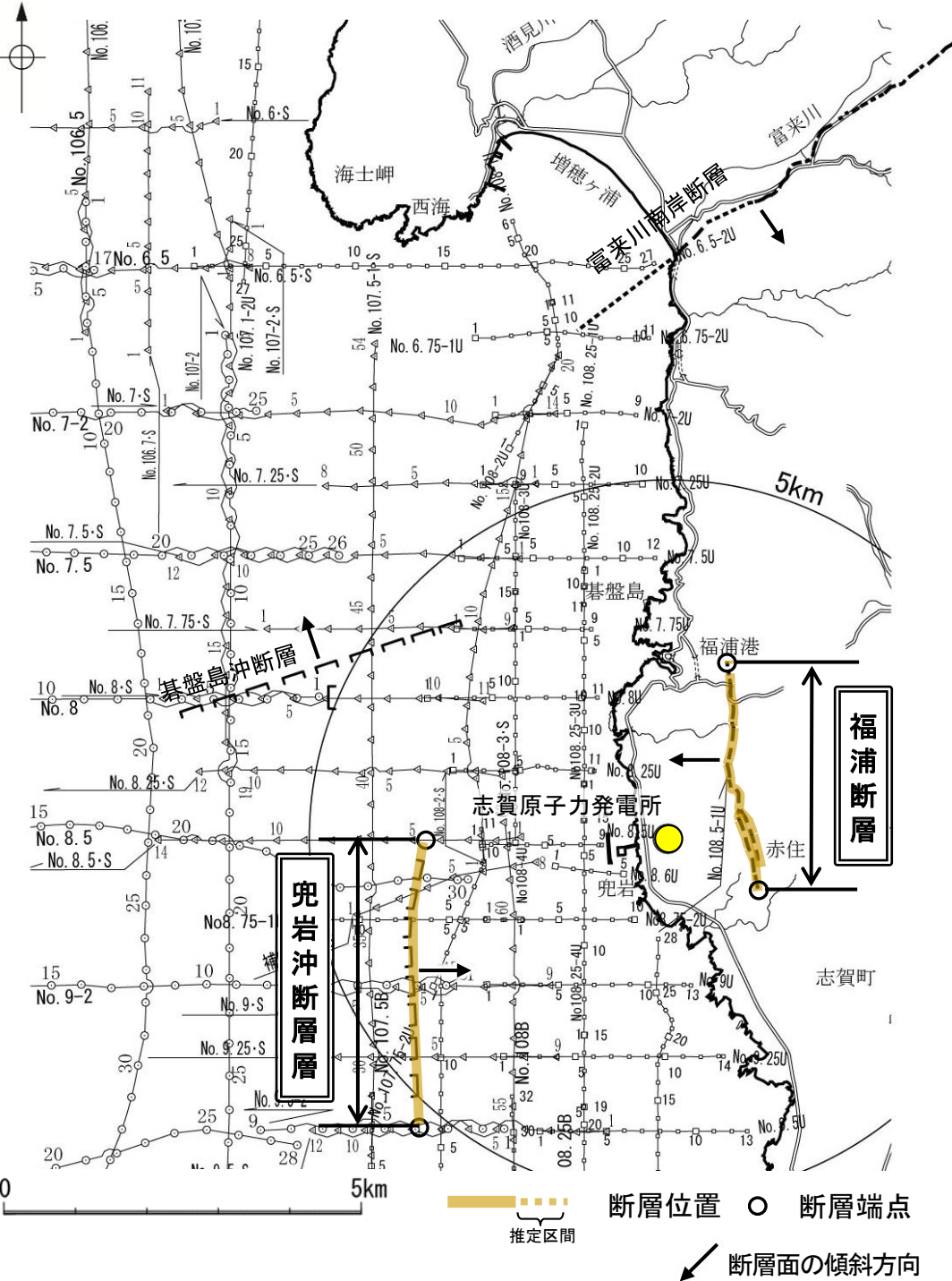
断層モデルの設定方法

○福浦断層と兜岩冲断層は主断層－副断層の関係にあると判断したことから、いずれが主断層であるかの検討を行った。検討結果は以下の通り。

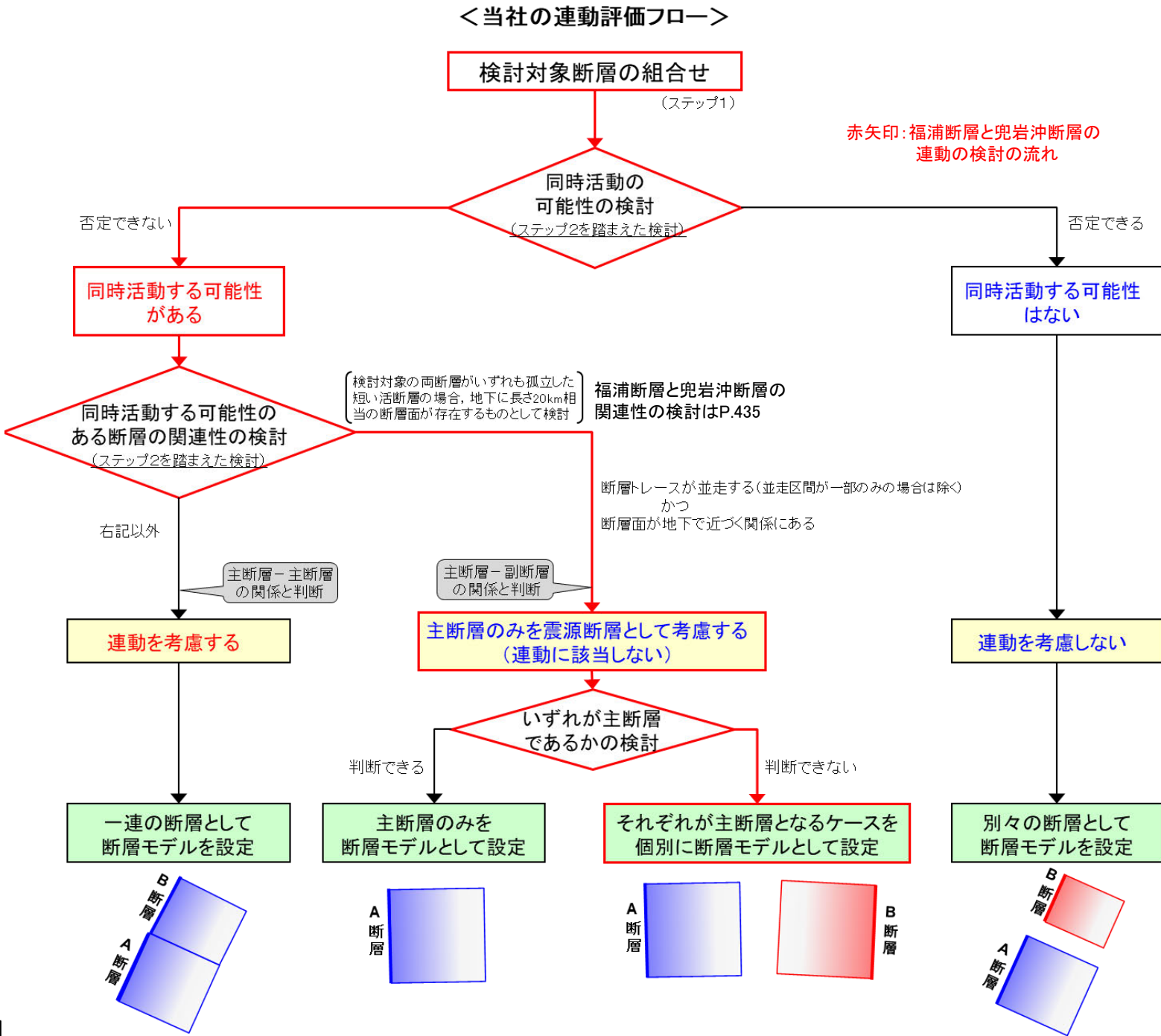
＜いずれが主断層であるかの検討＞

検討内容			検討結果
地 地 質 形 構 及 造 び	地質調査	トレンチ調査・表土はぎ調査・ボーリング調査	①表土はぎ調査等の結果、福浦断層の長さは約3.2kmである(第1193回審査会合 資料3-1 P.61)。 ②福浦断層は、岩稲階の別所岳安山岩類中に分布しており、断層の両側で地質分布に違いは認められない(P.436, 437)。
	地球物理学的調査	海上音波探査	③海上音波探査の結果、兜岩冲断層の長さは約4.0kmである(第1193回審査会合 資料3-1 P.432)。 ④兜岩冲断層は岩稲階の別所岳安山岩類に対比されるD ₂ 層と第四紀の堆積層であるB層等との境界付近に分布し、D ₂ 層上面深度が断層位置で急に落ち込む形状を示す(P.436～438)。
		反射法地震探査・VSP探査	⑤反射法地震探査・VSP探査の結果、福浦断層と兜岩冲断層の地下深部における切り合い関係は確認できない(P.431, 432)。
断層の活動履歴		平均変位速度	⑥トレンチ調査の結果、福浦断層の平均変位速度は0.0083m／千年と推定される。なお、この結果は福浦断層が2本並走する区間における福浦断層(西側)での調査に基づくため、福浦断層全体の平均変位速度を示さない可能性もある(P.439)。 ⑦海上音波探査の結果、兜岩冲断層の平均変位速度は0.0152m／千年と推定される(P.440)。
評価			【評価結果】 ・検討の結果、福浦断層と兜岩冲断層の長さはほぼ同程度であり(①, ③)、また、反射法地震探査・VSP探査により両断層の地下深部における切り合い関係は確認できない(⑤)。 ・福浦断層と兜岩冲断層は断層両側の地質分布の特徴が異なり、兜岩冲断層は福浦断層より累積変位量大きいとも考えられるが、侵食等による影響を含む可能性がある(②, ④)。 ・トレンチ調査及び海上音波探査の結果に基づく平均変位速度を比較した結果、兜岩冲断層は福浦断層よりも平均変位速度が大きいとも考えられるが、いずれも活断層研究会(1991)による活動度の分類に基づけばC級以下(平均変位速度0.1m/千年未満)と小さいため、両者の差は小さいものであり、福浦断層と兜岩冲断層のいずれが大きいかは明確に判断できない(⑥, ⑦)。 ・以上のことから、福浦断層と兜岩冲断層のいずれが主断層であるかは明確に判断できないことから、断層モデルについては、福浦断層と兜岩冲断層のそれぞれが主断層となるケースを個別に設定することとする。

【福浦断層と兜岩沖断層の連動の検討結果（位置図，連動評価フロー）】

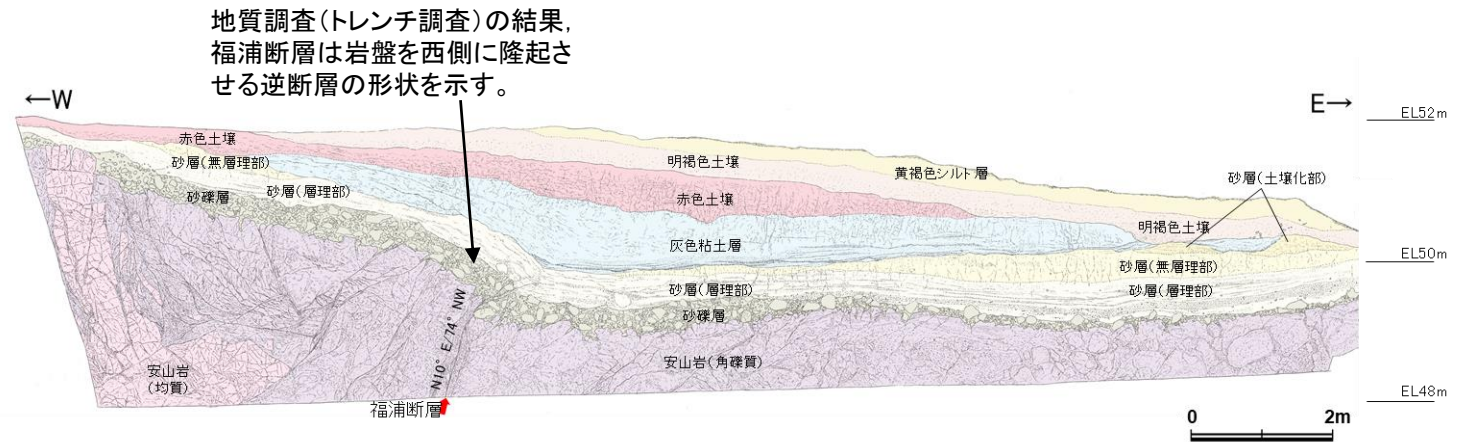


位置図



○福浦断層と兜岩沖断層の同時活動の可能性の検討を行うため、地形調査、地質調査、反射法地震探査及び海上音波探査の記録を確認した。
○その結果、福浦断層は西傾斜(約70°)の逆断層(本頁)、兜岩沖断層は東傾斜(高角)の逆断層(次頁)であると推定され、断層面の傾斜方向が異なり、地下で断層面が近づく関係にある。

○福浦断層は地形調査、地質調査及び反射法地震探査の結果、N-S走向、西傾斜(傾斜角約70°)の逆断層であると推定される。



断層位置

推定区間

断層

断層

断層

上図記録範囲

No. 8 調査測線 (北陸電力：スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)

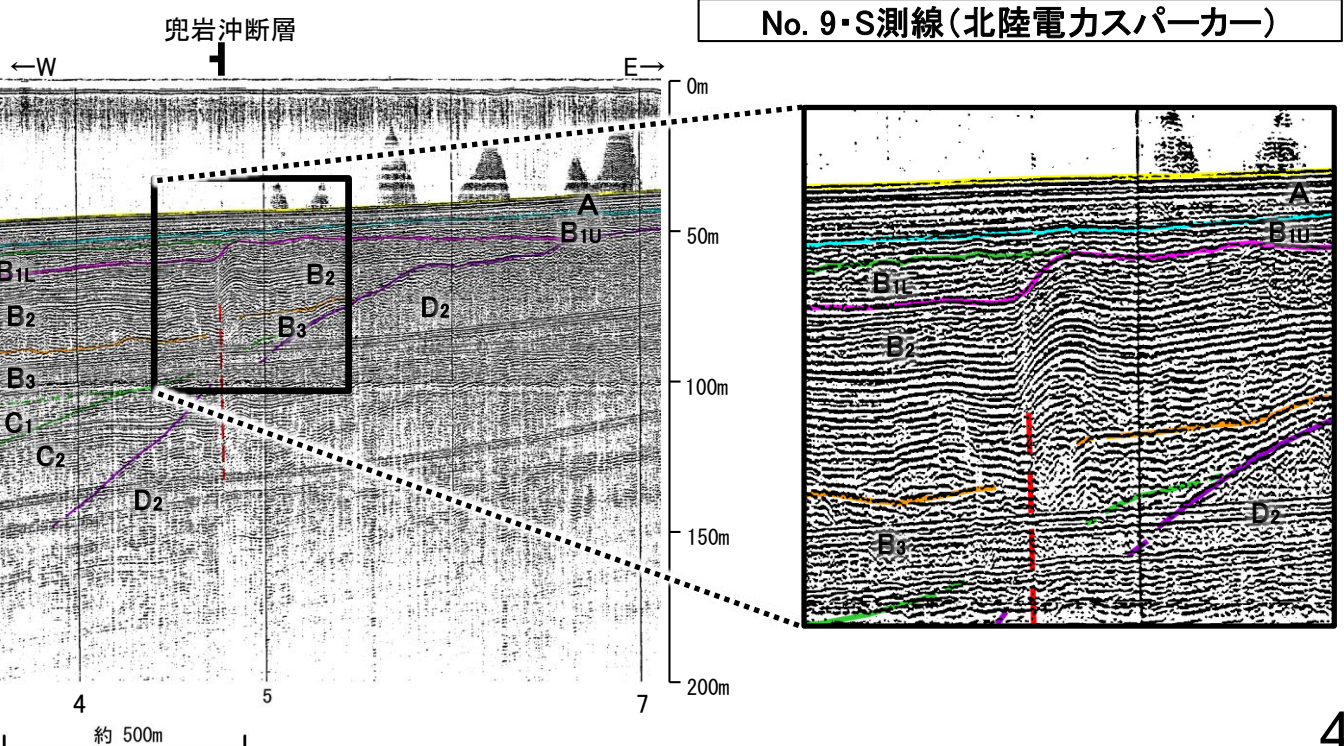
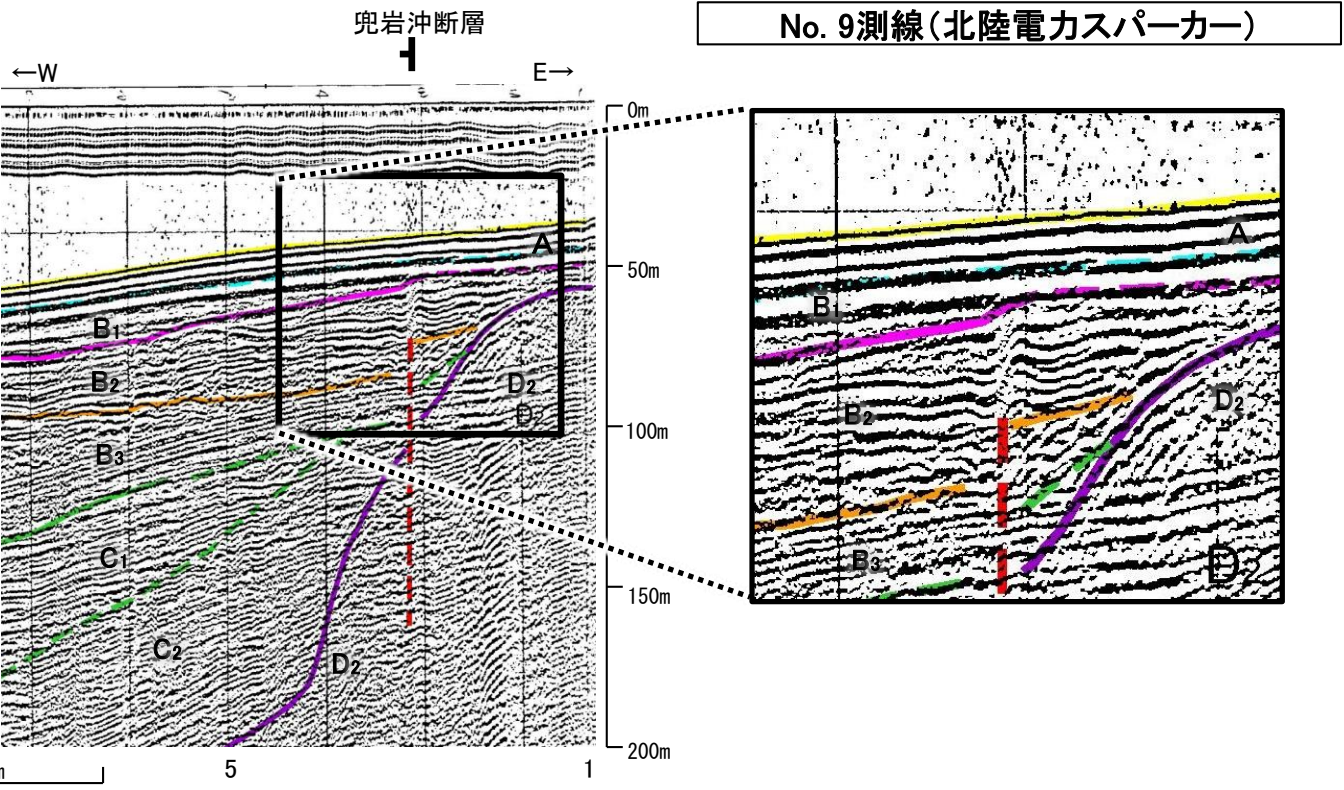
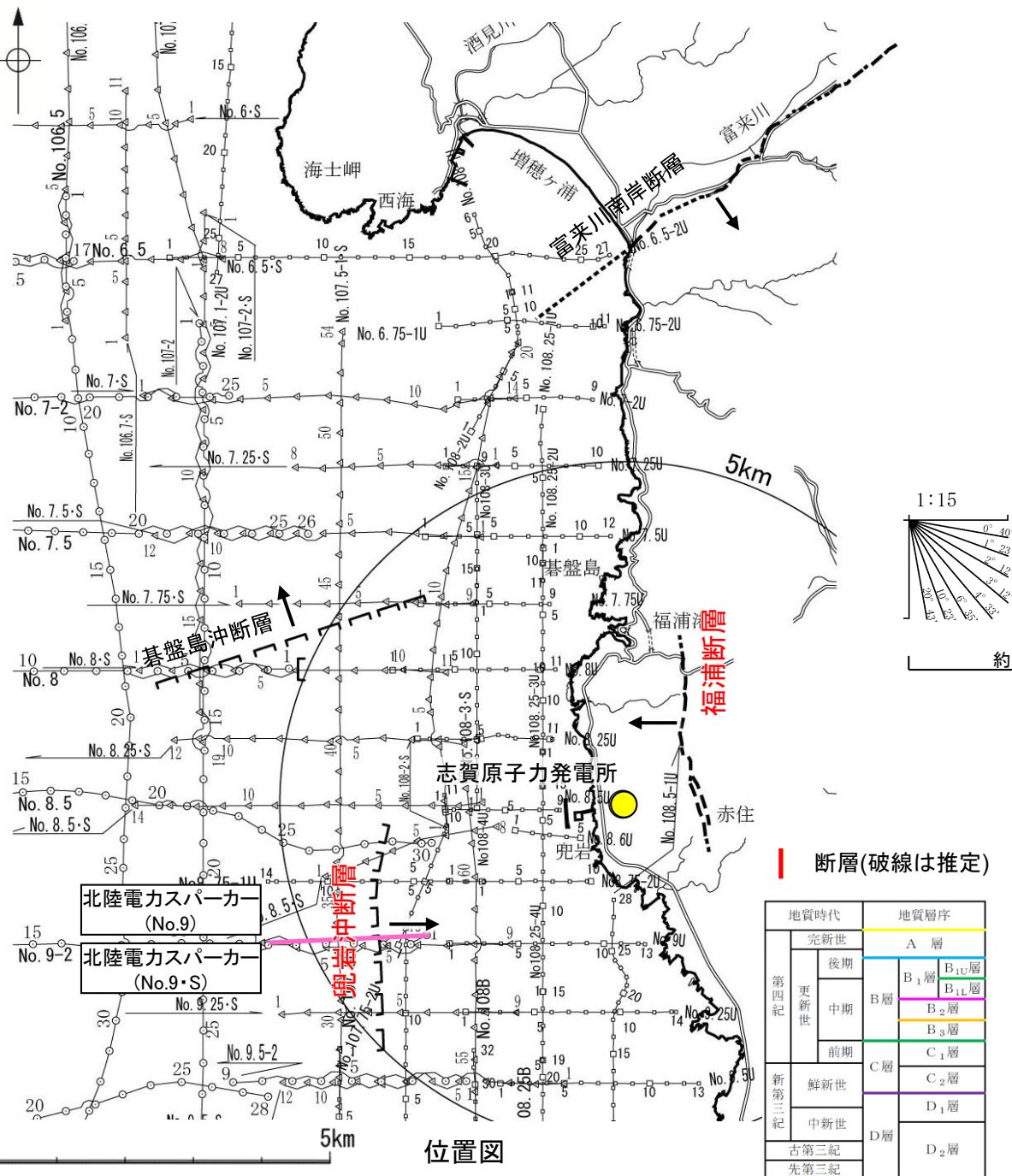
No. 7・S 調査測線 (北陸電力：スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)

No. 8U 調査測線 (北陸電力：ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)

428

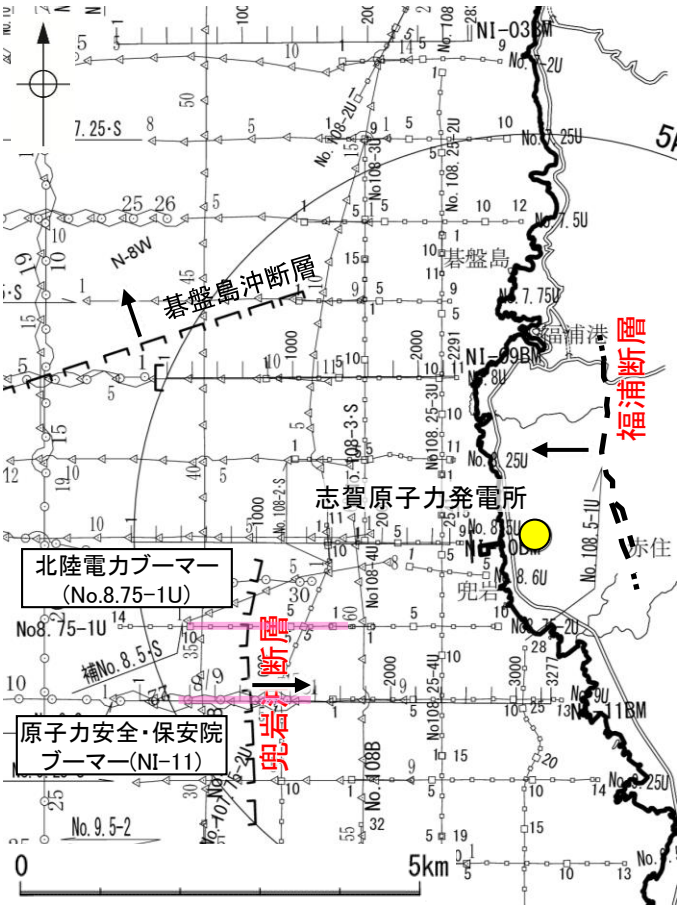
【兜岩冲断層の海上音波探査】

○兜岩冲断層を確認した音波探査記録(スパーカー)からは、西落ちの変位、変形が認められ、B_{1L}層に変位、変形の可能性が否定できない。
○No.9測線の測点3付近及びNo.9・S測線の測線4.8付近では、兜岩冲断層の相対的隆起側に背斜構造が認められること及び現在の応力場と能登半島周辺に分布する断層の形成メカニズム(P.48～51)を踏まえると東傾斜(高角)の逆断層が推定される。

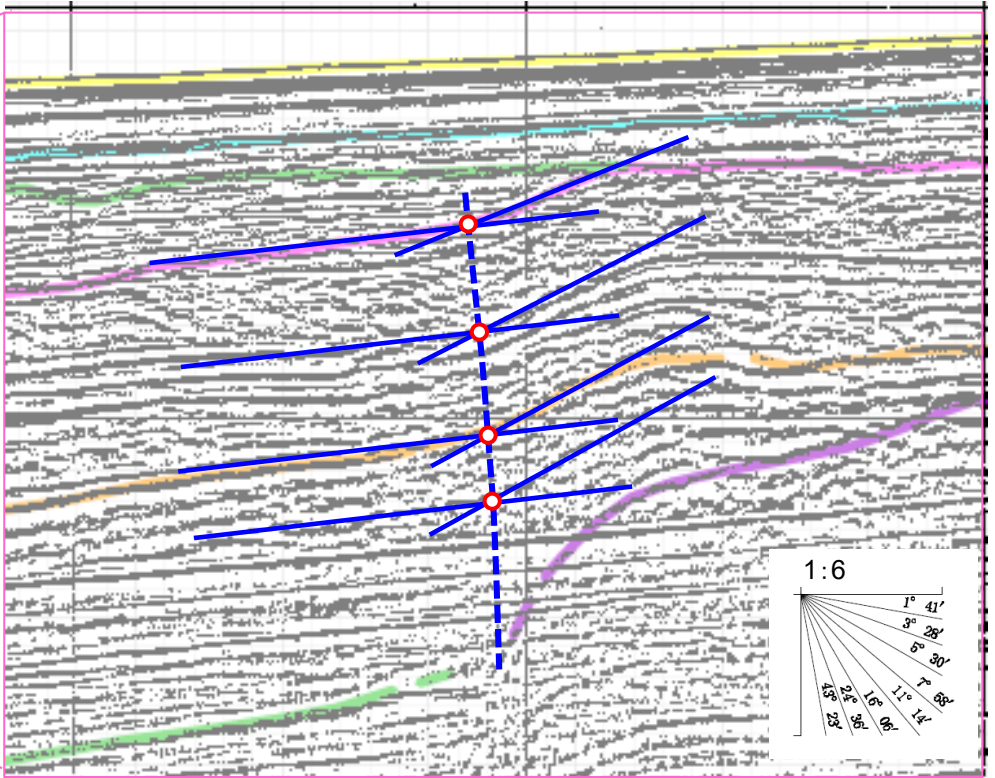
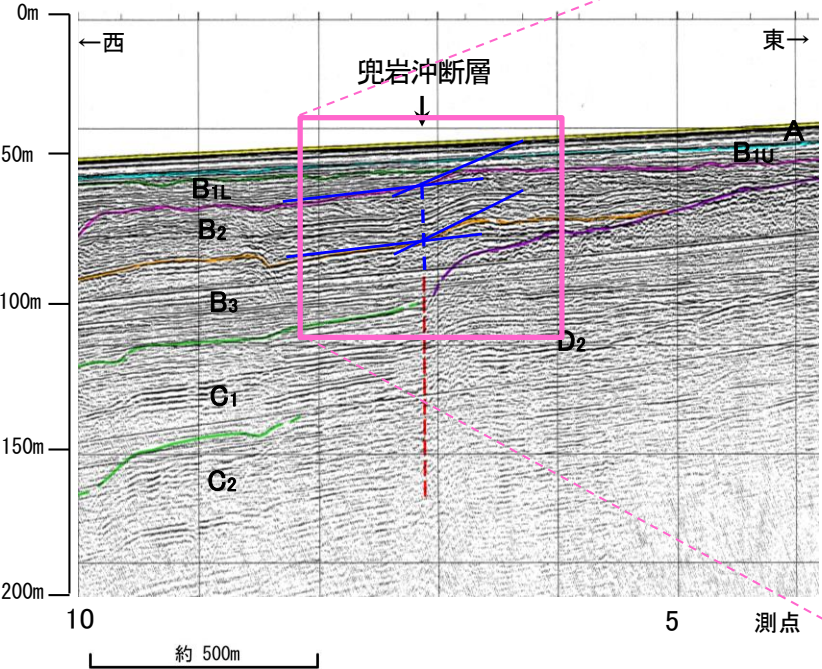


【兜岩冲断層の海上音波探査(傾斜に関する検討)】

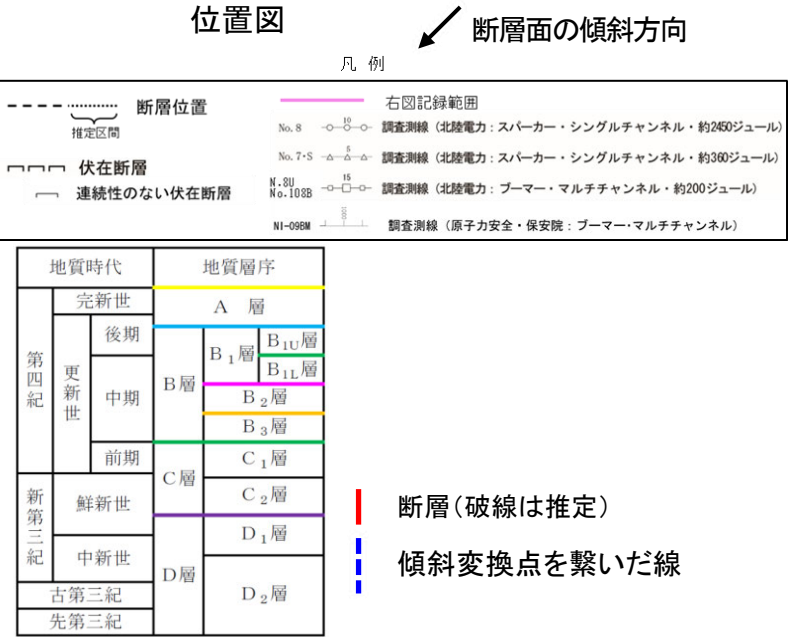
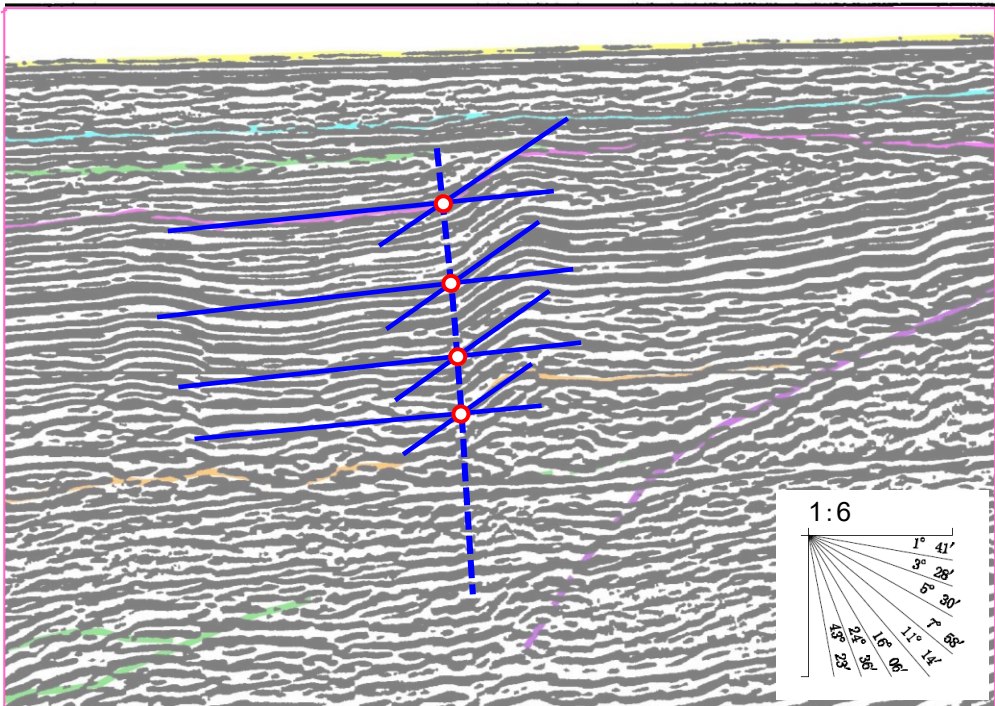
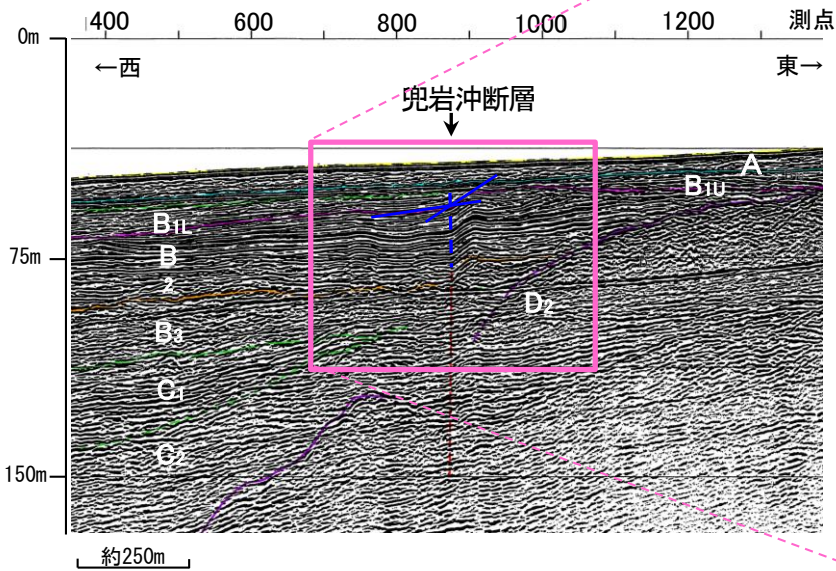
○兜岩冲断層を確認した測線のうち、高分解能のブーマー測線を用いて、兜岩冲断層の傾斜方向及び傾斜角度について、検討を行った。
○No.8.75-1U測線及びNI-11測線で認められた兜岩冲断層による変形の傾斜変換点と変位が推定される位置を線で繋ぐと、東傾斜の高角の断層が推定される。



No. 8.75-1U測線(北陸電力ブーマー)

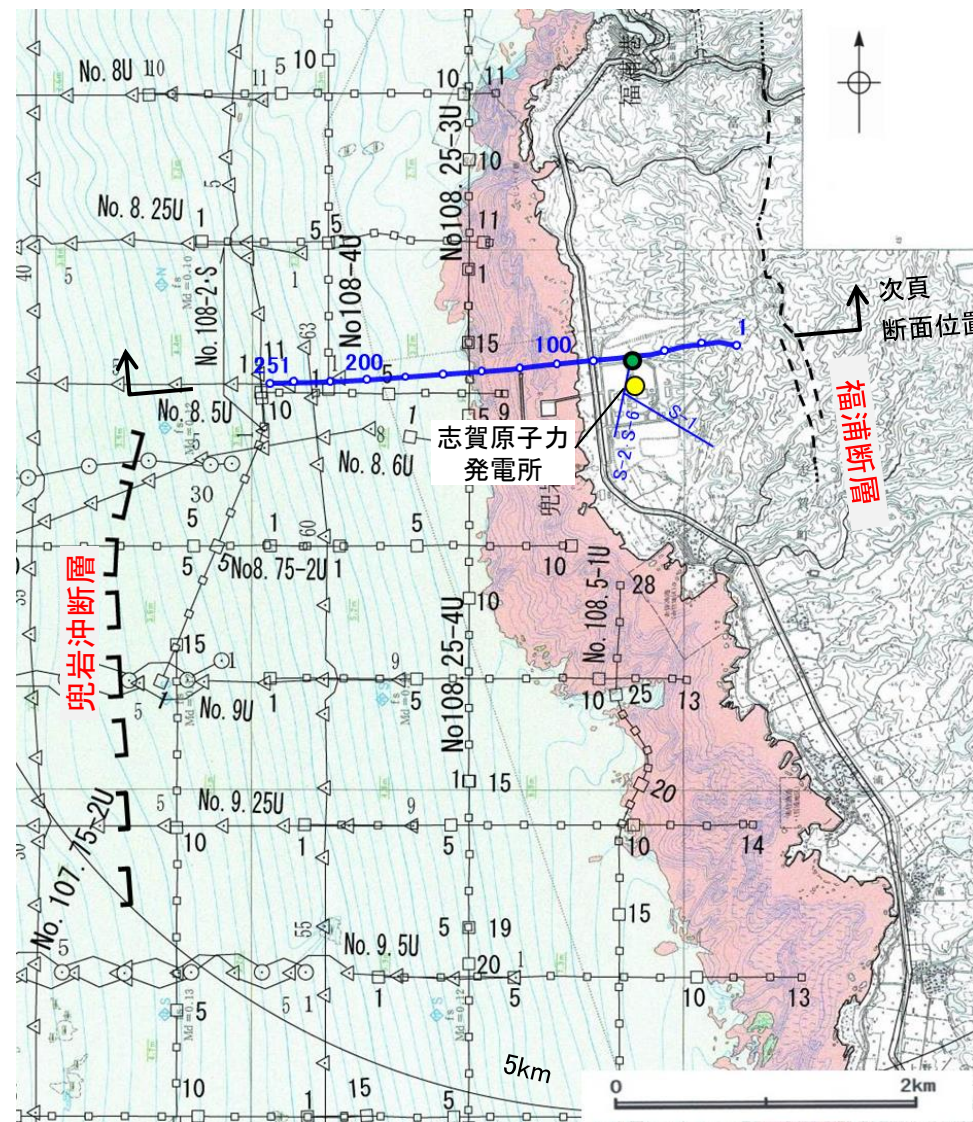
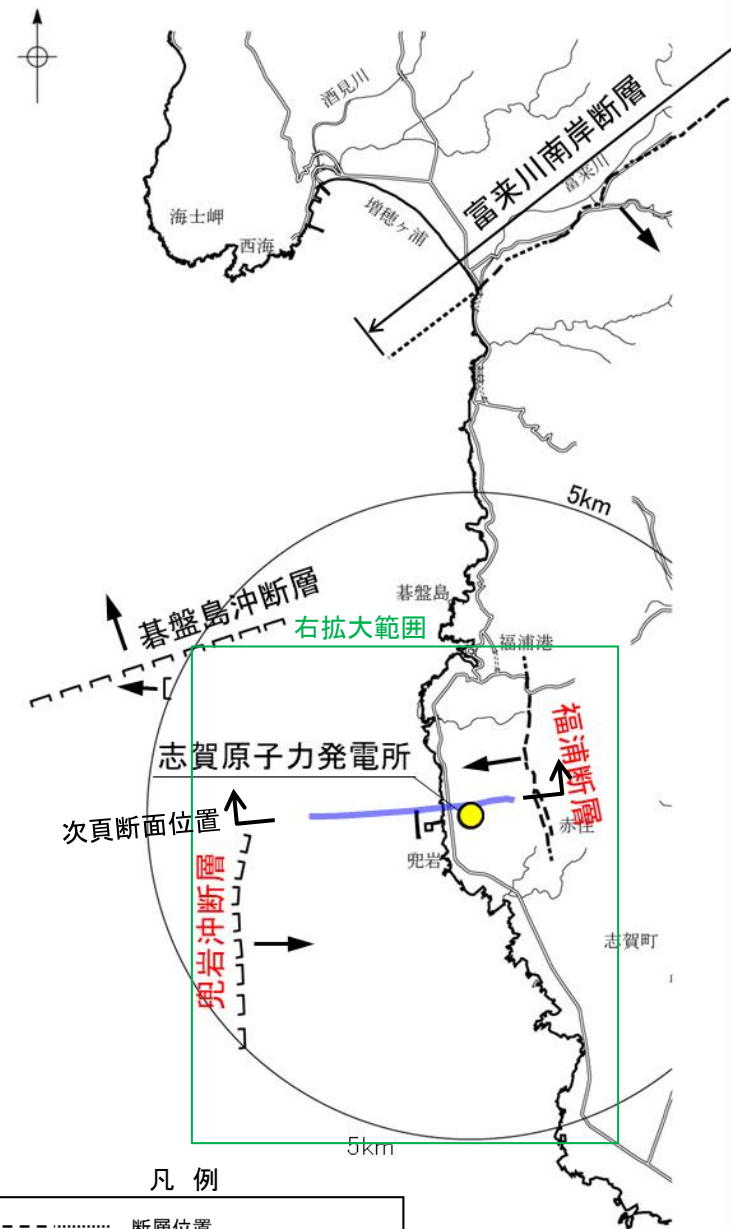


NI-11測線(原子力安全・保安院ブーマー)



【福浦断層と兜岩冲断層の間の地下深部構造(反射法地震探査・VSP探査)】

- 福浦断層と兜岩冲断層の間において、両断層に連続する断層の有無を確認するため、掘削深度1530mの大深度ボーリング孔(D-8.6孔)を用いたVSP探査及び海陸連続で測線を配置した反射法地震探査記録から、両断層間の地下深部構造の確認を行った。
- 大深度ボーリング調査の結果、深度1200m以深に花崗岩が認められる。反射法地震探査・VSP探査の結果、福浦断層と兜岩冲断層の間の敷地地下深部に、花崗岩上面に変位を与える断層は認められない。また、福浦断層と兜岩冲断層の地下深部における切り合い関係については確認できない。



調査位置図(石川県(1997))に一部加筆)

発振源仕様

	発振源	仕様	発振間隔
陸域	大型バイブレータ	・18t×2台 ・起振マス:2.3, 2.6t(最大荷重18t) ・発振周波数:10ー70Hz	50m
海域	エアガン	・480cu.in	25m

解析測線仕様

- ・東西測線:約3.1km(陸域1.1km, 海域2.0km)
- ・地表受振点間隔:25m
- ・孔内受振点間隔:15m(深度5～1295m)
- ・CMP間隔:12.5m
- ・CMP重合数:東西測線:1～99(平均50)
- ・計測:2016年7月

能登半島西岸域の断層位置図

紫字:第1193回審査会合以降に変更した箇所

【福浦断層と兜岩冲断層の間の地下深部構造(東西断面模式図)】

[兜岩冲断層の傾斜角について]

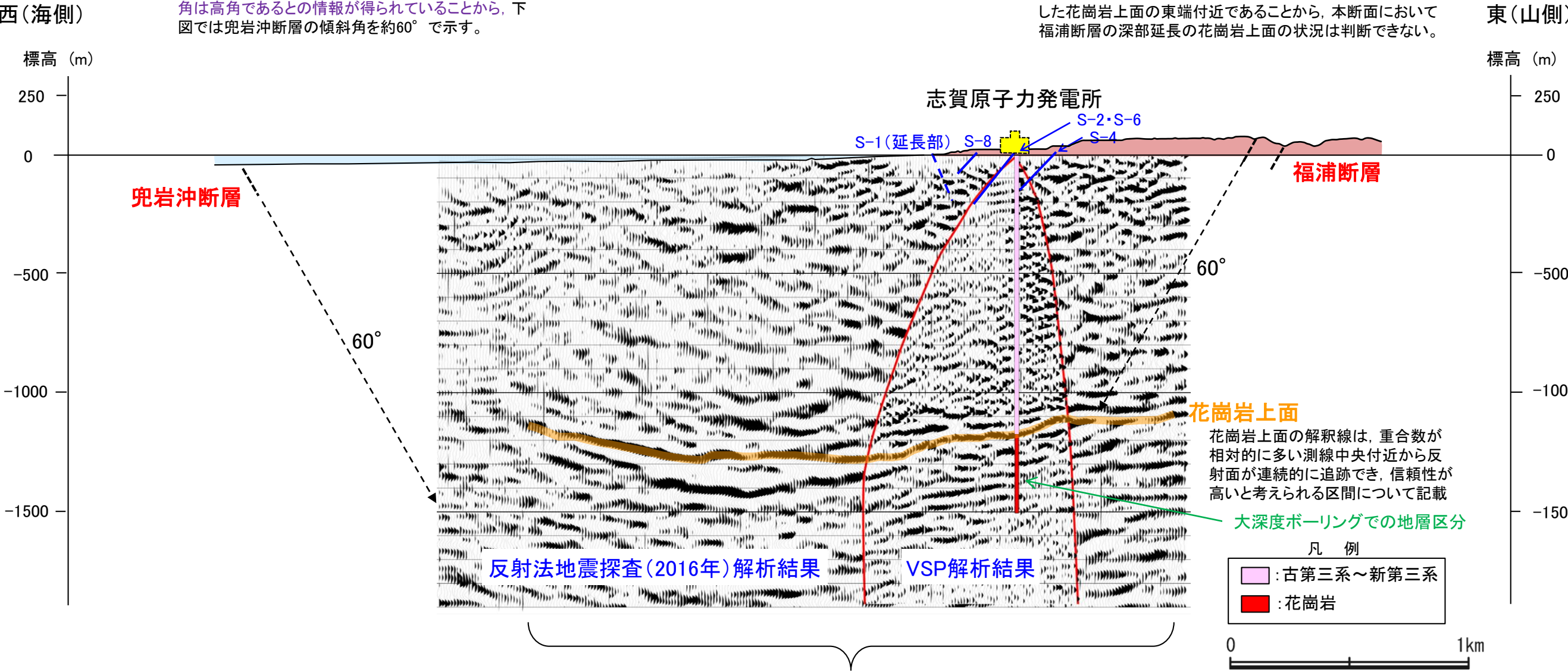
- 文献調査によれば、能登半島西部に分布する断層の地下深部における傾斜角は約60° であると考えられる(P.52)。また、兜岩冲断層は、海上音波探査結果によれば東傾斜(高角)の逆断層である(P.429, 430)。したがって、いずれの調査結果においても断層傾斜角は高角であるとの情報が得られていることから、下図では兜岩冲断層の傾斜角を約60° で示す。

[福浦断層の傾斜角について]

- 文献調査によれば、能登半島西部に分布する断層の地下深部における傾斜角は約60° であると考えられる(P.52)。また、福浦断層は、地下数100mまでのデータが得られている反射法地震探査結果によれば西傾斜(高角:約70°)である(P.428)。したがって、いずれの調査結果においても断層傾斜角は高角であるとの情報が得られていることから、下図では福浦断層の傾斜角を約60° で示す。

[福浦断層の深部延長の花崗岩上面の状況について]

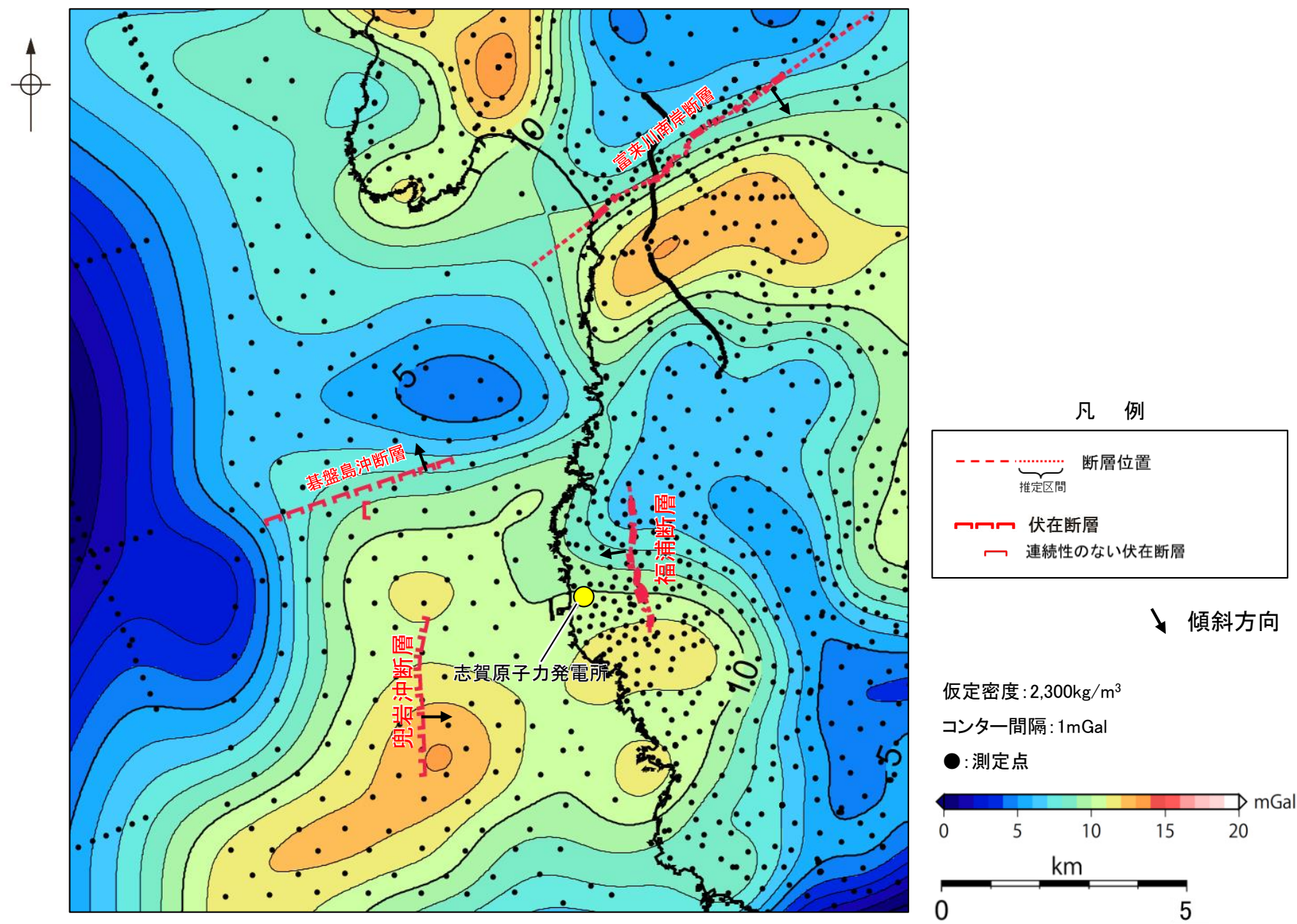
- 福浦断層の深部延長位置において、花崗岩上面に相当する反射面に変位を与える断層は認められないが、同位置は確認した花崗岩上面の東端付近であることから、本断面において福浦断層の深部延長の花崗岩上面の状況は判断できない。



・福浦断層と兜岩冲断層の間の敷地地下深部に、花崗岩上面に相当する反射面に変位を与える断層は認められない。
・福浦断層と兜岩冲断層の地下深部における切り合い関係については確認できない。

【福浦断層・兜岩沖断層周辺の重力異常分布】

○福浦断層と兜岩沖断層の深部構造を比較するため、福浦断層と兜岩沖断層周辺の重力異常を比較した。
○いずれの断層も走向に対応する重力異常急変部は認められず、同時活動の可能性については明確に判断できない。



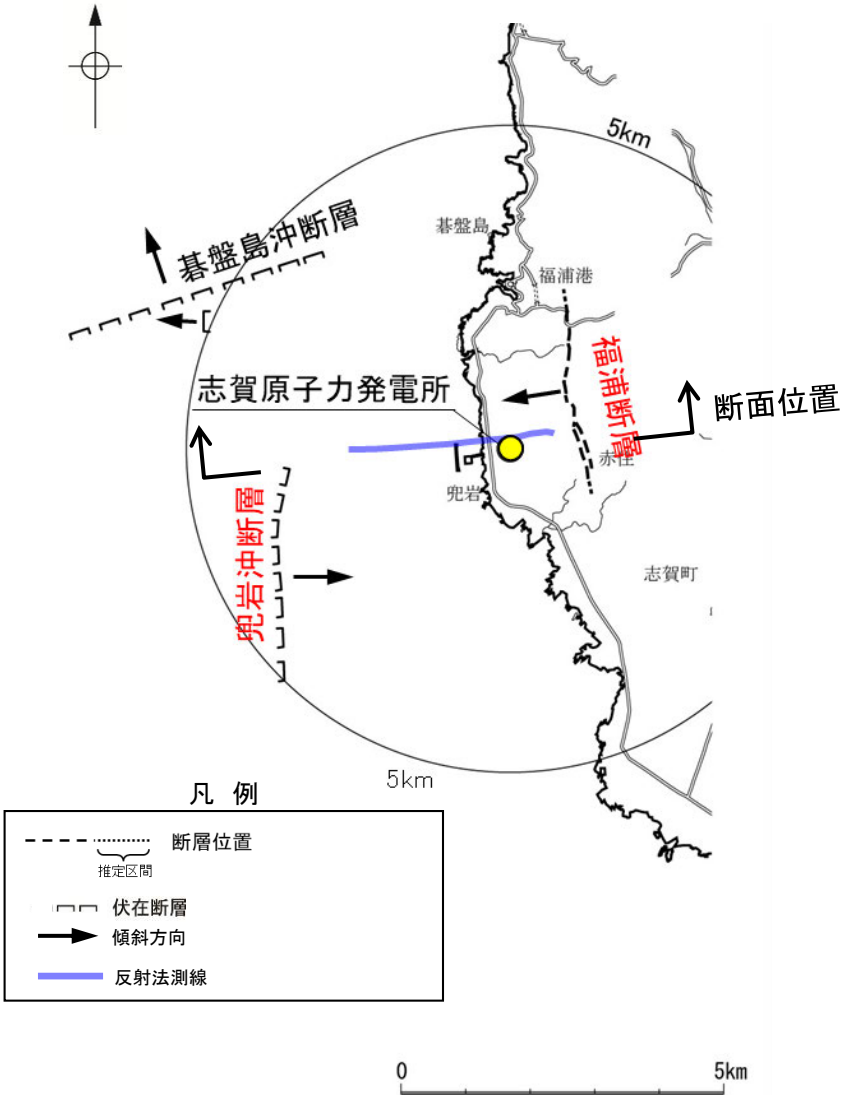
ブーゲー異常図

・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、
海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。

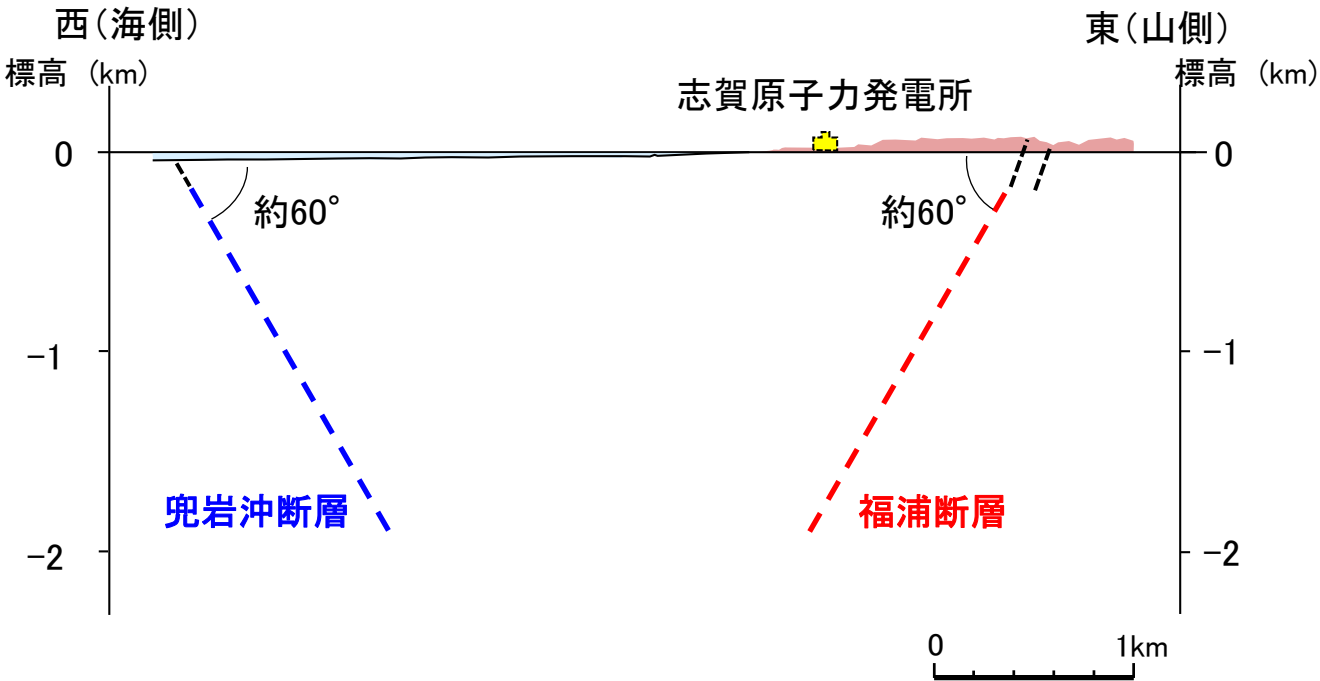
【両断層の断層形状・位置関係】

○福浦断層と兜岩冲断層は、向かい合い近接して分布する。
○福浦断層は西傾斜の逆断層(P.428)、兜岩冲断層は東傾斜の逆断層(P.429, 430)であり、両断層は断層面の傾斜方向が異なり、地下で断層面が近づく関係にある。

能登半島周辺に分布する断層は、日本海の形成時に伸張応力場で形成された古い地質構造に規制された高角逆断層の特徴を有し、いずれも同様の形成メカニズムであるとされていることから、地下深部形状も類似すると考えられ、そのうち能登半島西部に分布する笹波冲断層帯(東部)(2007年能登半島地震の震源断層)及び羽咋冲東撓曲等は地下数kmまでの深部形状が明らかにされており、地震調査委員会(2024a)も断層傾斜角は約60°と評価している(P. 52)。さらに、地下数100mまでのデータが得られている反射法地震探査結果によれば福浦断層は西傾斜(高角:約70°)、海上音波探査結果によれば兜岩冲断層は東傾斜(高角)の逆断層である(P.429～432)。したがって、いずれの調査結果においても断層傾斜角は高角であるとの情報が得られていることから、両断層の傾斜角を高角(約60°)として検討を行った。



位置図



両断層の地下深部形状

・福浦断層と兜岩冲断層は、地下深部で近づく関係にある。

3.2.4(4) 福浦断層と兜岩冲断層のいずれが主断層であるかの検討 ―地質・地質構造―

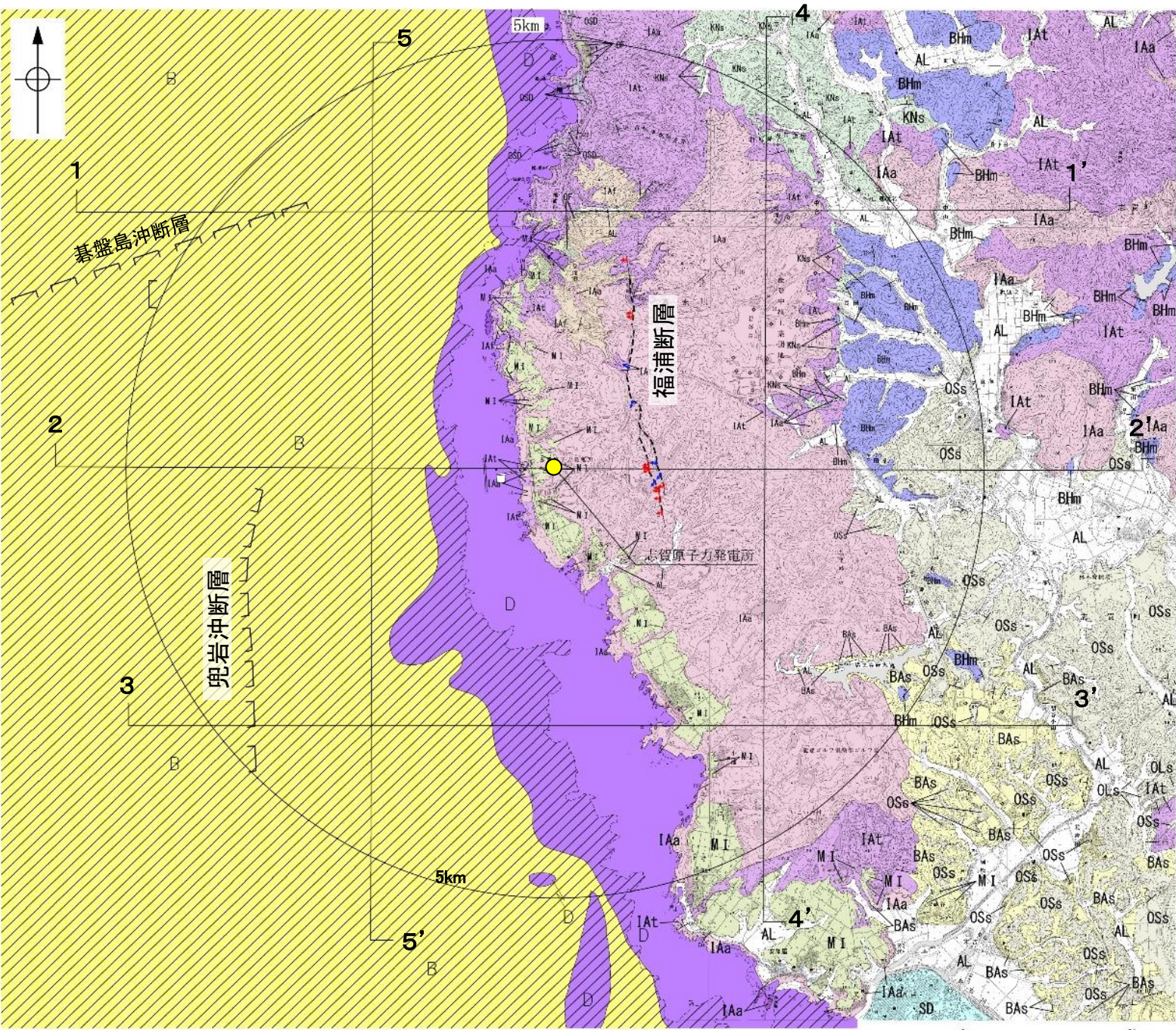
○連動の検討の結果，福浦断層と兜岩冲断層については主断層のみを震源断層として考慮することとしたことから，いずれが主断層であるかの検討を行うために，両断層周辺の地質・地質構造について確認を行った。

○敷地周辺には，岩稻階の別所岳安山岩類が広く分布する。

○福浦断層の分布する陸域においては，中位段丘堆積層は，ほぼ水平または海側方向に非常に緩く傾斜して分布する。福浦断層は別所岳安山岩類中に分布しており，断層の両側で地質分布に違いは認められない(次頁2－2’断面)。

○海岸に露出する岩稻階の別所岳安山岩類は海域のD₂層に対比され，D₂層は兜岩冲断層を挟んで沖合い方向に深度を増す。兜岩冲断層は岩稻階のD₂層と第四紀の堆積層であるB層等との境界付近に分布し，D₂層上面深度が断層位置で急に落ち込む形状を示す(次頁3－3’断面，P.438)。

○以上のことから，福浦断層と兜岩冲断層は断層両側の地質分布の特徴が異なり，福浦断層が別所岳安山岩類の中に分布する断層であるのに対し，兜岩冲断層は別所岳安山岩類に対比されるD₂層が急に落ち込む位置に分布しており，兜岩冲断層は福浦断層より累積変位量が大きいとも考えられるが，侵食等による影響を含む可能性があるため，いずれが主断層であるか明確に判断できない。



地質分布図

凡 例

〔地質〕

地質時代	数地周辺の層序	陸域 地層・岩石名	海域 地層名	
第四紀	完新世	SD 砂丘砂層	A層	
		AL 沖積層		
	更新世	OSD 古砂丘砂層	B B層	
		OF 古期扇状地堆積層		
		MI 中位段丘 I 面堆積層		
新第三紀	塘生階		C C層	
	氷見階			
	音川階	OSs 出雲石灰質砂岩層（非石灰質部）		D D層
		OLs 出雲石灰質砂岩層（石灰質部）		
	東別所階	BAs 赤浦砂岩層		
黒瀬谷階	BHm 浜田泥岩層			
	KNs 草木互層			
岩稲階	IAa 別所岳安山岩類 安山岩			
	IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩（凝灰角礫岩）			
	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩（凝灰岩）			

〔記号〕

2043

地層の走向・傾斜

2043

節理の走向・傾斜

地質断面線

〔陸域〕

断層位置

推定区間

←

反射法地震探査での断層確認位置

↗

断層確認位置

〔海域〕

伏在断層

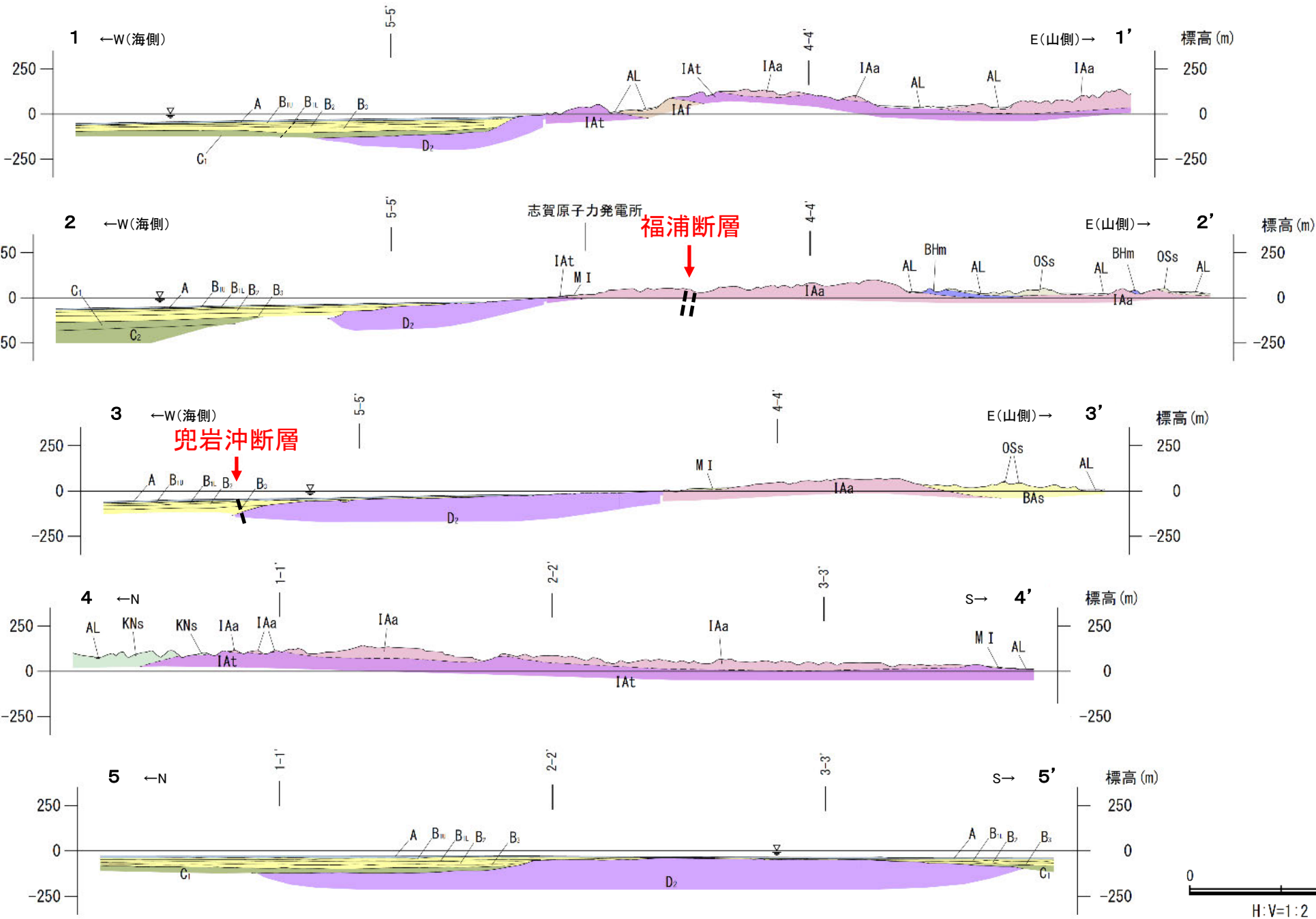
~~~~~

地層境界



【地質断面図】

- ・福浦断層は別所岳安山岩類中に分布しており、断層の両側で地質分布に違いは認められない(2-2'断面)。
- ・兜岩冲断層は岩稻階のD<sub>2</sub>層と第四紀の堆積層であるB層等との境界付近に分布し、断層の両側で地質分布に違いが認められる(3-3'断面, P.440下図)。
- ・以上より、福浦断層と兜岩冲断層は断層両側の地質分布の特徴が異なり、福浦断層が別所岳安山岩類の中に分布する断層であるのに対し、兜岩冲断層は別所岳安山岩類に対比されるD<sub>2</sub>層が急に落ち込む位置に分布しており、地質構造の特徴が異なると考えられる。



| 凡 例  |         | 【地質】                        |                                                 |
|------|---------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| 地質時代 | 敷地周辺の層序 | 陸域 地層・岩石名                   | 海域 地層名                                          |
| 第四紀  | 完新世     | AL 沖積層                      | A A層                                            |
|      | 更新世     | M I 中位段丘I面堆積層               | B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B層 |
|      |         |                             |                                                 |
| 新第三紀 | 堆生階     |                             | C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C層                |
|      | 氷見階     |                             |                                                 |
|      | 音川階     | OSs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)        |                                                 |
|      | 東別所階    | BAs 赤浦砂岩層                   | D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> 層                 |
|      |         | BHm 浜田泥岩層                   |                                                 |
| 白垩紀  | 黒瀬谷階    | KNs 草木互層                    |                                                 |
|      | 岩稻階     | IAa 別所岳安山岩類 安山岩             |                                                 |
|      |         | IAf 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩) | D <sub>2</sub> D <sub>2</sub> 層                 |
|      |         |                             |                                                 |

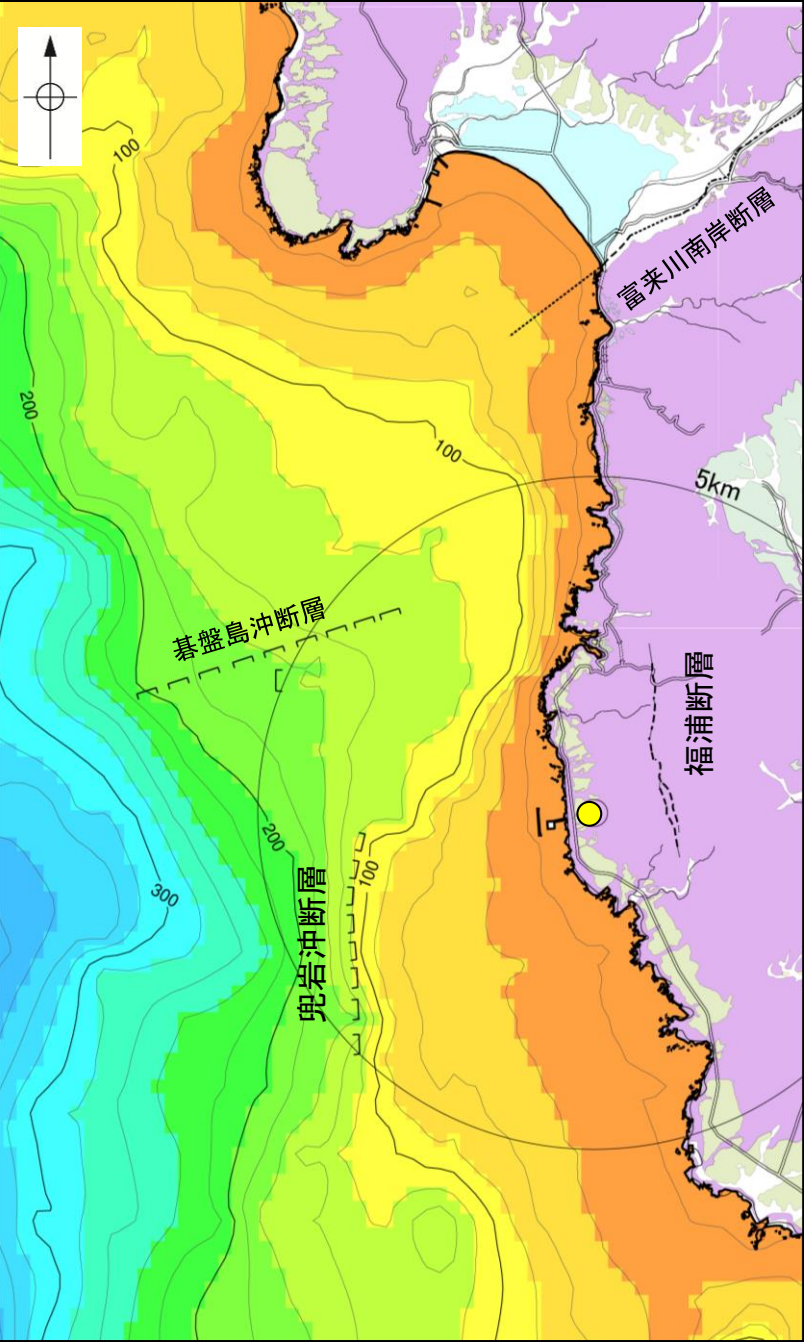
----- 断層

地質断面図

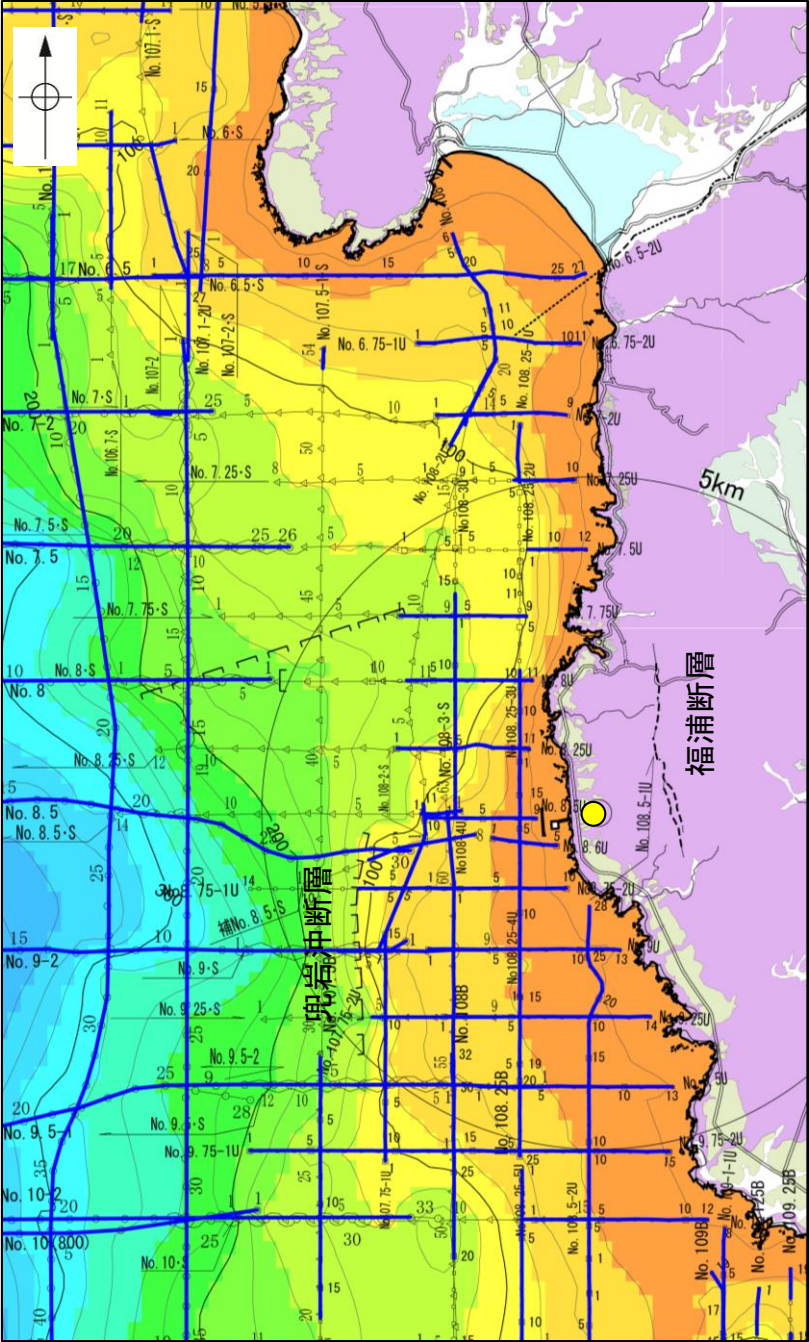
【D<sub>2</sub>層の分布状況】

○兎岩冲断層周辺の海域のD<sub>2</sub>層(陸域の岩稻階の別所岳安山岩類に対比)の分布状況を確認した。  
○兎岩冲断層周辺の海域では、D<sub>2</sub>層上面は海岸線から断層位置まで緩やかに深度を増し、断層位置で急に落ち込んでいる。

● 志賀原子力発電所



D<sub>2</sub>層等深線図  
(陸域は地質図)

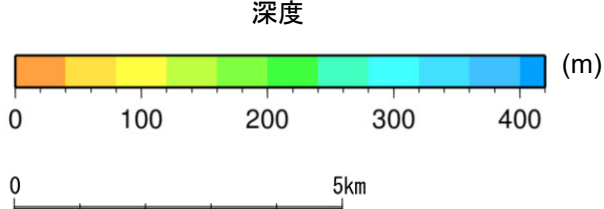


D<sub>2</sub>層等深線図  
(測線位置とD<sub>2</sub>層上面確認位置を加筆)

- ・左図(海域)は、澤田ほか(2022)を基に、金沢大学・当社が作成したものである。
- ・D<sub>2</sub>層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D<sub>1</sub>層、D<sub>2</sub>層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
- ・D層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。

- 凡 例
- 伏在断層
  - 断層位置
  - No. 8 ○—○—○ 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
  - No. 7・S △—△—△ 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
  - No. 8U □—□—□ 調査測線(北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
  - No. 109B □—□—□ 調査測線(北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
  - D<sub>2</sub>層確認位置

| 地質時代 | 敷地周辺の層序 | 地 層・岩 石 名                       |
|------|---------|---------------------------------|
| 第四紀  | 完新世     | SD 砂丘砂層                         |
|      |         | AL 沖積層                          |
|      | 更新世     | OF 古期扇状地堆積層                     |
|      |         | MI 中位段丘I面堆積層                    |
| 新第三紀 | 中新世     | OSD 古砂丘砂層                       |
|      |         | KNs 草木互層                        |
|      | 中新世     | KKc 谷出礫岩層                       |
|      |         | IAa 別所岳安山岩類 安山岩                 |
|      | 岩稻階     | IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)      |
|      |         | IAF 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰岩) |





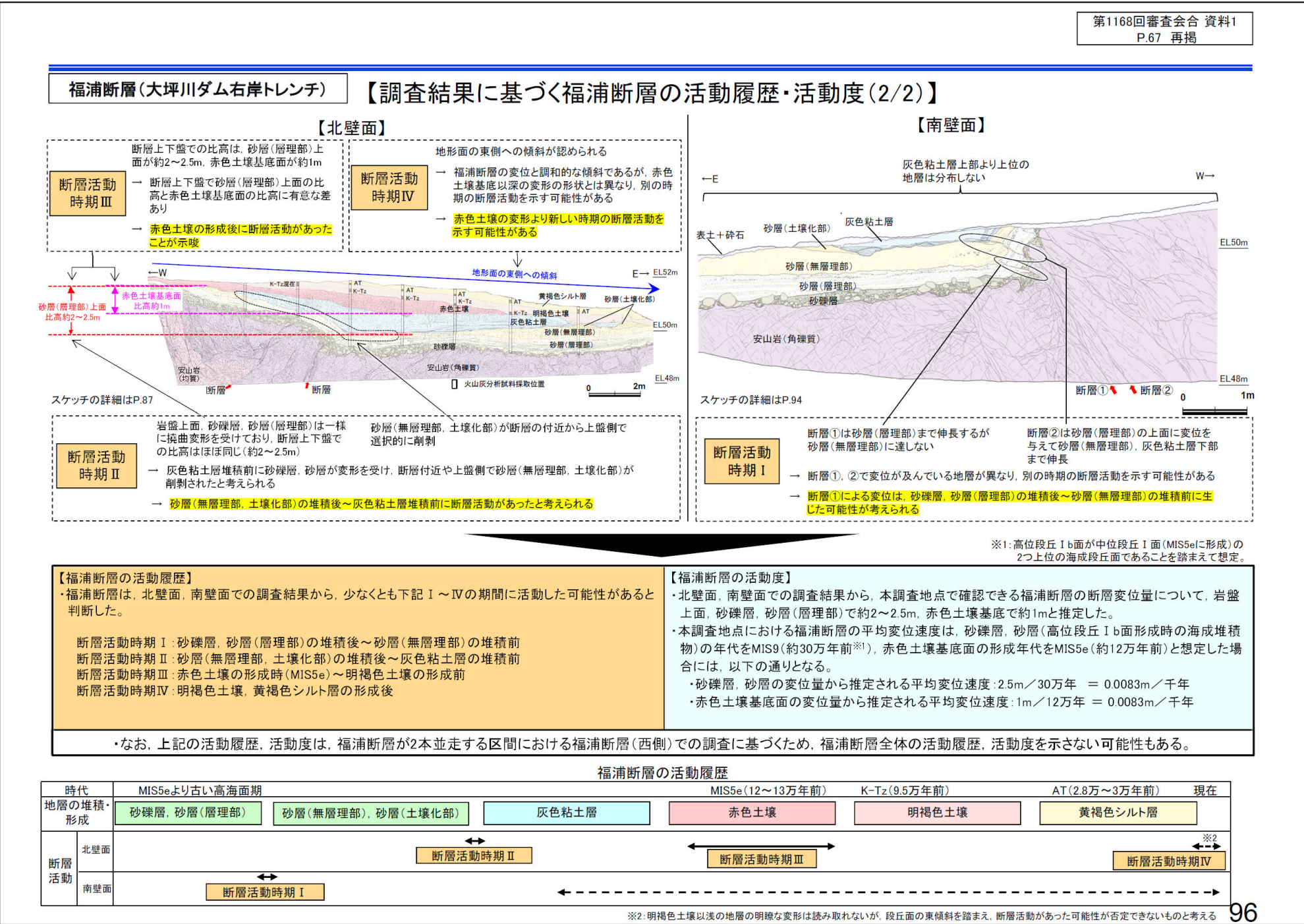
3.2.4(4) 福浦断層と兜岩冲断層のいずれが主断層であるかの検討 ―平均変位速度―

○福浦断層と兜岩冲断層のいずれが主断層であるかの検討を行うため、両断層の平均変位速度について検討した。  
○トレンチ調査及び海上音波探査の結果に基づく平均変位速度を比較した結果、兜岩冲断層は福浦断層よりも平均変位速度が大きいとも考えられるが、いずれも活断層研究会(1991)による活動度の分類に基づけばC級以下(平均変位速度0.1m/千年未満)と小さいため、両者の差は小さいものであり、福浦断層と兜岩冲断層のいずれが大きいかは明確に判断できない。

○平均変位速度を比較した結果、福浦断層と兜岩冲断層はいずれも小さな値を示すことから、いずれが主断層であるか明確に判断できない。

【福浦断層の平均変位速度】

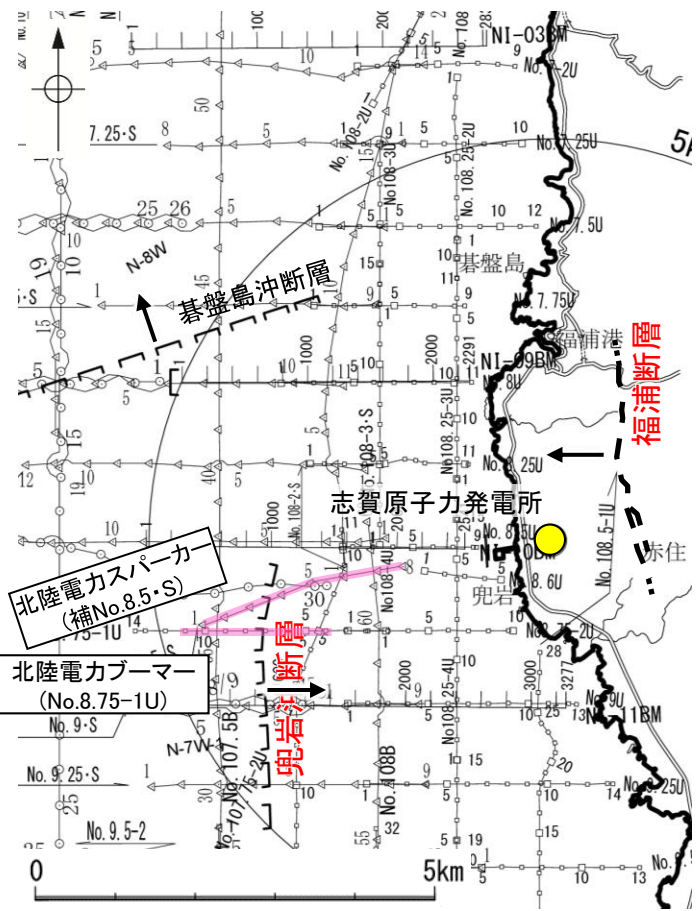
○大坪川ダム右岸トレンチの調査結果から福浦断層の平均変位速度について検討した。  
○本調査地点で確認できる福浦断層の断層変位量は、岩盤上面、砂礫層、砂層(層理部)で約2～2.5m、赤色土壌基底で約1mと推定され、砂礫層、砂層(高位段丘 I b面形成時の海成堆積物)の年代をMIS9(約30万年前)、赤色土壌基底面の形成年代をMIS5e(約12万年前)と想定した場合、平均変位速度は0.0083m/千年と推定される。



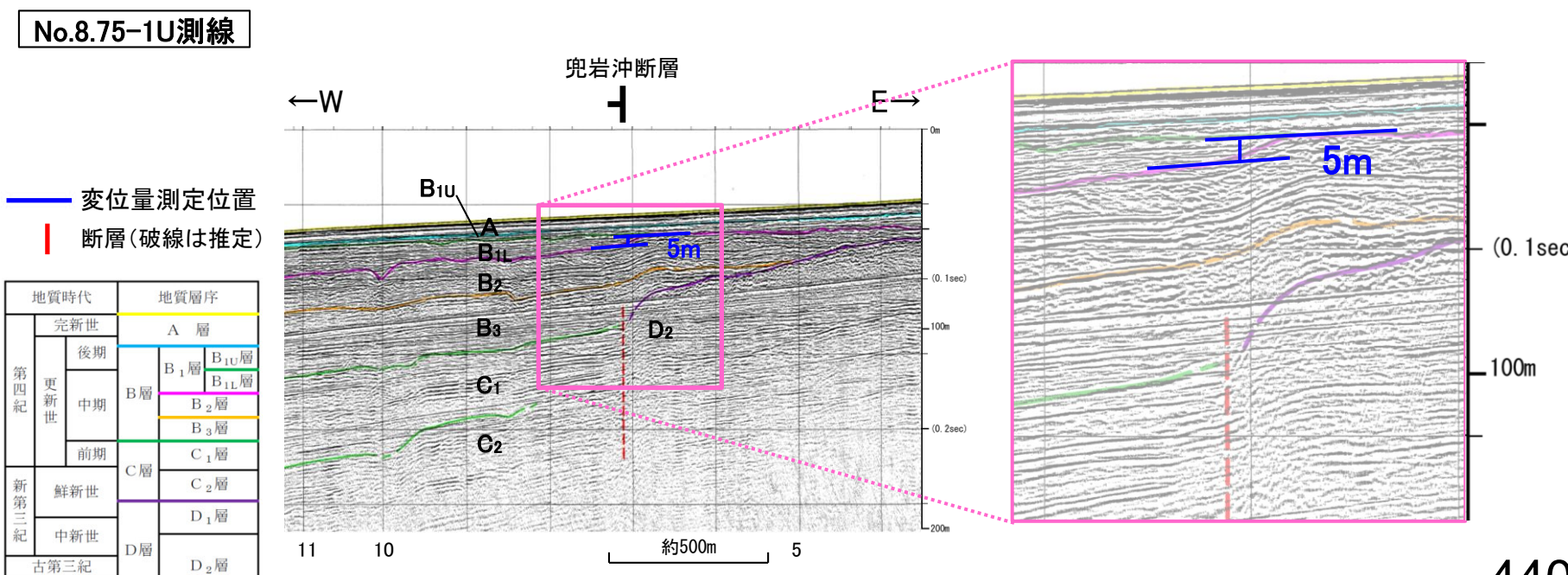
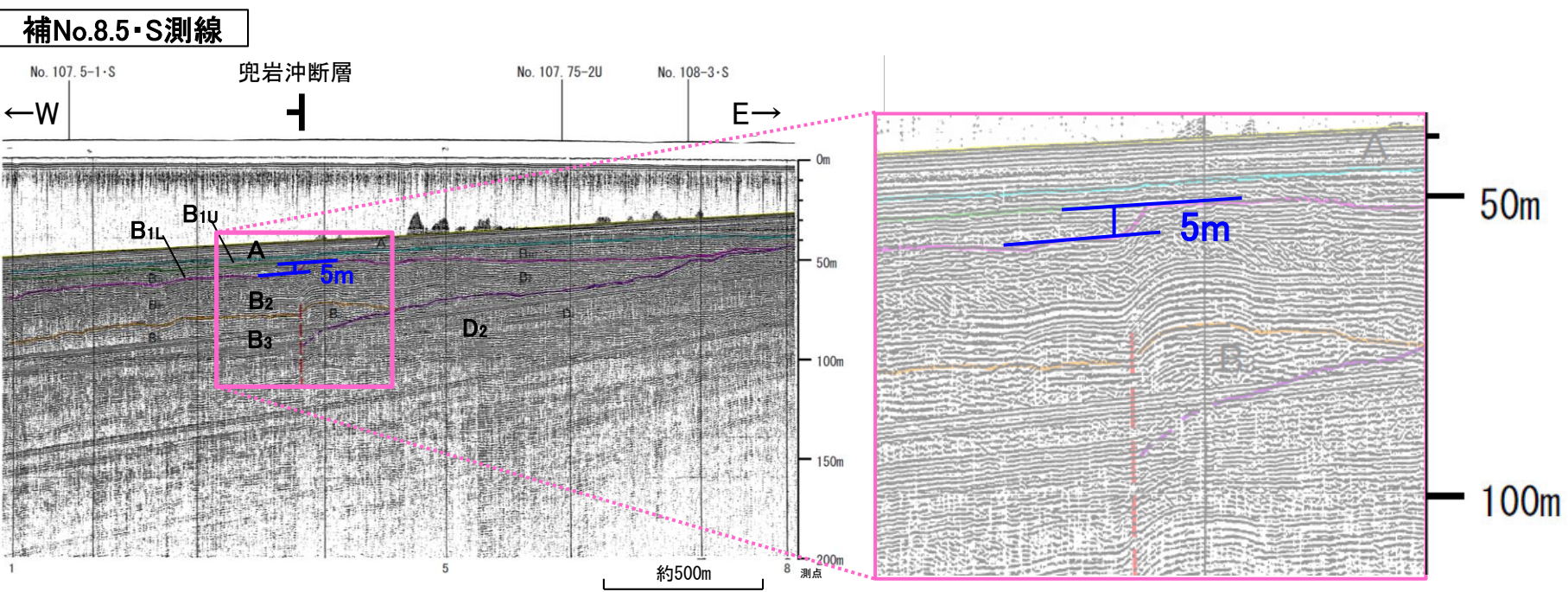
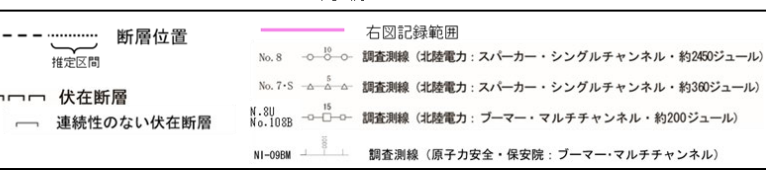


【兜岩冲断層の平均変位速度】

○福浦断層と兜岩冲断層のいずれが主断層であるかを確認するため、海上音波探査の結果から兜岩冲断層の平均変位速度について検討した。  
○補No.8.5・S測線及びNo.8.75-1U測線において、兜岩冲断層による変位量を測定した結果、B<sub>1</sub>層基底面の変位量は約5mである。  
○B<sub>1</sub>層の年代を約33万年前(第1193回審査会合 補足資料1.2-3)と想定した場合、平均変位速度は0.0152m/千年と推定される。

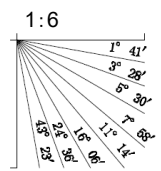


位置図 断層面の傾斜方向



変位量測定位置 断層(破線は推定)

| 地質時代 |      | 地質層序 |                  |
|------|------|------|------------------|
| 第四紀  | 更新世  | 後期   | A層               |
|      |      | 中期   | B層               |
|      | 前期   | 前期   | C層               |
|      |      | 後期   | D層               |
|      | 新第三紀 | 鮮新世  | D <sub>1</sub> 層 |
|      |      | 中新世  | D <sub>2</sub> 層 |



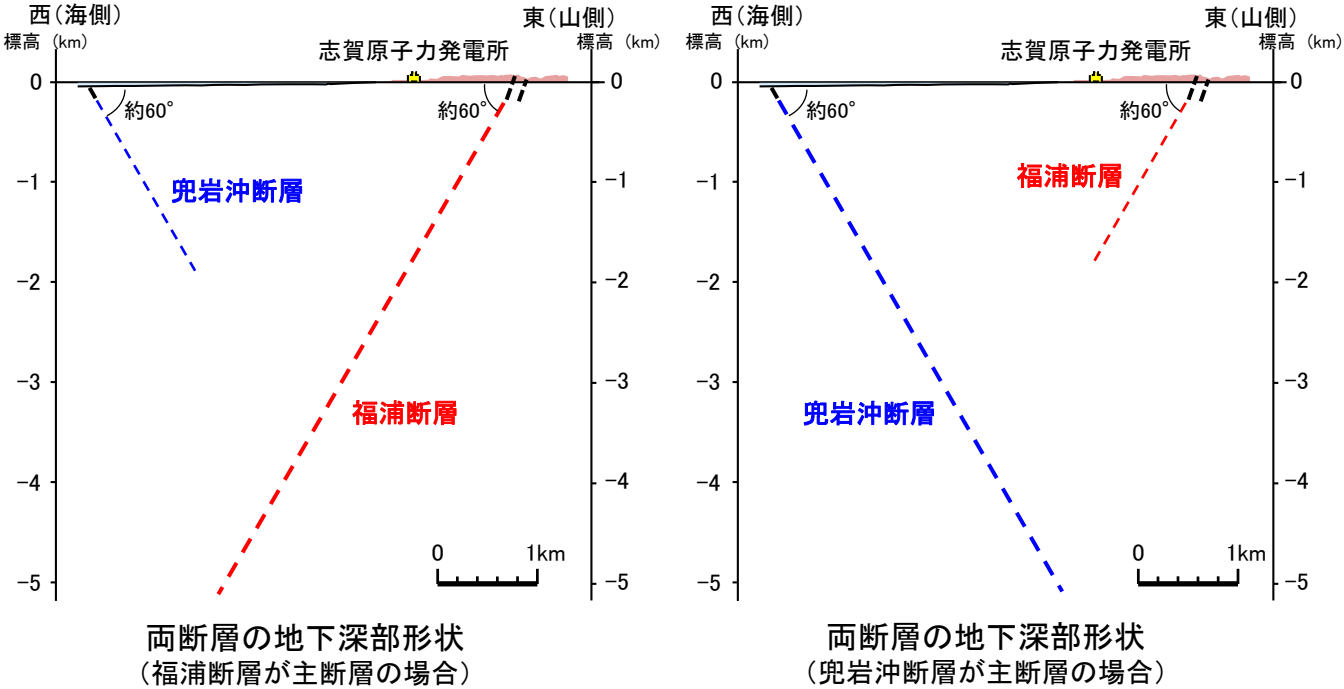
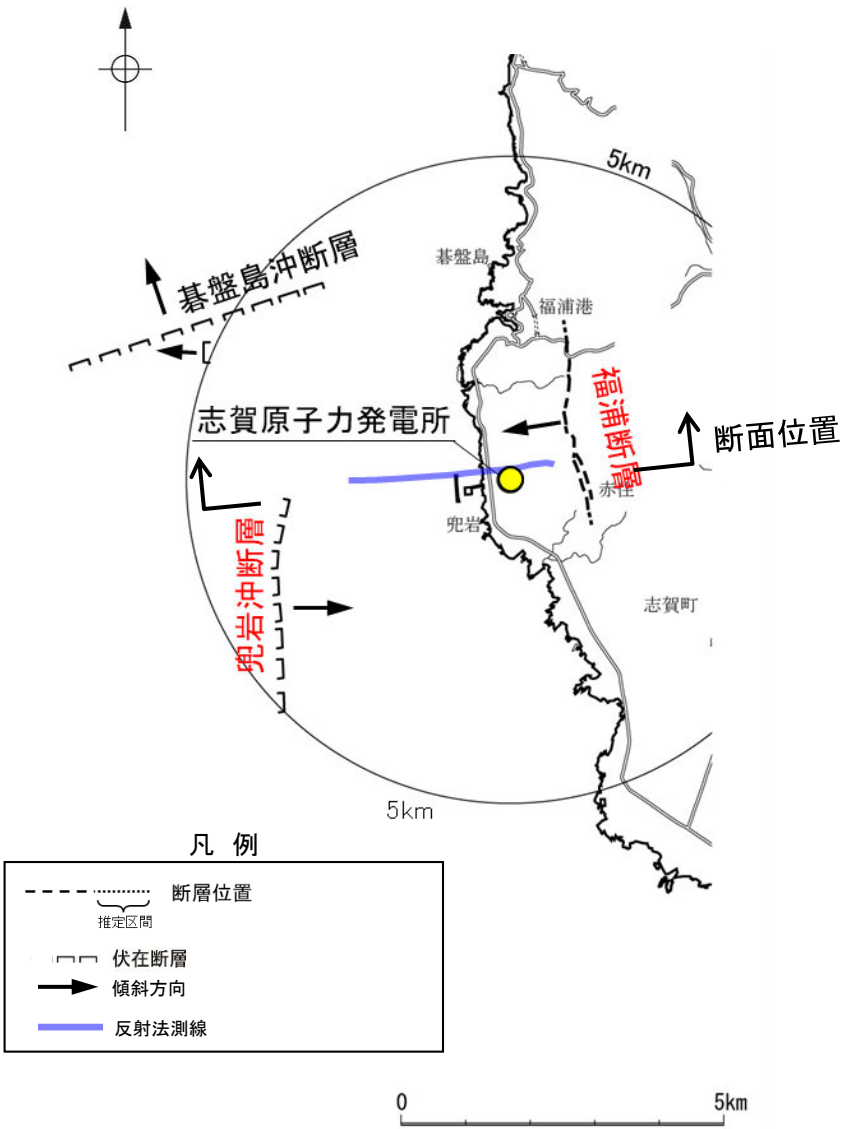


3.2.4(4) 福浦断層と兜岩沖断層のいずれが主断層であるかの検討 ―断層モデルの設定方法―

コメントNo.70の回答

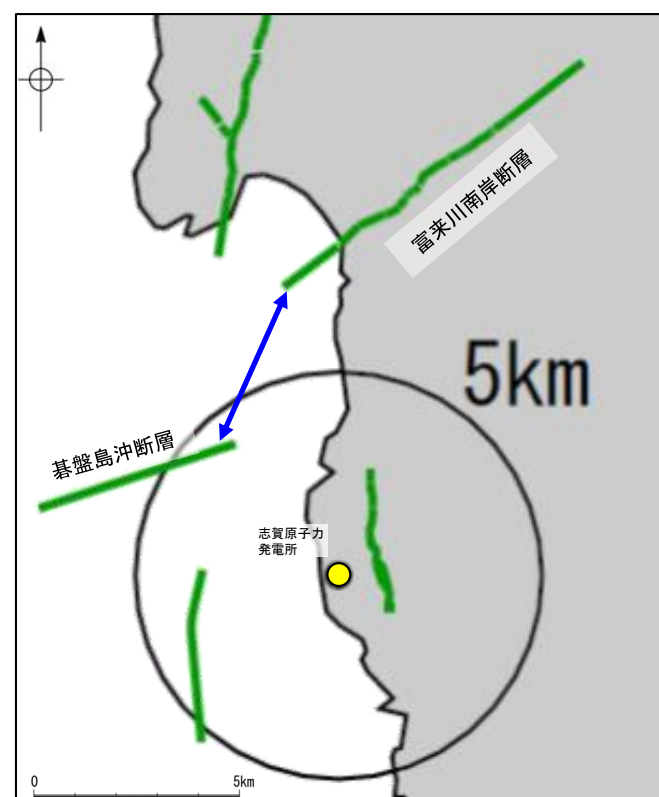
- 福浦断層と兜岩沖断層は主断層－副断層の関係にあると判断した(P.435)ことから、いずれが主断層であるかの検討を行った。
- 福浦断層の長さは約3.2km、兜岩沖断層の長さは約4.0kmであり、断層長さはほぼ同程度である(第1193回審査会合 資料3-1 P.61, P.435)。
- 福浦断層と兜岩沖断層は断層両側の地質分布の特徴が異なり、兜岩沖断層は福浦断層より累積変位量大きいとも考えられるが、侵食等による影響を含む可能性がある(P.436～440)。
- 福浦断層と兜岩沖断層の地下深部における切り合い関係は確認できない(P.431, 432)。
- トレンチ調査及び海上音波探査の結果に基づく平均変位速度を比較した結果、兜岩沖断層は福浦断層よりも平均変位速度が大きいとも考えられるが、いずれも活断層研究会(1991)による活動度の分類に基づけばC級以下(平均変位速度0.1m/千年未満)と小さいため、両者の差は小さい(P.439, 440)。
- 以上のことから、福浦断層と兜岩沖断層のいずれが主断層であるかは明確に判断できない。

○検討の結果、福浦断層と兜岩沖断層のいずれが主断層であるかは明確に判断できないことから、断層モデルについては、福浦断層と兜岩沖断層のそれぞれが主断層となるケースを個別に設定することとする。



・いずれの断層が主断層であるか明確に判断できない。

### 3.2.5 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の連動の検討結果



凡 例  
 — 後期更新世以降の活動が否定できないと評価した断層  
 矢印 ..... 検討対象として選定した断層の組合せ  
 青色 : 連動を考慮しない

連動の検討対象位置図



### 3.2.5(1) 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の連動の検討結果

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した碁盤島沖断層と富来川南岸断層について、「当社の連動評価の検討方法」に基づき、同時活動の可能性の検討を行った。検討結果は以下の通り。

＜同時活動の可能性の検討＞

紫下線: 第1193回審査会合以降に変更した箇所  
赤字: 同時活動する可能性を示唆する  
青字: 同時活動しない可能性を示唆する

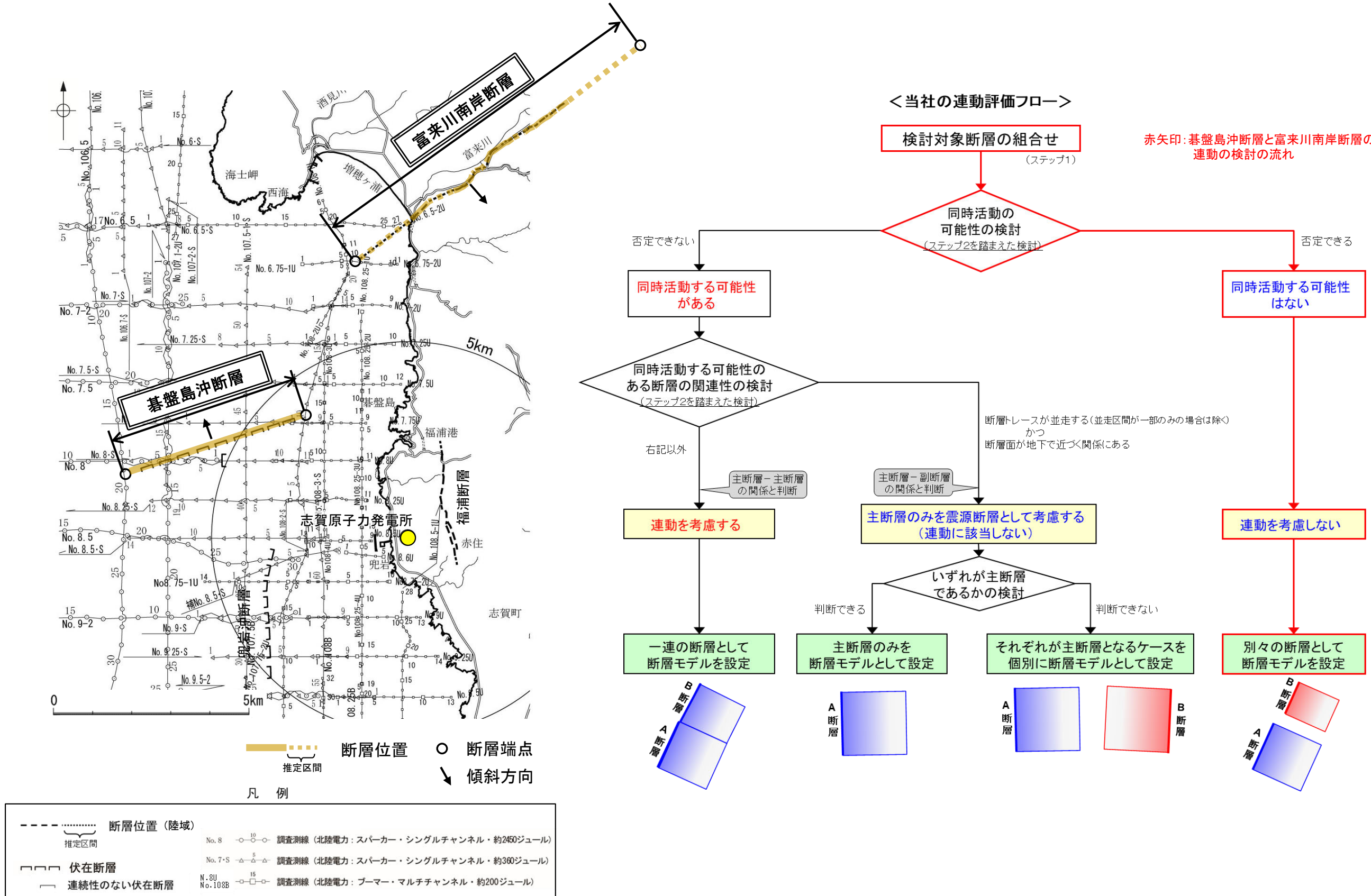
| 検討内容                 |          |         | 検討結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地形<br>及び<br>地質<br>構造 | 文献調査     |         | ①碁盤島沖断層に対応する断層を図示した文献はない(第1193回審査会合 資料3-1 P.419)。<br>②富来川南岸断層は活断層研究会(1991)、今泉ほか(2018)で示されているものの、碁盤島沖断層との同時活動を考慮した文献はない(第1193回審査会合 資料3-1 P.451)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                      | 地形調査     |         | ③空中写真判読の結果、富来川南岸断層は富来川左岸の山地－平野境界に急崖等が連続して認められる南側隆起の断層である(第1193回審査会合 資料3-1 P.452～454)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                      | 地質調査     |         | ④富来川南岸断層の陸域部は、山地と平野の境界に位置し、断層周辺に別所岳安山岩類と沖積層が分布する(第1193回審査会合 資料3-1 P.455)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                      | 地球物理学的調査 | 反射法地震探査 | ⑤富来川南岸断層は南傾斜(傾斜角約60° )の断層であると推定される(P.445)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                      |          | 海上音波探査  | ⑥碁盤島沖断層と富来川南岸断層の地表トレースは、ほぼ一線に近接して分布する(P.445)。<br>⑦断層周辺のD <sub>2</sub> 層の分布状況を比較した結果、碁盤島沖断層はD <sub>2</sub> 層上面の等深線に対して、直交するように分布し、関連性は認められない。富来川南岸断層の海域延長部では、D <sub>2</sub> 層上面は南西方向に深度を増し、断層を挟んでD <sub>2</sub> 層上面深度に差は認められない(P.450)。<br>⑧碁盤島沖断層はB <sub>1L</sub> 層以上に南東落ちの変位、変形が認められ、北西傾斜(高角)の逆断層であると推定される(P.446～449)。<br>⑨碁盤島沖断層と富来川南岸断層間の音波探査記録(No.6.75U測線, No.7・S, No.7-2U測線, No.7.25・S, No.7.25U測線, No.7.5・S, No. 7.5U測線, No.7.75・S, No.7.75U測線, No.108-1U測線, No.108-2・S測線)からは、断層は認められず、両断層は連続しない(P.451～455)。<br>(参考)碁盤島沖断層周辺に、碁盤島沖断層がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない(P.446, 447)。 |
|                      |          | 重力異常分布  | ⑩碁盤島沖断層に沿って北側に低重力域、富来川南岸断層に沿って南側に高重力域が認められ、碁盤島沖断層と富来川南岸断層の間には連続する構造は認められない(P.450)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 同時活動の可能性の評価          |          |         | 【評価結果】<br>・検討の結果、碁盤島沖断層と富来川南岸断層は、ほぼ一線に近接して分布する(⑥)ものの、同時活動を考慮した文献はなく(①, ②)、海上音波探査、重力異常分布の結果からも両断層間に連続する構造は推定されない(④, ⑦, ⑨, ⑩)。また、両断層の断層面の傾斜方向が異なり、地下深部で断層面が離れていく関係にある(③, ⑤, ⑧)。<br>・以上のことを踏まえ、総合的に評価した結果、碁盤島沖断層と富来川南岸断層は、同時活動する可能性はないと判断し、連動を考慮しない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

○連動の検討の結果、碁盤島沖断層と富来川南岸断層の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、碁盤島沖断層と富来川南岸断層を別々の断層として設定することとする。

連動の検討

断層モデルの設定方法

【碁盤島沖断層と富来川南岸断層の連動の検討結果（位置図，連動評価フロー）】





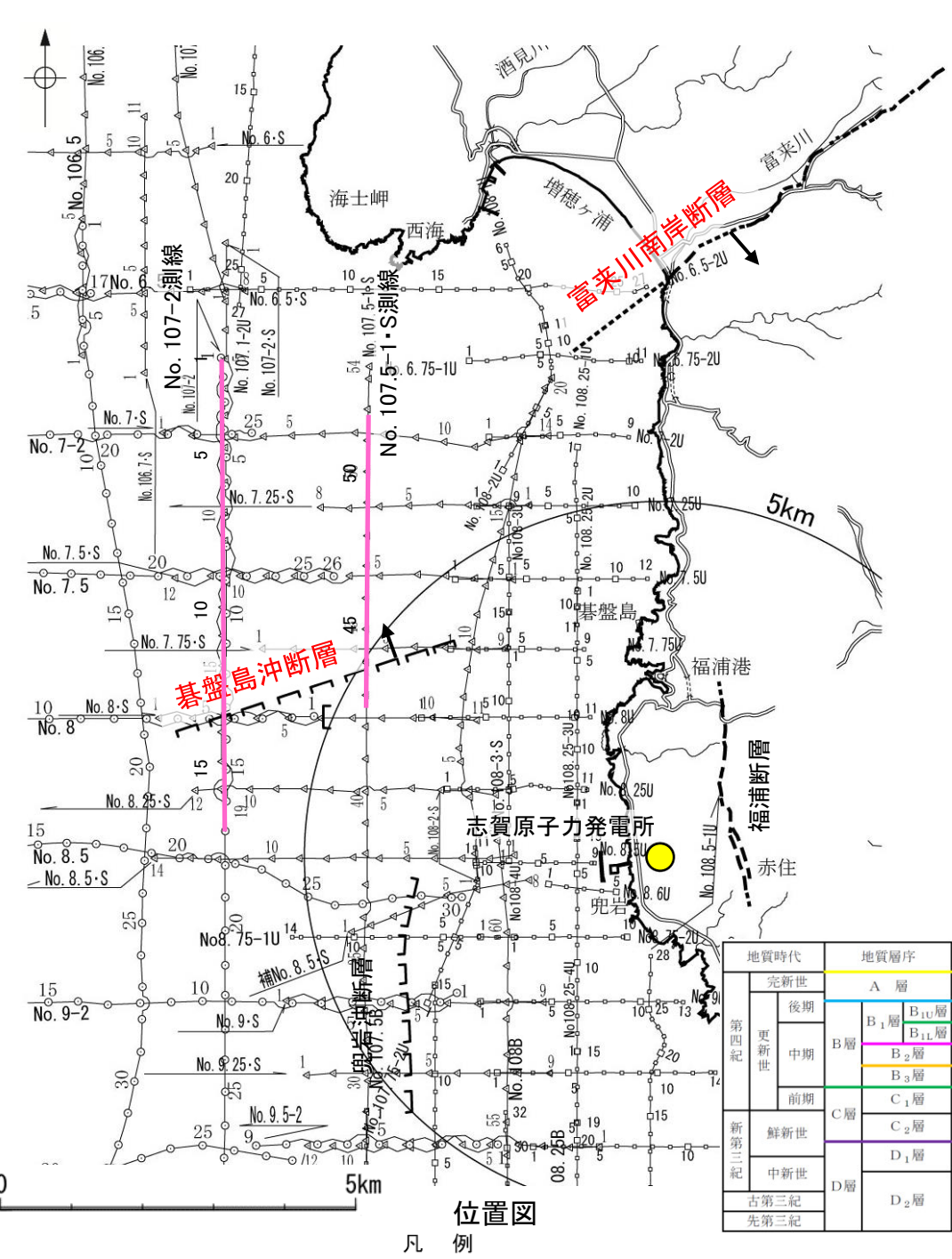




【基盤島沖断層を横断する海上音波探査(No.107.5-1・S測線, No.107-2測線)】

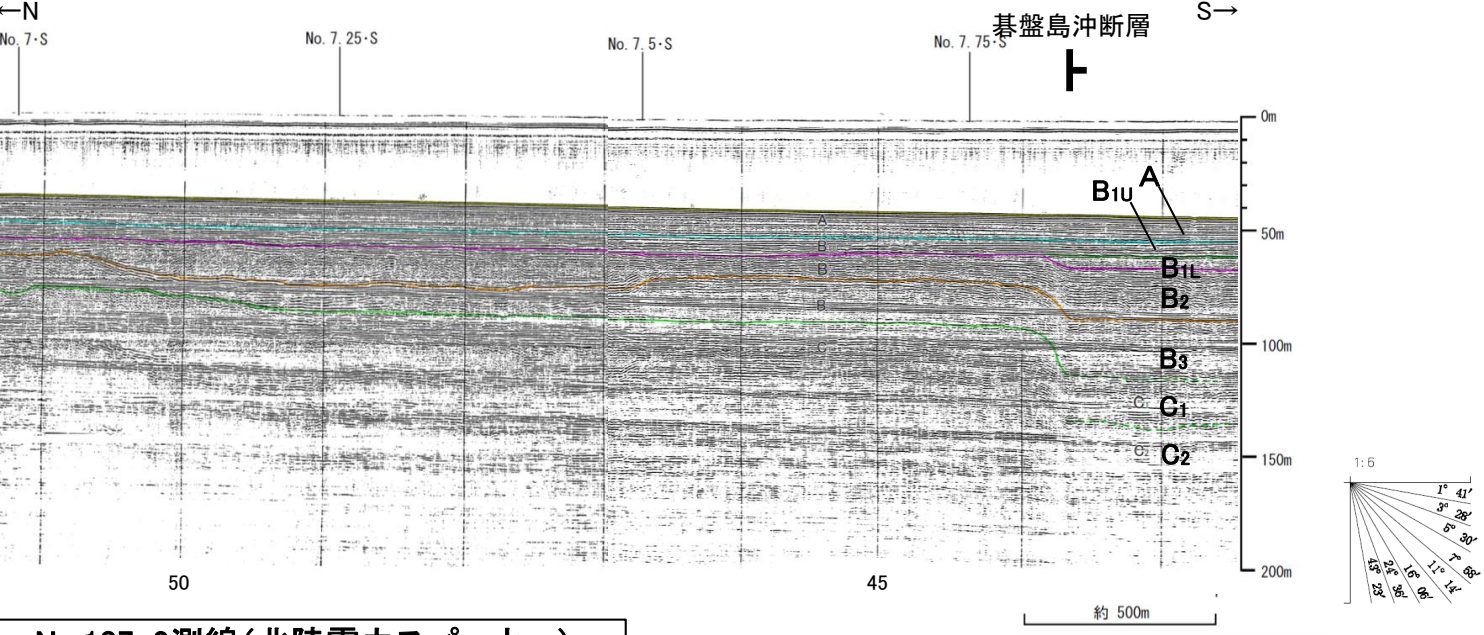
○基盤島沖断層の音波探査記録(スパーカー)からは、南落ちの変形が認められ、B<sub>1L</sub>層に変位、変形の可能性が否定できない。

(参考)基盤島沖断層の上盤側(北側)の富来川南岸断層延長付近(No.107.5-1・S測線:測点44～50付近, No.107-2測線:測点5～13付近)のいずれの地層にも、基盤島沖断層がバックスラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。

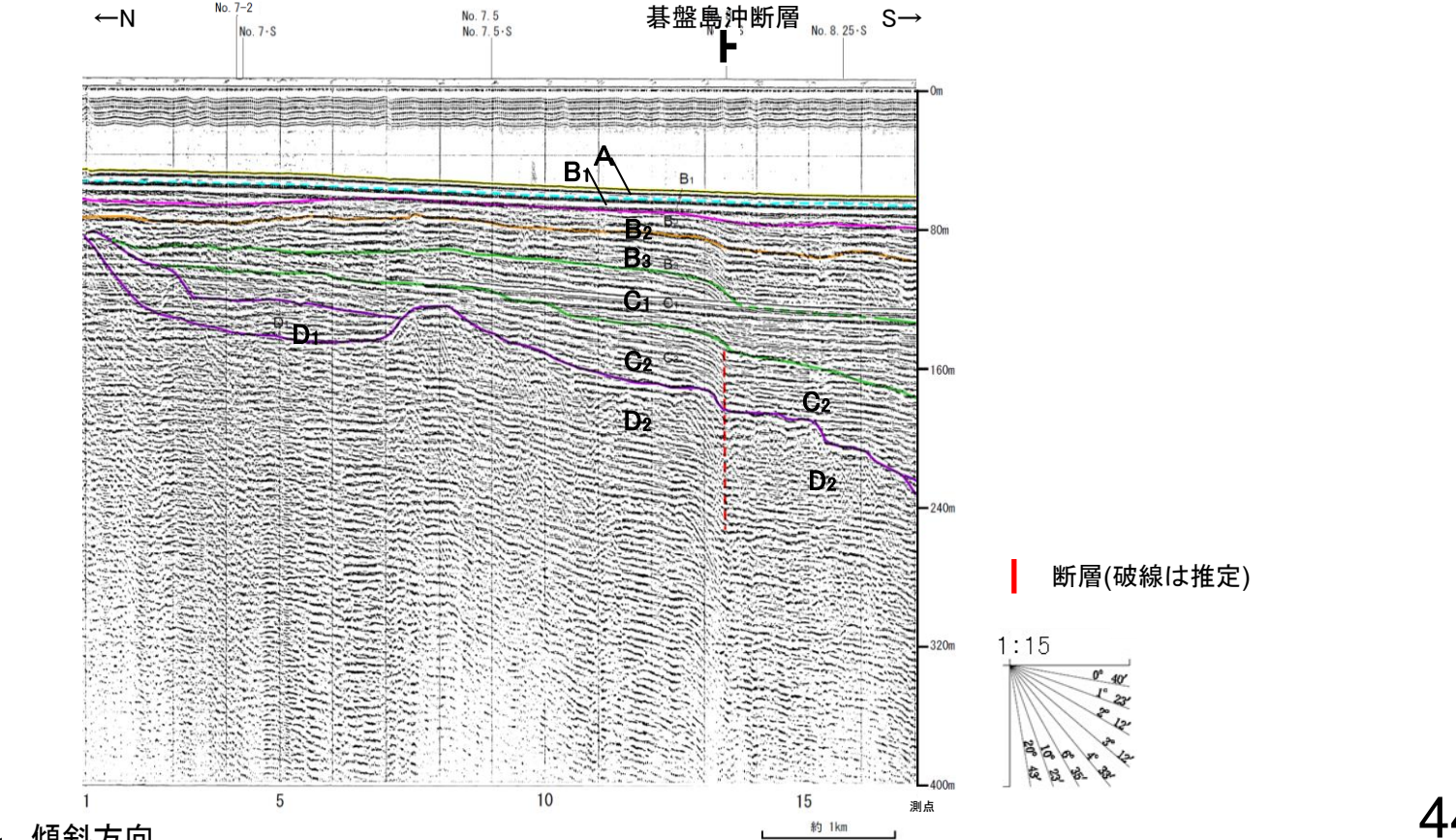


| 地質時代 |      | 地質層序             |                   |
|------|------|------------------|-------------------|
| 第四紀  | 完新世  | A 層              |                   |
|      | 後期   | B <sub>1</sub> 層 | B <sub>1U</sub> 層 |
|      | 中期   | B <sub>2</sub> 層 | B <sub>1L</sub> 層 |
|      | 前期   | B <sub>3</sub> 層 |                   |
| 第三紀  | 鮮新世  | C <sub>1</sub> 層 |                   |
|      | 中新世  | C <sub>2</sub> 層 |                   |
|      | 古第三紀 | D <sub>1</sub> 層 |                   |
| 先第三紀 |      | D <sub>2</sub> 層 |                   |

No.107.5-1・S測線(北陸電力スパーカー)



No.107-2測線(北陸電力スパーカー)

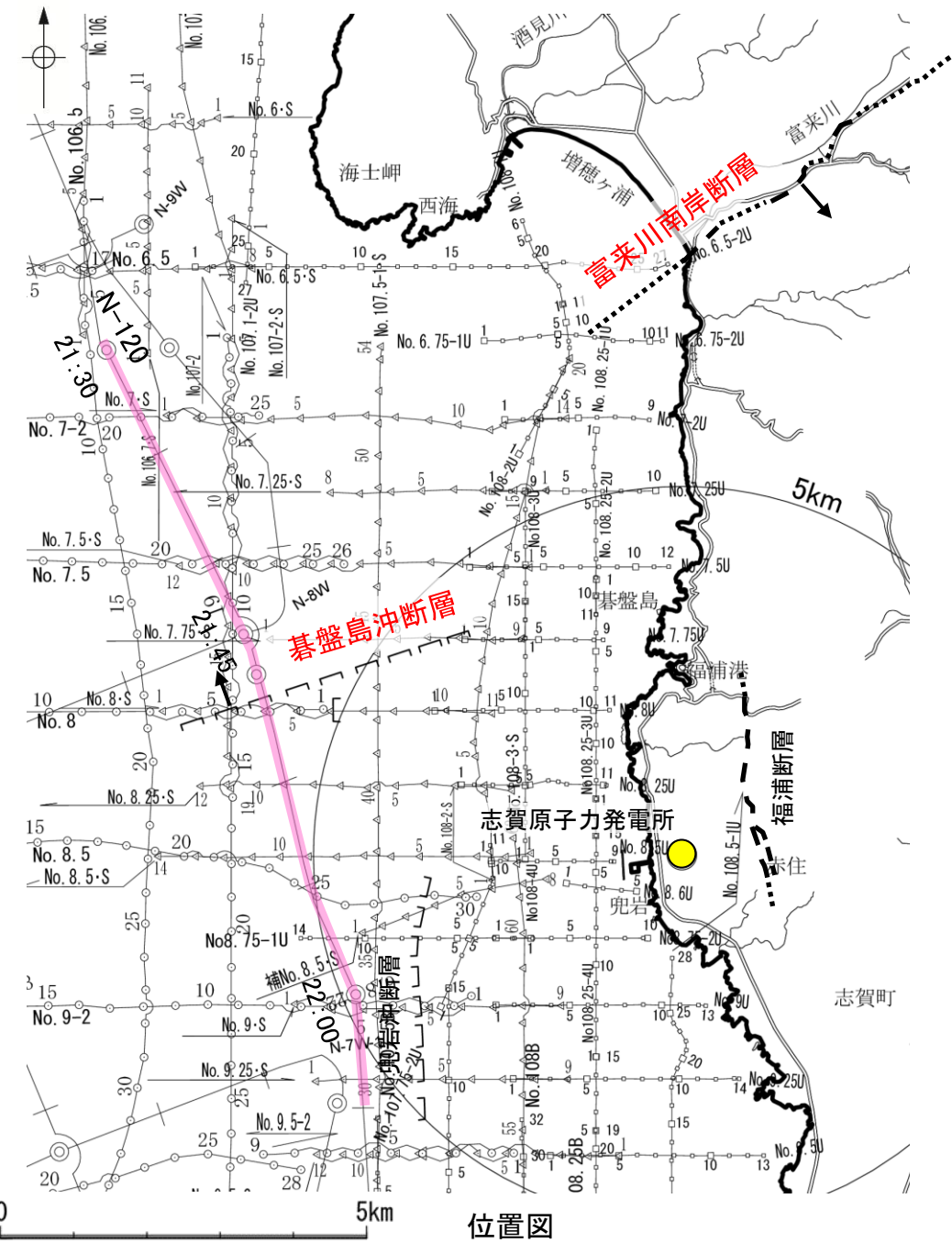




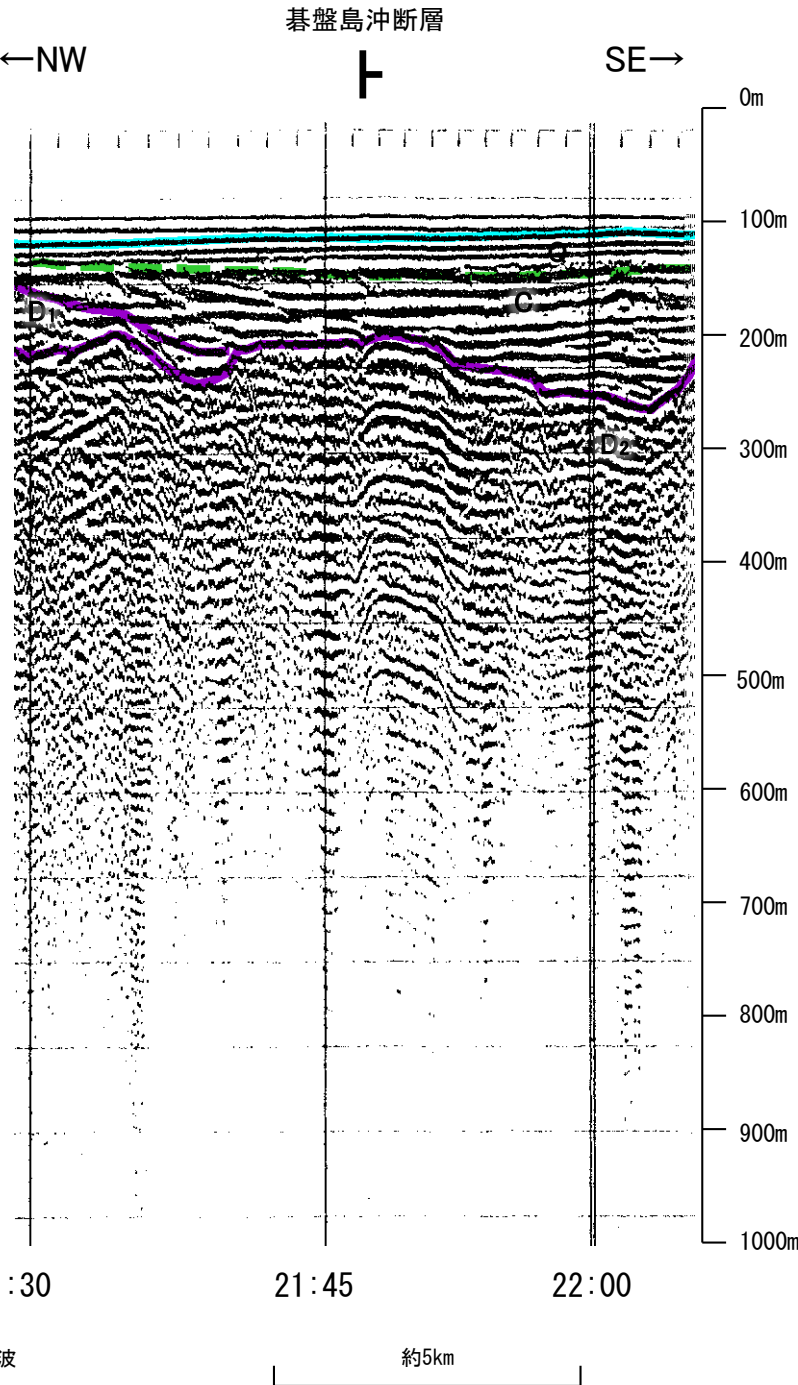
【碁盤島沖断層を横断する海上音波探査(N-120測線)】

ON-120測線において、測点21:46付近でD<sub>2</sub>層上面に南東落ちの変位が認められることから、断層を推定した。

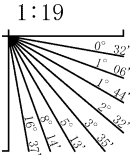
(参考)碁盤島沖断層の上盤側(北西側)の富来川南岸断層延長付近(測点21:30～21:45付近)のいずれの地層にも、碁盤島沖断層がバックスラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



N-120測線(地質調査所エアガン)



| 地質時代 |                  |      | 地層名 |                  |                  |
|------|------------------|------|-----|------------------|------------------|
| 第四紀  | 完新世              |      | Q層  | A層               |                  |
|      | 更新世              | 後期   |     | B層               | B <sub>1</sub> 層 |
|      |                  | 中期   |     |                  | B <sub>2</sub> 層 |
|      |                  |      |     |                  | B <sub>3</sub> 層 |
|      | 前期               | C層   |     |                  |                  |
|      |                  | 新第三紀 | 鮮新世 | C層               | C <sub>2</sub> 層 |
| 中新世  | D <sub>1</sub> 層 |      |     |                  |                  |
|      | 古第三紀             |      | D層  | D <sub>2</sub> 層 |                  |
| 先第三紀 |                  |      |     |                  |                  |

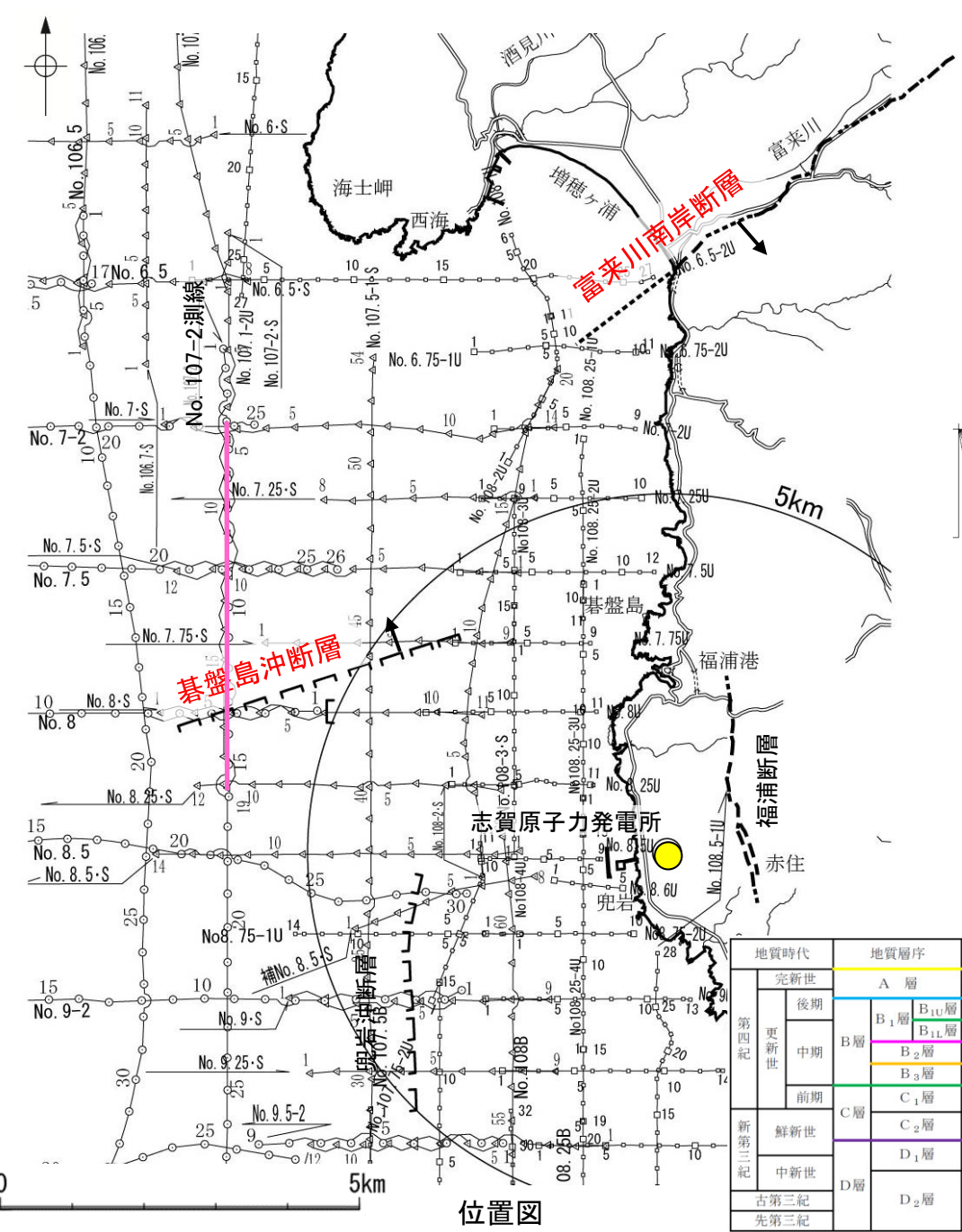


この図面は、地質調査所(現 産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

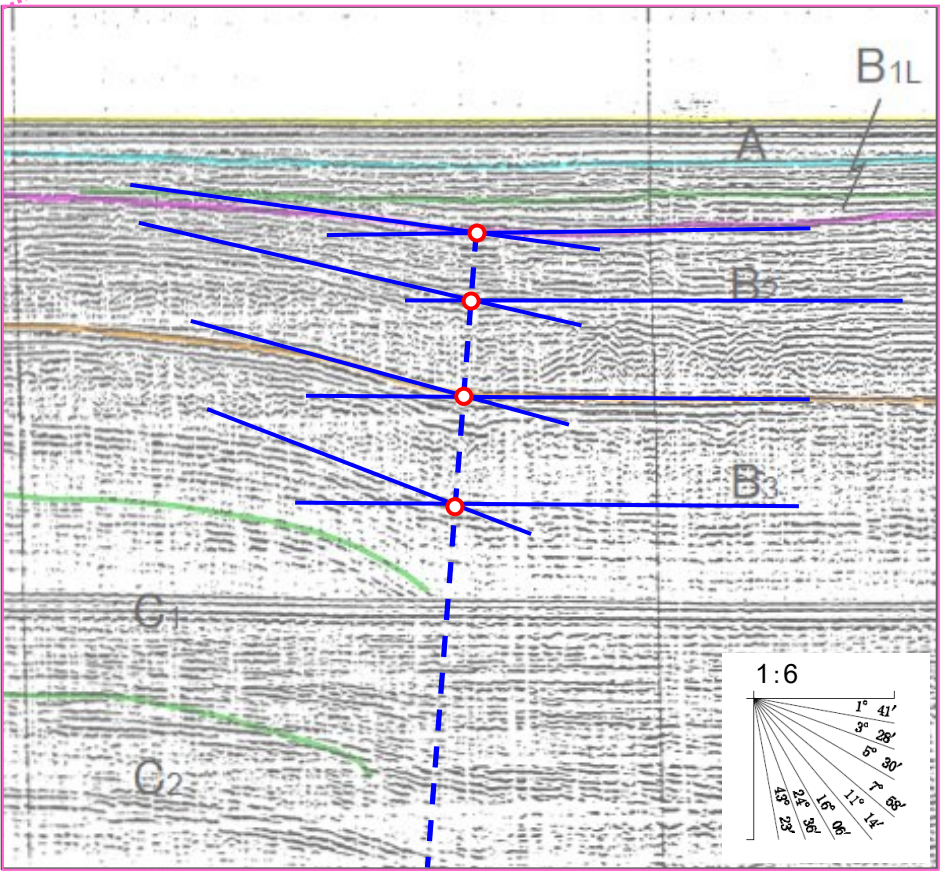
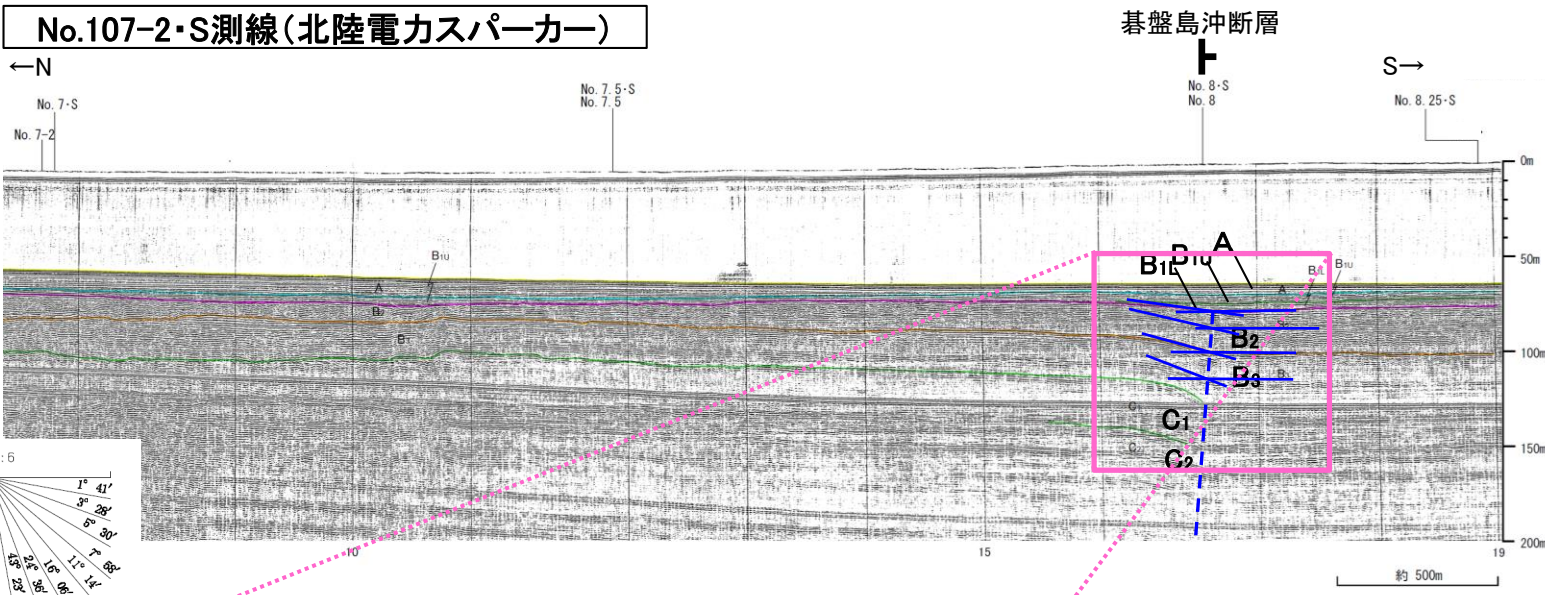


【基盤島沖断層の海上音波探査（傾斜に関する検討） 1／2】

○基盤島沖断層を確認した測線のうち、スパーカー測線を用いて、基盤島沖断層の傾斜方向及び傾斜角度について、検討を行った。  
○No.107-2・S測線（下図）及びNo.107.5-1・S測線（次頁）で認められた基盤島沖断層による変形の傾斜変換点が推定される位置を線で繋ぐと、北西傾斜の高角の断層が推定される。

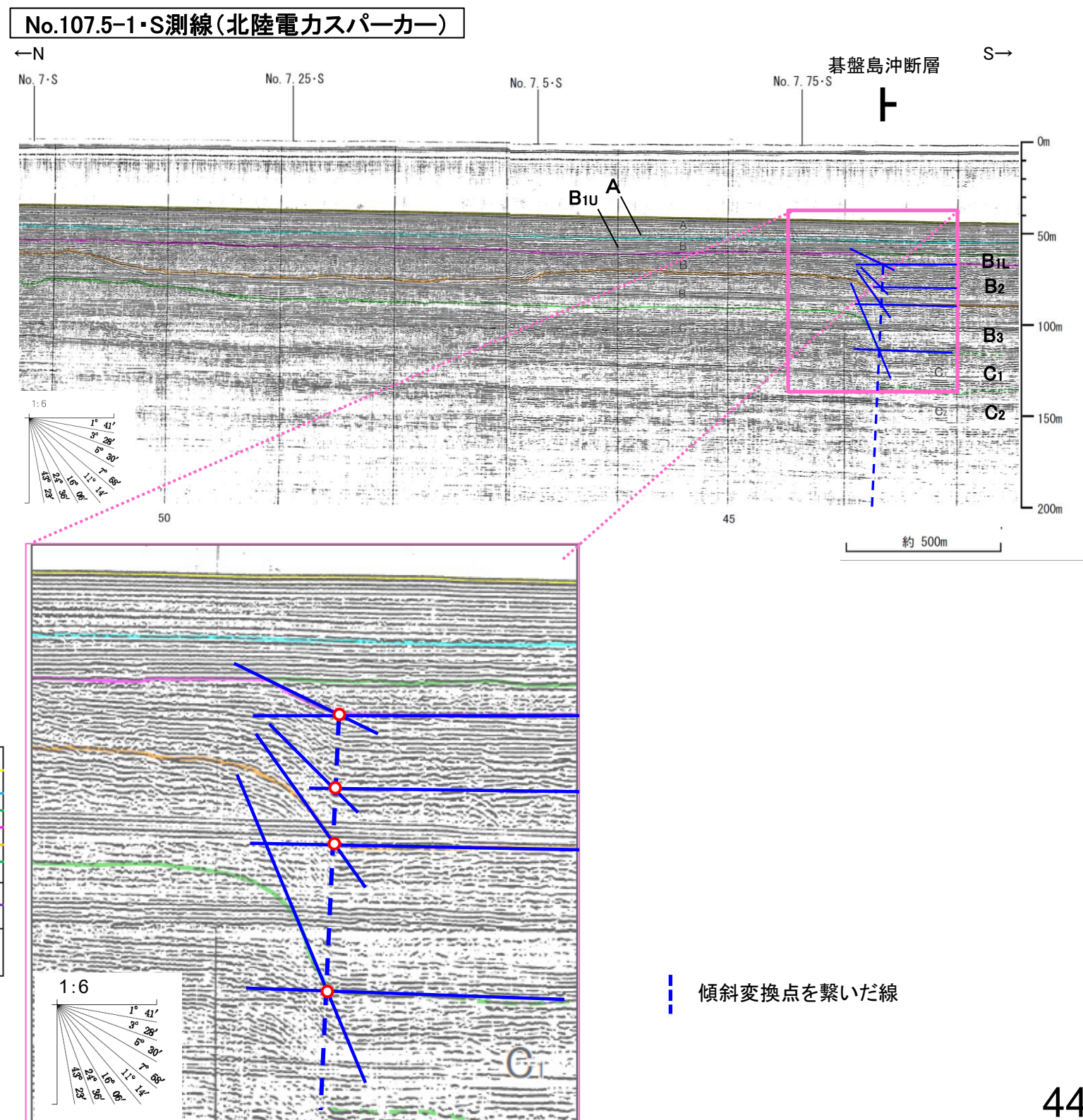
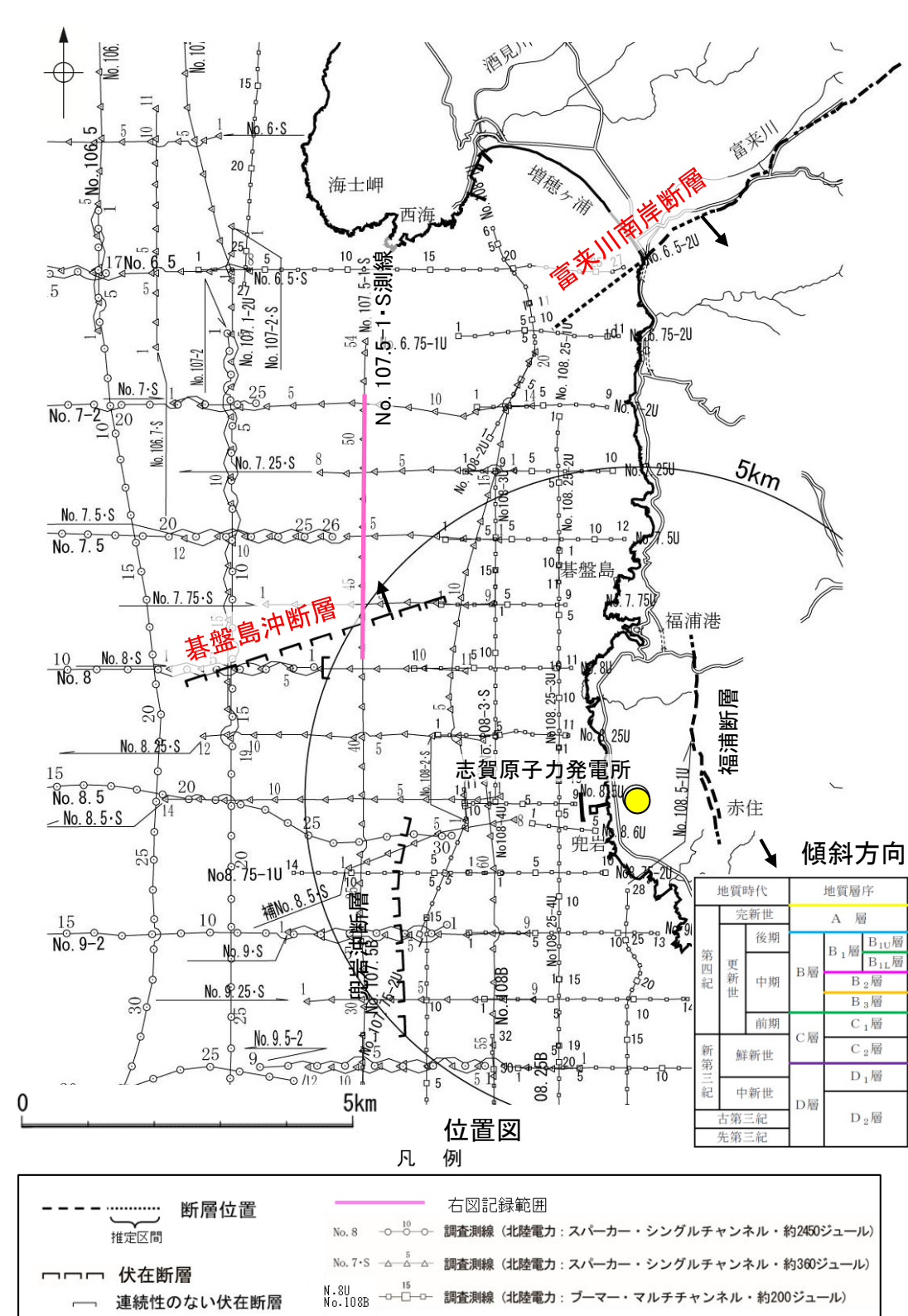


| 地質時代 |      | 地質層序             |                   |
|------|------|------------------|-------------------|
| 第四紀  | 完新世  | A 層              |                   |
|      | 後期   | B <sub>1</sub> 層 | B <sub>1U</sub> 層 |
|      | 中期   | B <sub>2</sub> 層 | B <sub>1L</sub> 層 |
|      | 前期   | B <sub>3</sub> 層 |                   |
| 第三紀  | 鮮新世  | C層               |                   |
|      |      | C <sub>1</sub> 層 | C <sub>2</sub> 層  |
|      | 中新世  | D層               |                   |
| 古第三紀 |      | D <sub>1</sub> 層 |                   |
|      | 先第三紀 | D <sub>2</sub> 層 |                   |





## 【碁盤島沖断層の海上音波探査(傾斜に関する検討) 2/2】



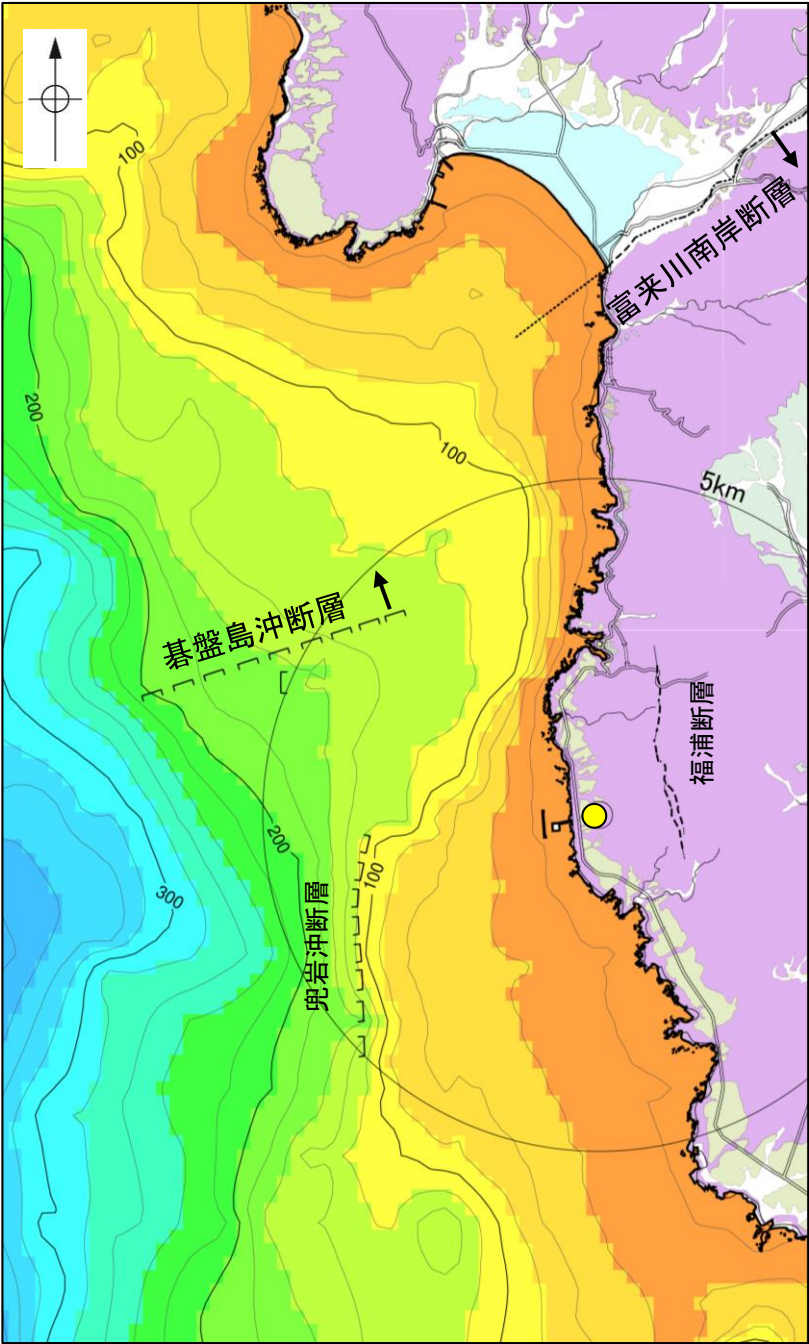


3.2.5(2) 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の同時活動の可能性の検討 ―海上音波探査(D<sub>2</sub>層の分布状況)―

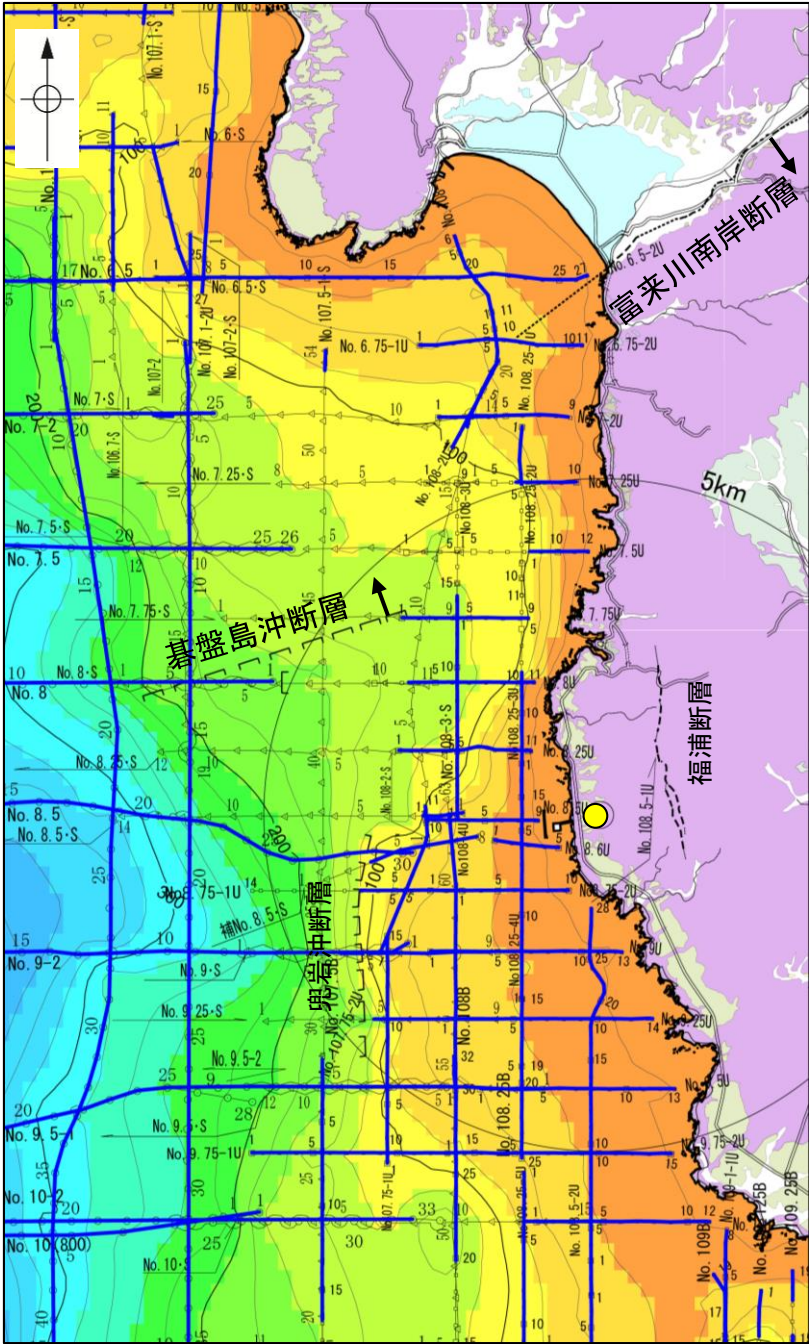
- 碁盤島沖断層～富来川南岸断層間において、地質構造の連続性を検討するために、海域のD<sub>2</sub>層(陸域の岩稻階の別所岳安山岩類に対比)の分布状況を比較した。
- 碁盤島沖断層はD<sub>2</sub>層上面の等深線に対して、直交するように分布し、関連性は認められない。
- 富来川南岸断層の陸域部は、山地と平野の境界に位置し、断層周辺に別所岳安山岩類と沖積層が分布する。海域延長部では、D<sub>2</sub>層上面は南西方向に深度を増し、断層を挟んでD<sub>2</sub>層上面深度に差は認められない。

○以上のことから、碁盤島沖断層と富来川南岸断層間のD<sub>2</sub>層上面の形状からは、連続する構造は推定されない。

● 志賀原子力発電所



D<sub>2</sub>層等深線図  
(陸域は地質図)

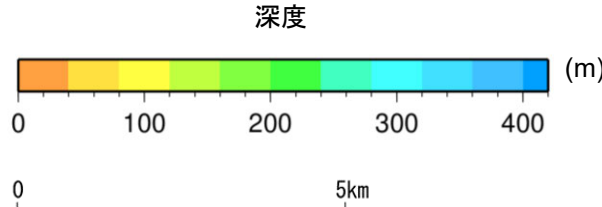


D<sub>2</sub>層等深線図  
(測線位置とD<sub>2</sub>層上面確認位置を加筆)

- ・左図(海域)は、澤田ほか(2022)を基に、金沢大学・当社が作成したものである。
- ・D<sub>2</sub>層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D<sub>1</sub>層、D<sub>2</sub>層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
- ・D層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。

- 凡 例
- ―― 伏在断層
  - ―― 断層位置
  - No. 8 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
  - No. 7・S 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
  - No. 8U 調査測線 (北陸電力：ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
  - No. 109B 調査測線 (北陸電力：ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
  - ―― D<sub>2</sub>層確認位置

| 地質時代 | 敷地周辺の層序 | 地 層・岩 石 名                       |
|------|---------|---------------------------------|
| 完新世  | 第四紀     | SD 砂丘砂層                         |
|      |         | AL 沖積層                          |
|      |         | OF 古期扇状地堆積層                     |
|      |         | MI 中位段丘I面堆積層                    |
| 更新世  | 中新世     | OSD 古砂丘砂層                       |
|      |         | KNs 草木互層                        |
|      |         | KKc 谷出礫岩層                       |
|      |         | IAa 別所岳安山岩類 安山岩                 |
| 新第三紀 | 岩稻階     | IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)      |
|      |         | IAF 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰岩) |





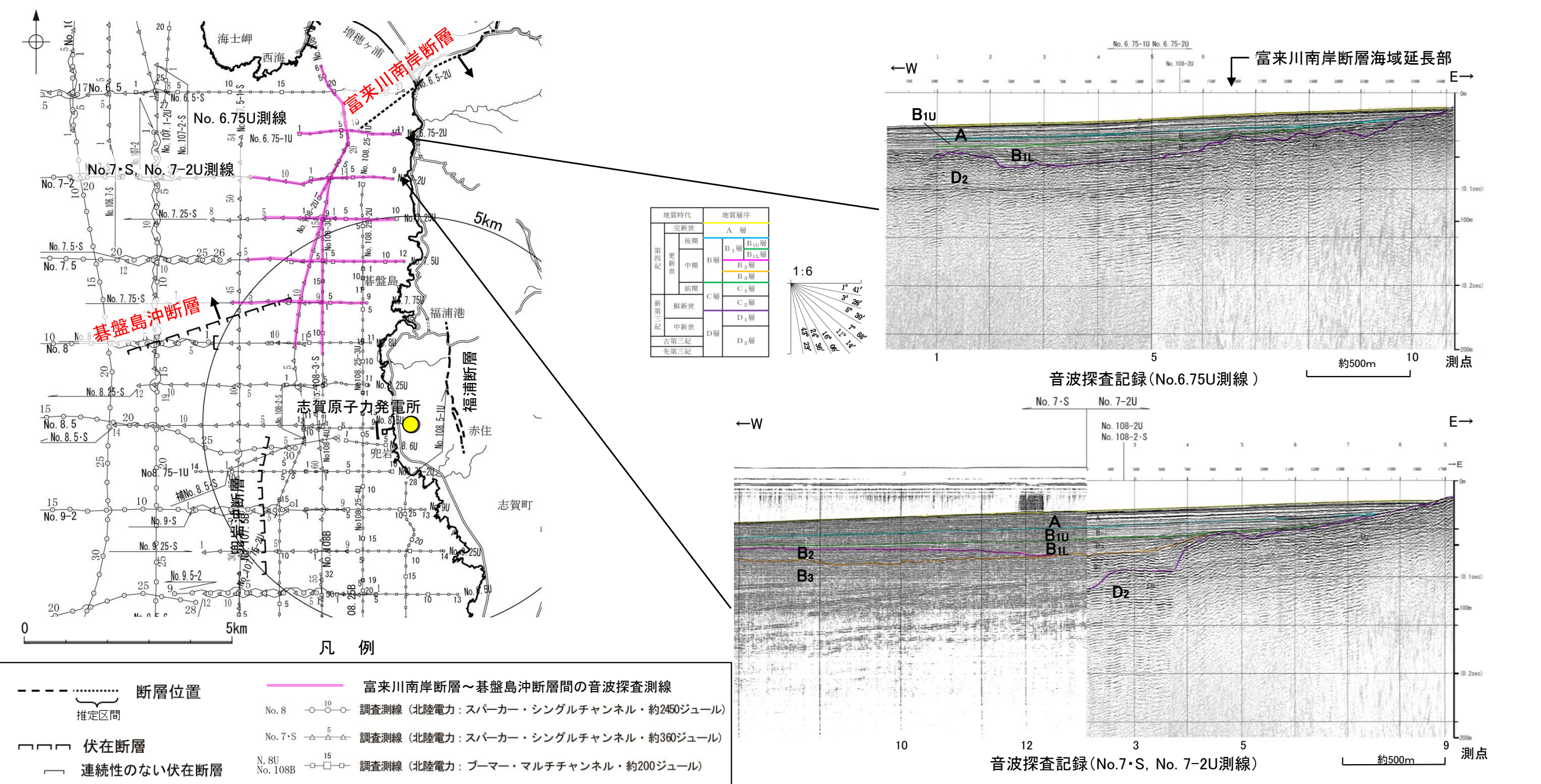
3.2 近接して分布する断層の連動の検討結果 3.2.5 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の連動の検討結果

3.2.5(2) 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の同時活動の可能性の検討 ―海上音波探査(地質構造の連続性)―

○碁盤島沖断層と富来川南岸断層間の地質構造の連続性を検討するため、碁盤島沖断層と富来川南岸断層間の音波探査記録を確認した。  
○音波探査記録を確認した結果、碁盤島沖断層～富来川南岸断層間の測線(No.6.75U測線, No.7・S, No.7-2U測線, No.7.25・S, No.7.25U測線, No.7.5・S, No. 7.5U測線, No.7.75・S, No.7.75U測線, No.108U測線, No.108-2・S測線)に断層等は認められないことから、両断層は連続しない。

【No.6.75U測線, No.7・S測線, No.7-2U測線】

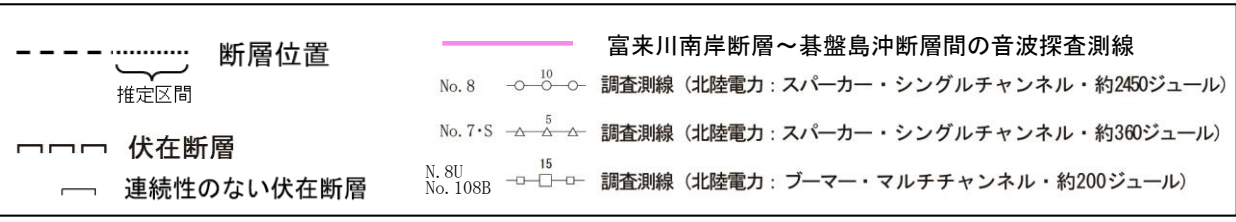
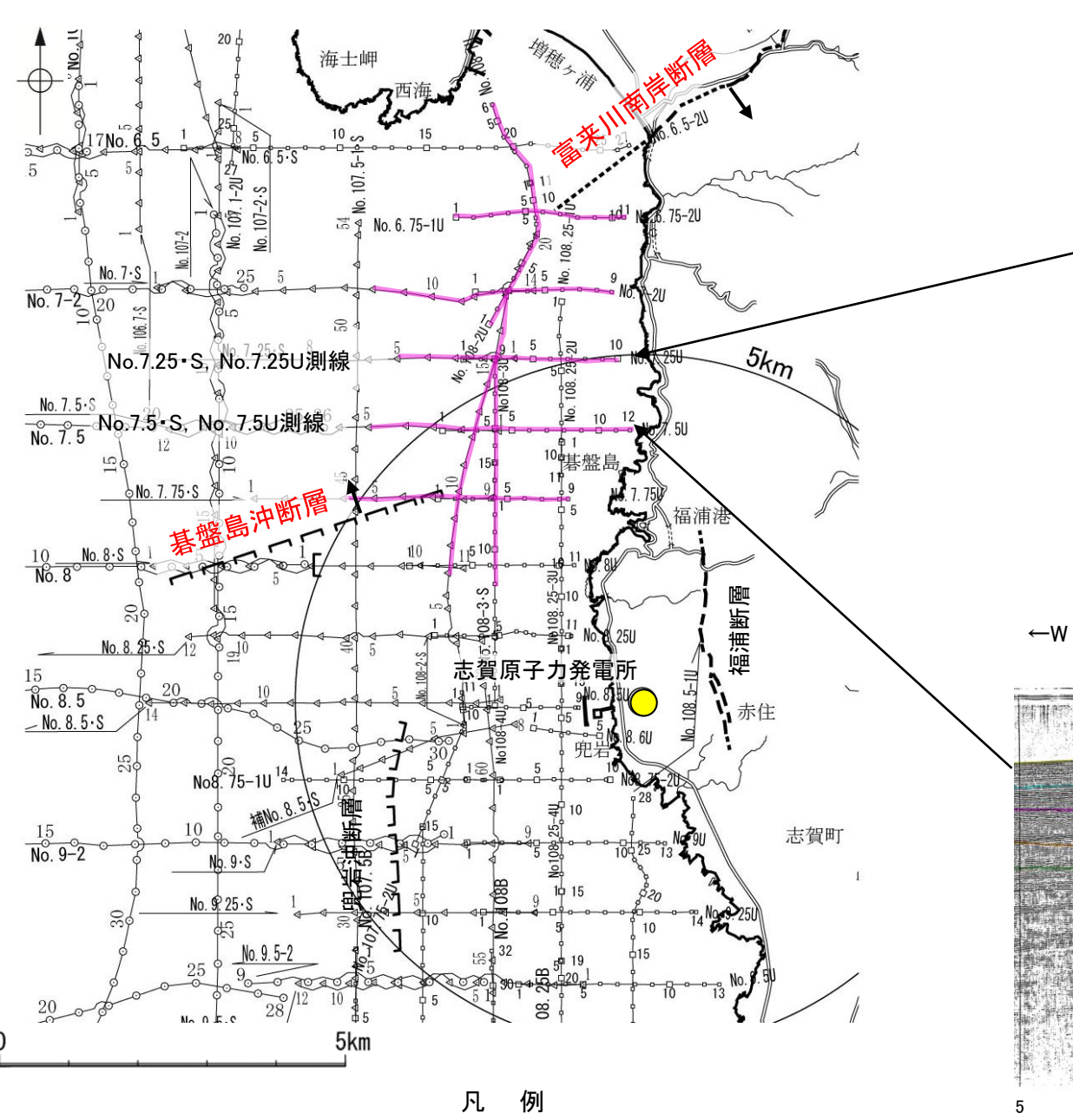
○No.6.75U測線, No.7・S測線, No.7-2U測線において、碁盤島沖断層と富来川南岸断層の間に断層等は認められない。



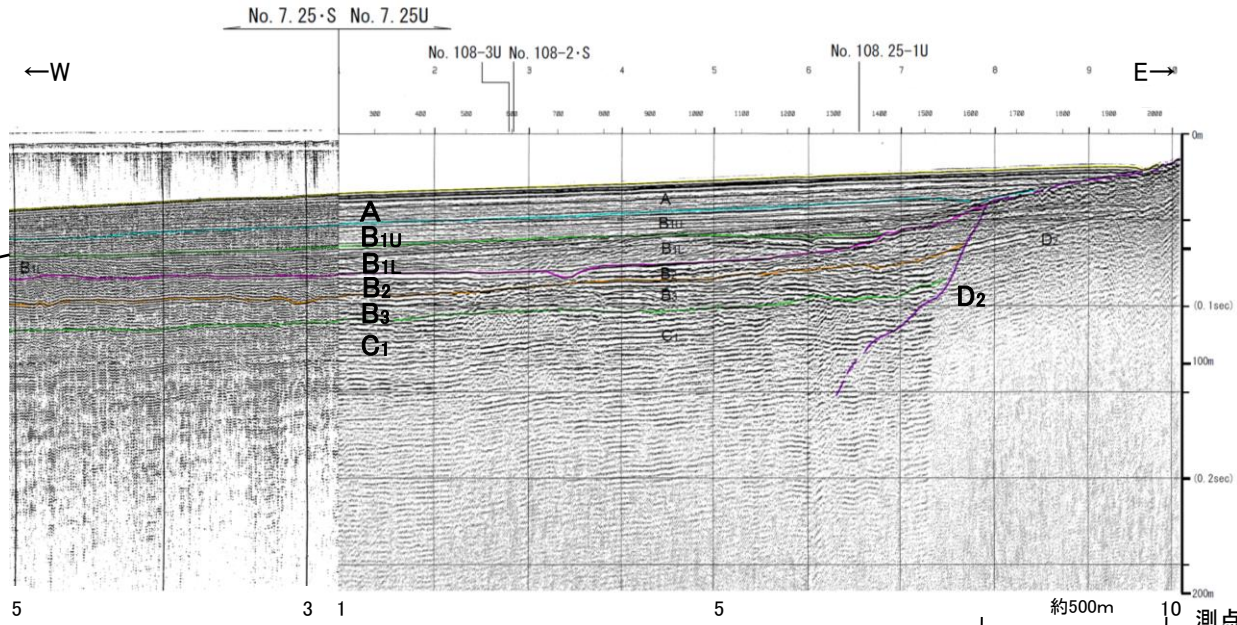


【No.7.25・S測線, No.7.25U測線, No.7.5・S測線, No.7.5U測線】

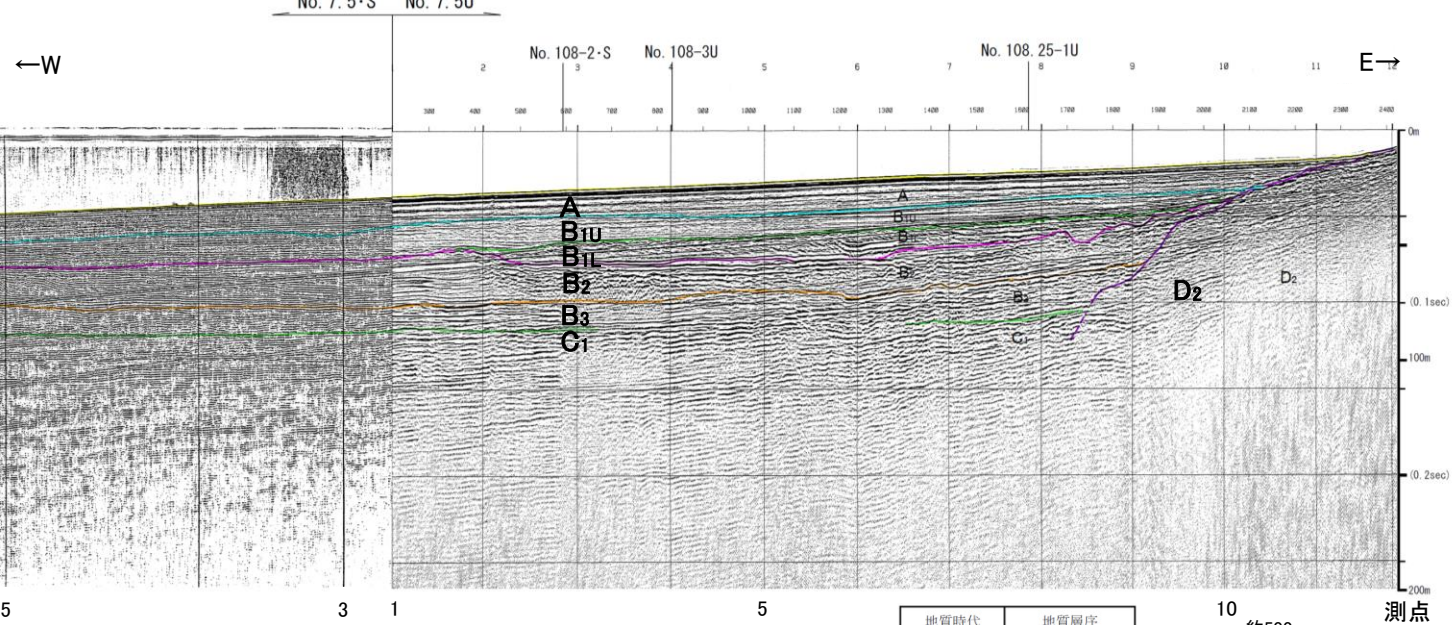
○No.7.25・S測線, No.7.25U測線, No.7.5・S測線, No.7.5U測線において, 基盤島沖断層と富来川南岸断層の間に断層等は認められない。



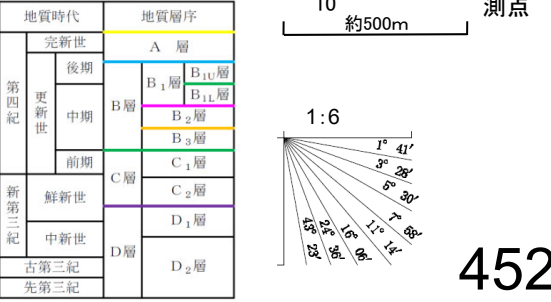
音波探査測線図 傾斜方向



音波探査記録 (No.7.25・S, No.7.25U測線)



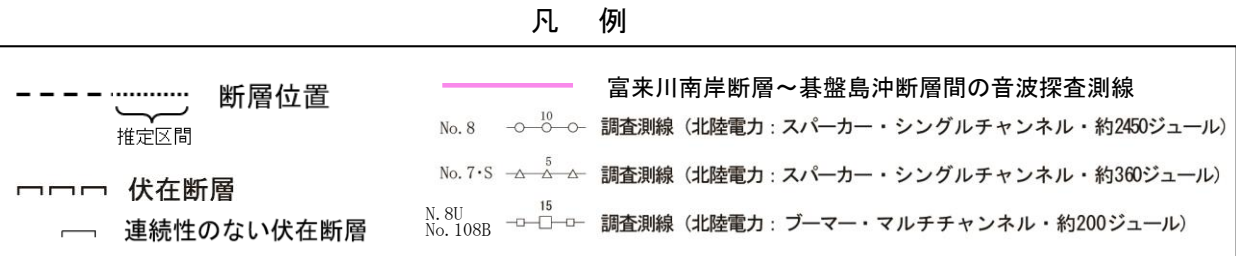
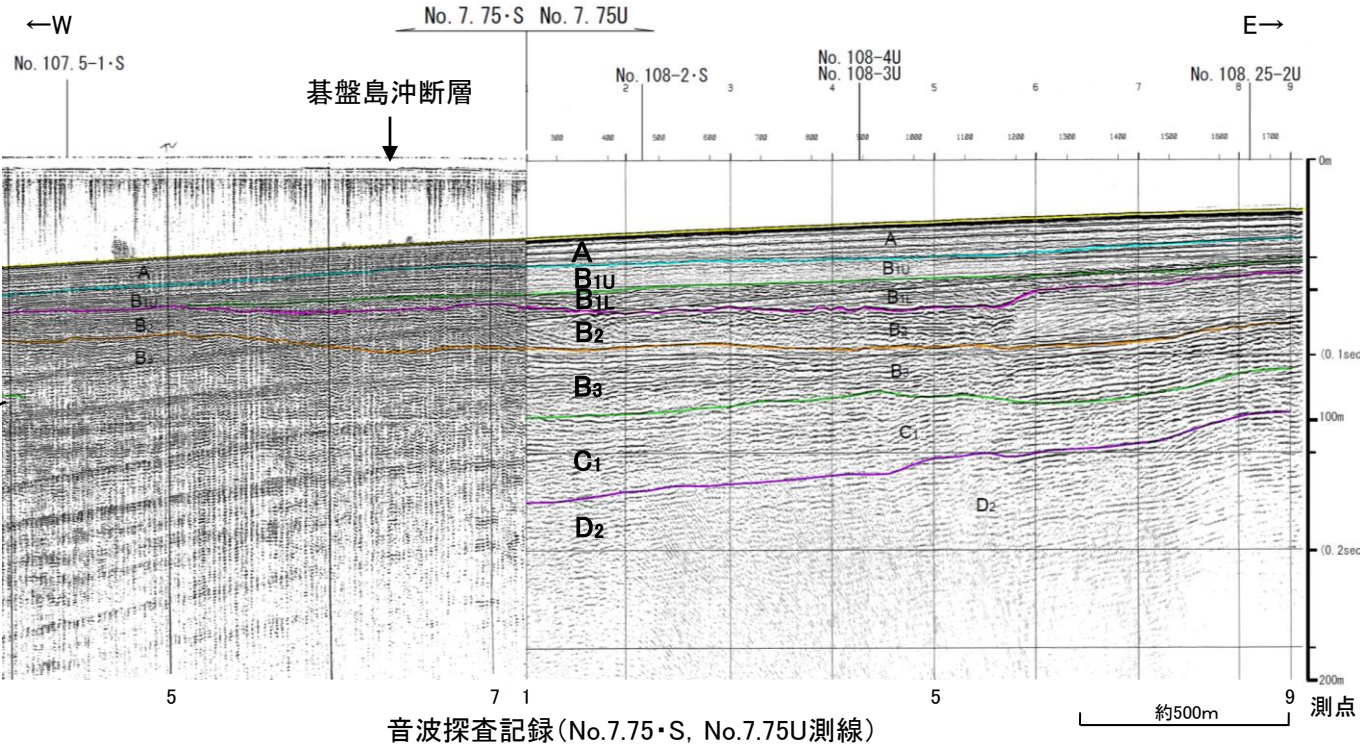
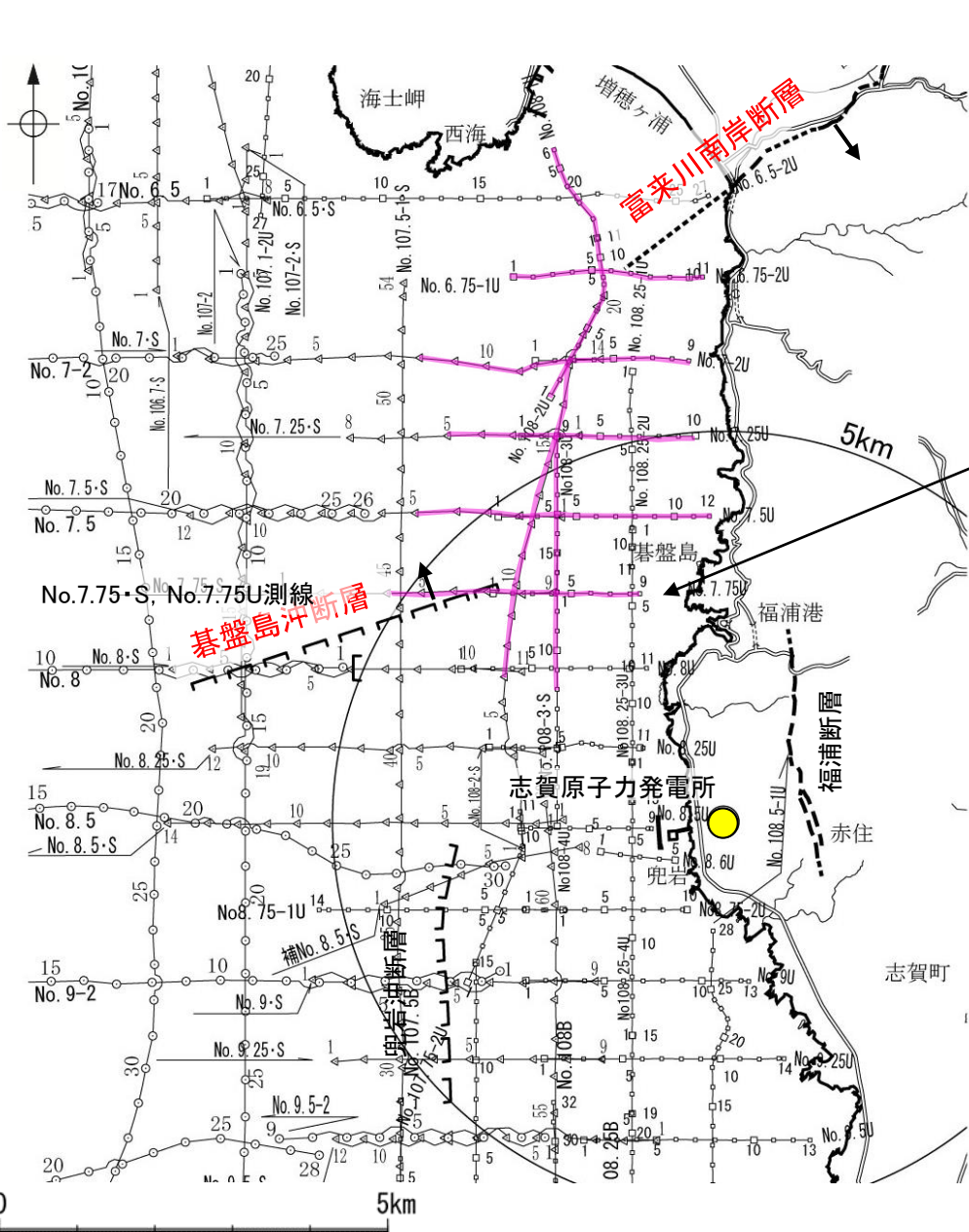
音波探査記録 (No.7.5・S, No. 7.5U測線)





【No.7.75・S測線, No.7.75U測線】

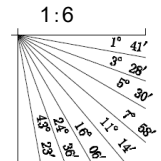
○No.7.75・S測線, No.7.75U測線において, 基盤島沖断層以外に断層等は認められない。



音波探査測線図

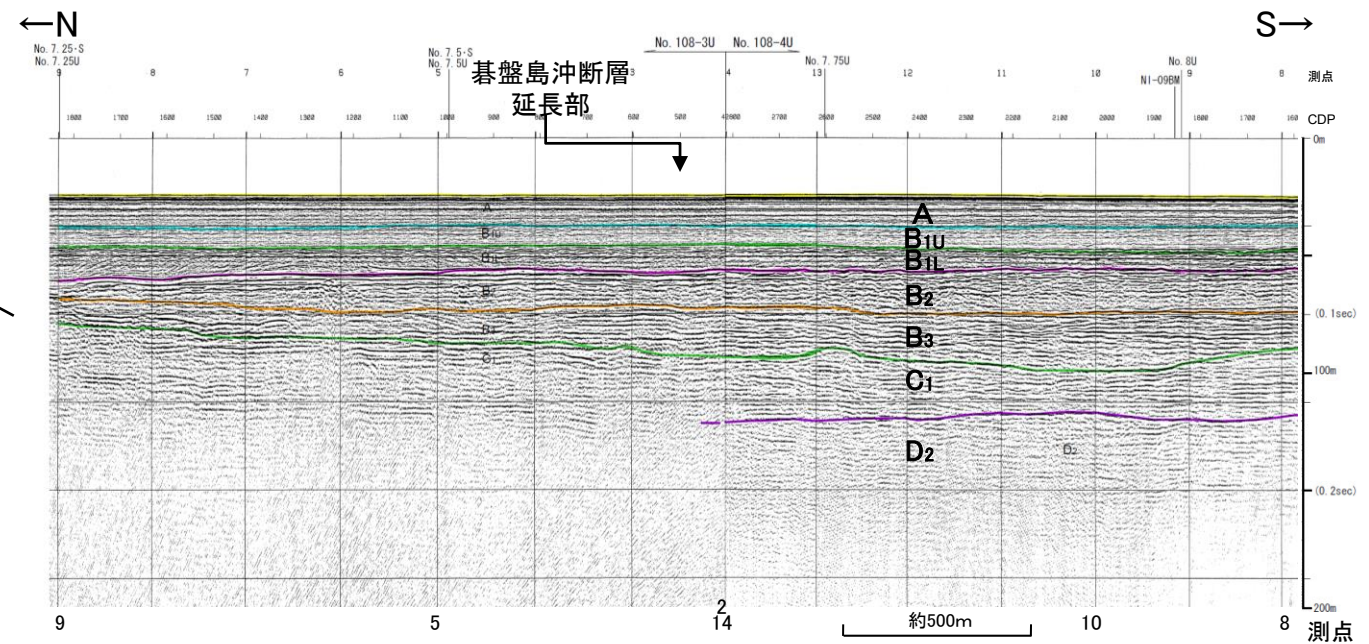
↓ 傾斜方向

| 地質時代 |      | 地質層序             |                   |
|------|------|------------------|-------------------|
| 第四紀  | 完新世  | A 層              |                   |
|      | 後期   | B <sub>1</sub> 層 | B <sub>1U</sub> 層 |
|      | 中期   | B <sub>2</sub> 層 | B <sub>1L</sub> 層 |
|      | 前期   | C <sub>1</sub> 層 | B <sub>3</sub> 層  |
| 新第三紀 | 鮮新世  | C <sub>2</sub> 層 |                   |
|      | 中新世  | D <sub>1</sub> 層 |                   |
|      | 古第三紀 | D <sub>2</sub> 層 |                   |
| 先第三紀 |      |                  |                   |

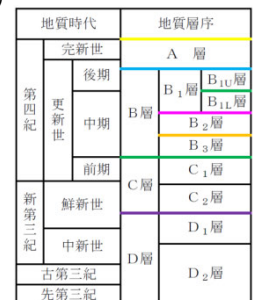




○No.108U測線において、碁盤島沖断層と富来川南岸断層の間に断層等は認められない。



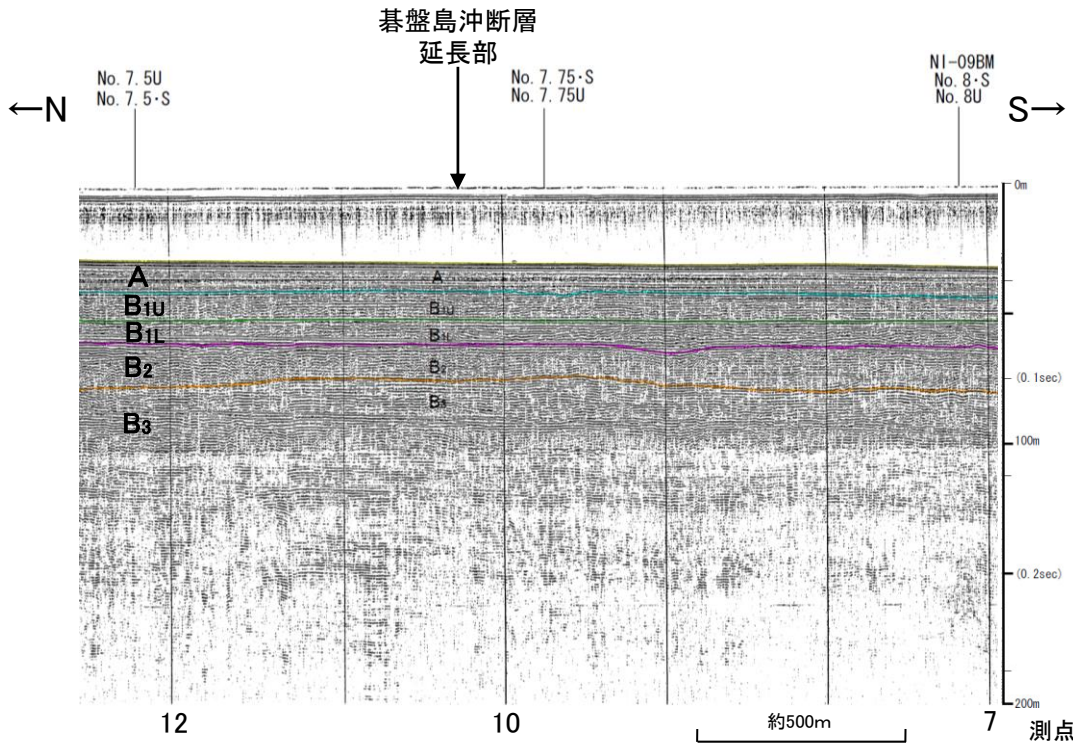
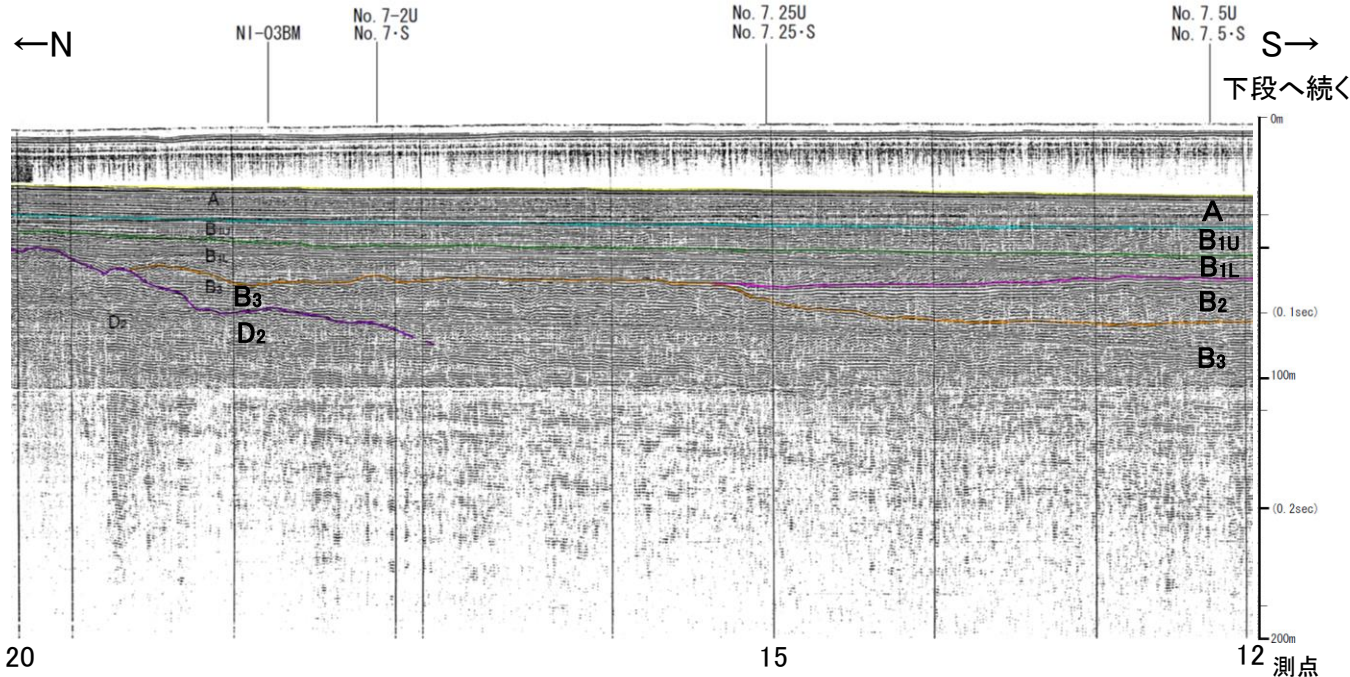
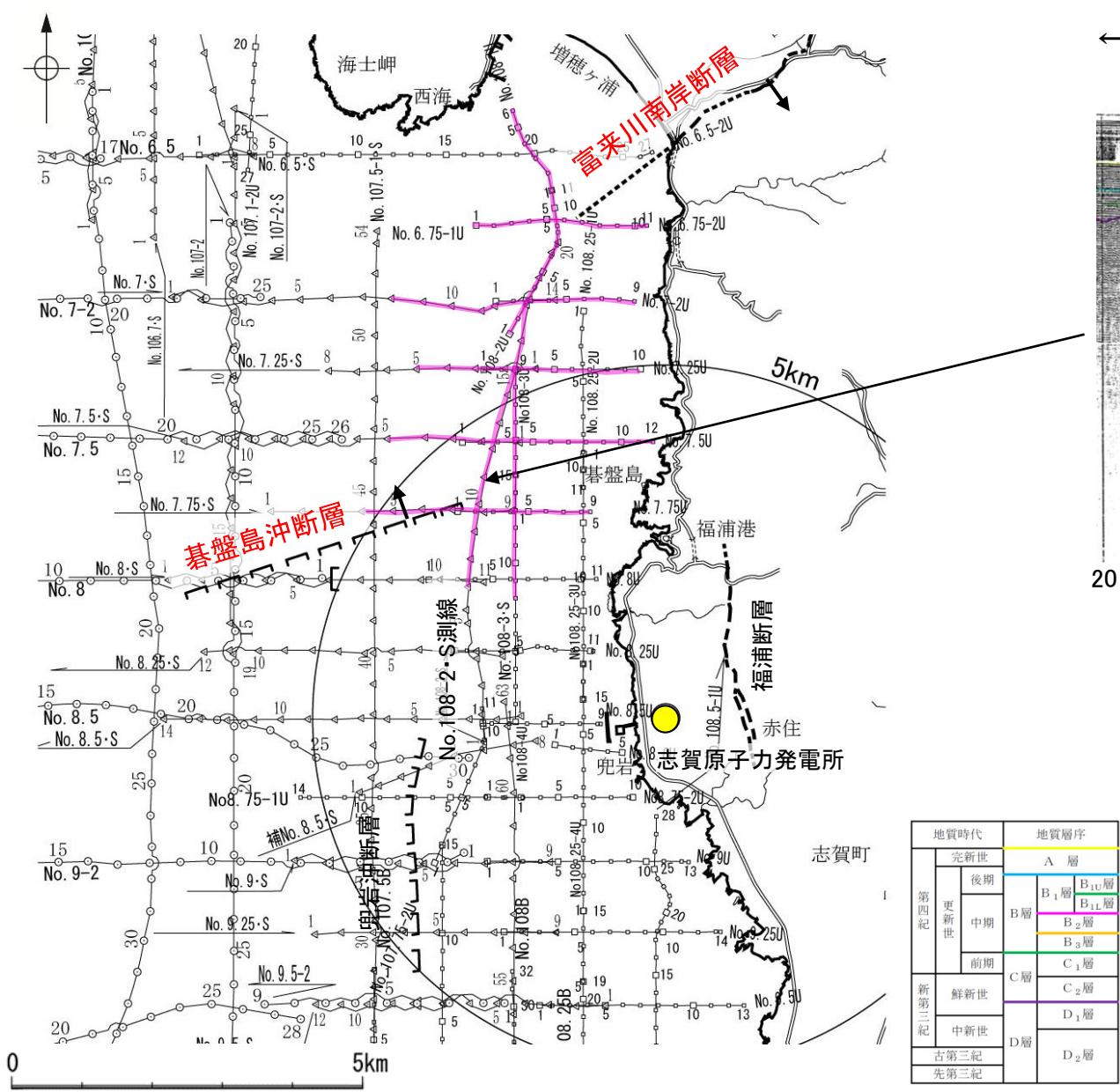
## 凡 例





【No.108-2・S測線】

○No.108-2・S測線において、碁盤島沖断層と富来川南岸断層の間に断層等は認められない。

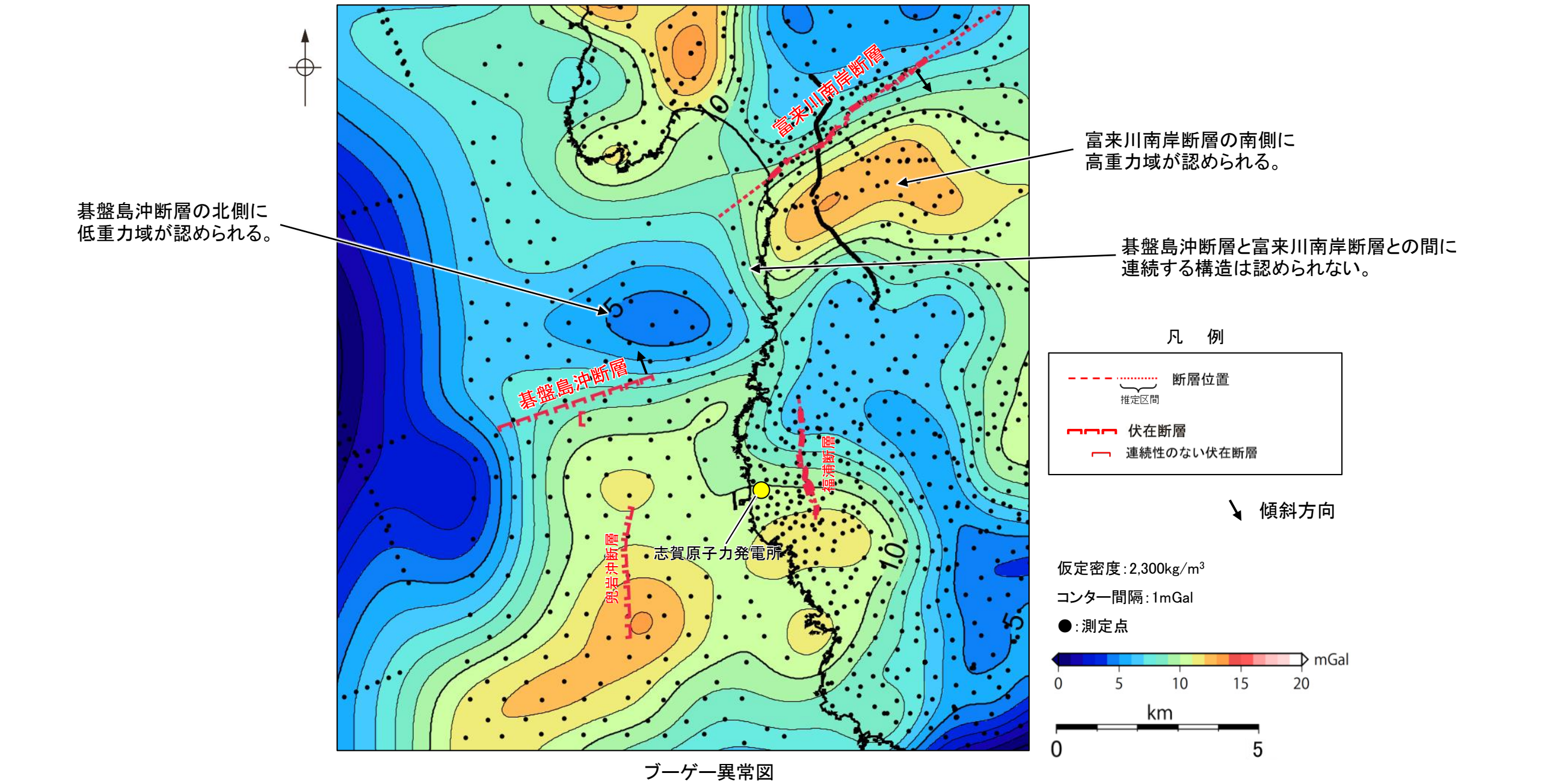


音波探査記録(No.108-2・S測線)



3.2.5(2) 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の同時活動の可能性の検討 ー重力異常分布ー

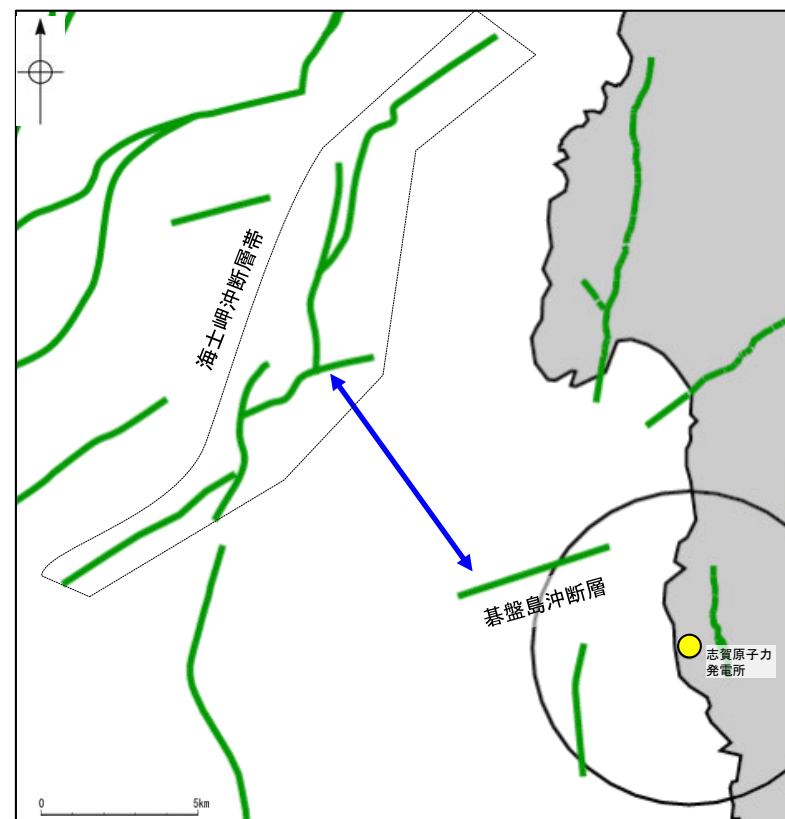
- 碁盤島沖断層と富来川南岸断層の深部構造を比較するため、碁盤島沖断層と富来川南岸断層周辺の重力異常を比較した。
- 碁盤島沖断層に沿って、北側に低重力域が認められるが、富来川南岸断層が分布する北東方へは連続しない。
- 富来川南岸断層に沿って、南側に高重力域が認められるが、碁盤島沖断層が分布する南西方へは連続しない。
- 以上のことから、碁盤島沖断層に沿って低重力域、富来川南岸断層に沿って高重力域が認められるが、碁盤島沖断層と富来川南岸断層との間には連続する構造は認められない。



・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。  
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。  
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。



### 3.2.6 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の 連動の検討結果



凡 例

— 後期更新世以降の活動が否定できないと評価した断層

矢印 ・・・・ 検討対象として選定した断層の組合せ

青色:連動を考慮しない

連動の検討対象位置図



3.2.6(1) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の連動の検討結果

令和6年能登半島地震の知見の反映 地震調査委員会(2024a)の反映

連動の検討

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯について、「当社の連動評価の検討方法」に基づき、同時活動の可能性の検討を行った。検討結果は以下の通り。

＜同時活動の可能性の検討＞

赤下線は地震調査委員会(2024a)の公表に伴い、変更した箇所 赤字:同時活動する可能性を示唆する  
青下線は令和6年能登半島地震の知見の反映に伴い、変更した箇所 青字:同時活動しない可能性を示唆する

| 検討内容        |          |        | 検討結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|----------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地形及び地質構造    | 文献調査     |        | ①国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)及び地震調査委員会(2024a)は、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の同時活動を考慮していない(P.460, 461)。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|             | 地球物理学的調査 | 海上音波探査 | ②碁盤島沖断層はB <sub>1L</sub> 層以上に南東落ちの変位、変形が認められ、北西傾斜(高角)の逆断層であると推定される(P.462)。<br>③海士岬沖断層帯はD層が急に落ち込む位置に西落ちの変形、隆起帯内に西落ちの変位が認められ、南東傾斜の逆断層と推定される。中間部の記録ではB <sub>1</sub> 層以上の変形は認められないものの、南部の記録ではB <sub>1</sub> 層以上に変形が認められる(P.463)。<br>④碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の地表トレースは、並走区間を伴って近接して分布する(P.462)。<br>⑤碁盤島沖断層は北西傾斜(高角)の逆断層、海士岬沖断層帯は南東傾斜(約60°)の逆断層で、断層面の傾斜方向は異なり、地下で近づく関係にある(P.462)。 |
|             |          | 重力異常分布 | ⑥碁盤島沖断層に沿って北側に低重力域が認められるが、海士岬沖断層帯は等重力線にほぼ直交しており、同時活動の可能性については明確に判断できない。                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | 断層の活動履歴  |        | 地震活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 同時活動の可能性の評価 |          |        | <b>【評価結果】</b><br>・検討の結果、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の同時活動を考慮した文献はない(①)ものの、並走区間を伴って近接して分布し(④)、地下で近づく関係にある(⑤)。<br>・以上のことを踏まえ、総合的に評価した結果、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は同時活動する可能性があると評価した。                                                                                                                                                                                                        |

＜同時活動する可能性のある断層の関連性の検討＞

○碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、同時活動する可能性があると評価したことから、同時活動する可能性のある断層の関連性の検討を行った(P.468)。

○断層位置・形状を確認した結果、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、断層トレースが並走し、断層面が地下で近づく関係にあることから、一方の断層のみが震源断層として活動する(主断層－副断層の関係)と判断し、主断層のみを震源断層として考慮する(連動に該当しない)こととする。

断層モデルの設定方法

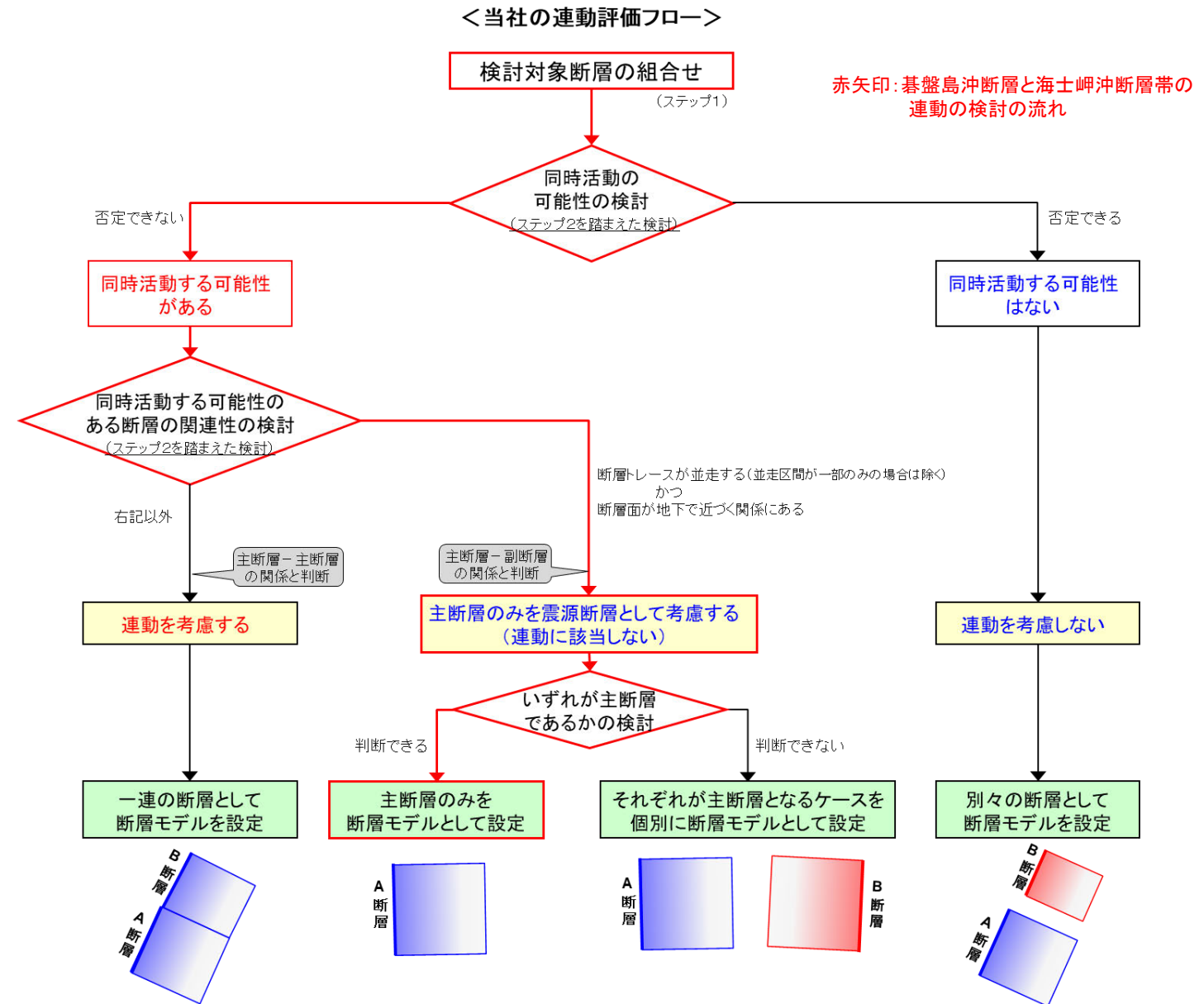
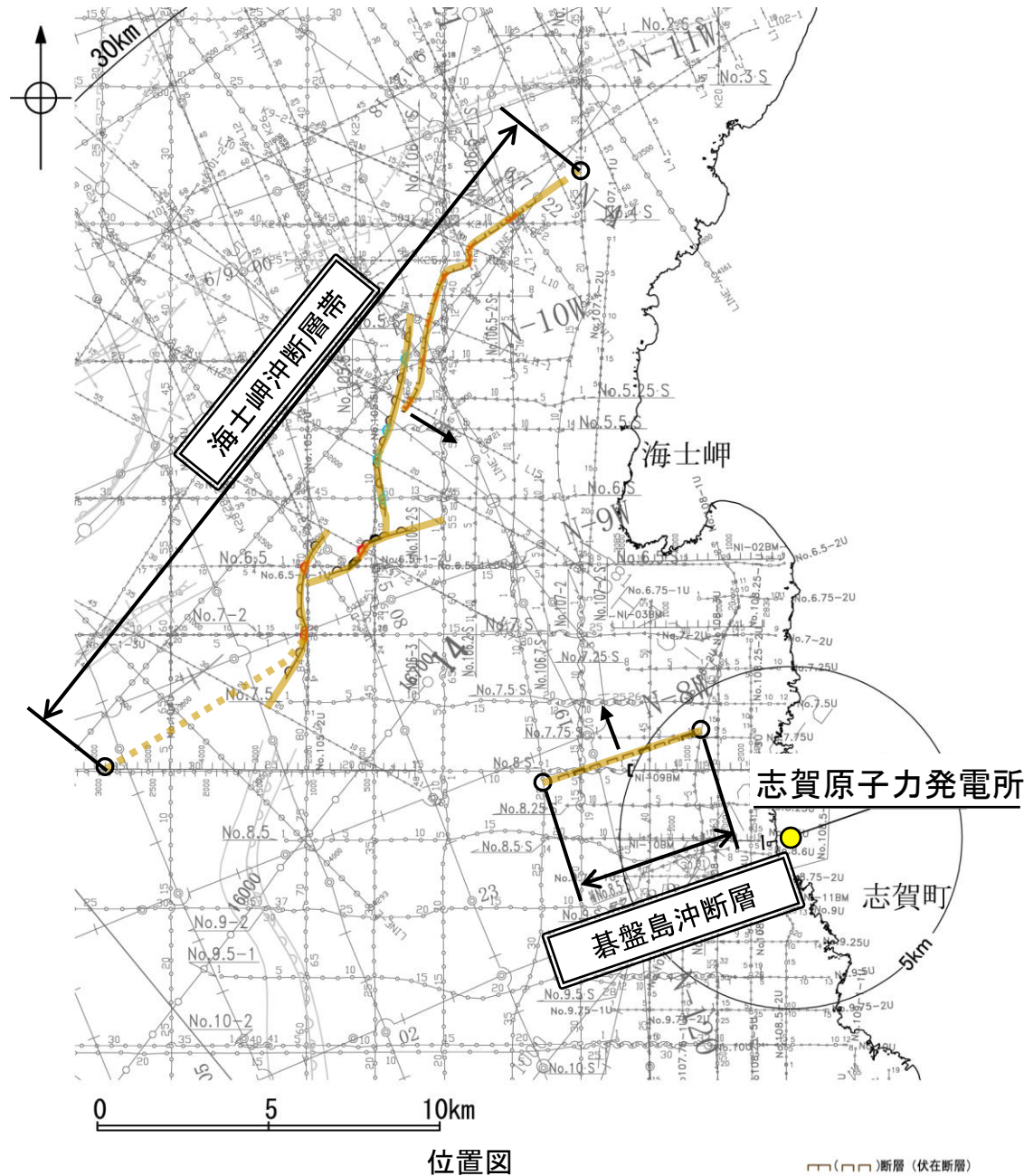
○連動の検討の結果、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、主断層のみを震源断層として考慮することとしたことから、いずれが主断層であるかの検討を行った。検討結果は以下の通り。

＜いずれが主断層であるかの検討＞

| 検討内容               |              |         | 検討結果                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|--------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地 形 及 び<br>地 質 構 造 | 地球物理学<br>的調査 | 海上音波探査  | ①海上音波探査の結果、基盤島沖断層の長さは約4.9kmである(第1193回審査会合 資料3-1 P.418)。<br>②海上音波探査及び文献調査の結果、海士岬沖断層帯の長さは約22.7kmである(P.92)。<br>③海上音波探査の記録から、基盤島沖断層～海士岬沖断層帯間のN-120測線に断層等は認められないことから、切り合い関係は確認できない(P.470)。        |
|                    |              | 断層の活動履歴 | 平均変位速度                                                                                                                                                                                       |
| 評価                 |              |         | <b>〔評価結果〕</b><br>・検討の結果、基盤島沖断層と海士岬沖断層帯の地下での切り合い関係は確認できないものの、基盤島沖断層に比べて、海士岬沖断層帯の方が、断層長さが大きく、平均変位速度も大きいことから、海士岬沖断層帯が主断層、基盤島沖断層が副断層であると判断した。<br>・以上のことから、断層モデルについては海士岬沖断層帯のみを断層モデルとして設定することとする。 |



【碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の連動の検討結果(位置図, 連動評価フロー)】



## 凡 例

**(測線位置における活動性)**

- B<sub>1</sub>層以上に変位、変形が認められる
- B<sub>1</sub>層以上に変位、変形の可能性が否定できない
- B<sub>1</sub>層以上に変位、変形が認められない

**断層端点** (Fault End Point)  
**傾斜方向** (Dip Direction)  
**断層位置** (Fault Location)  
**推定区画** (Estimated Segment)

| No.               | 調査測線                                            | 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)            |
|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| No. 4             | 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)             | 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)             |
| No. 8U<br>No. 11B | 調査測線 (北陸電力：プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)              | 調査測線 (北陸電力：プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)              |
| L1NE-A            | 調査測線 (東京大学地震研究所：エアガン・マルチチャンネル)                  | 調査測線 (東京大学地震研究所：エアガン・マルチチャンネル)                  |
| K22               | 調査測線 (東京大学地震研究所：プーマー・マルチチャンネル)                  | 調査測線 (東京大学地震研究所：プーマー・マルチチャンネル)                  |
| L10               | 調査測線 (産業技術総合研究所：プーマー・マルチチャンネル)                  | 調査測線 (産業技術総合研究所：プーマー・マルチチャンネル)                  |
| N1-02BM           | 調査測線 (原子力安全・保安院：プーマー・マルチチャンネル)                  | 調査測線 (原子力安全・保安院：プーマー・マルチチャンネル)                  |
| N1-06MS           | 調査測線 (原子力安全・保安院：ウォーターガン・マルチチャンネル)               | 調査測線 (原子力安全・保安院：ウォーターガン・マルチチャンネル)               |
| N-120             | 調査測線 (地質調査所：エアガン・シングルチャンネル)                     | 調査測線 (地質調査所：エアガン・シングルチャンネル)                     |
| I4                | 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所：エアガン・マルチチャンネル) | 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所：エアガン・マルチチャンネル) |
| H73-1             | 調査測線 ( ) エアガン・マルチチャンネル                          | 調査測線 ( ) エアガン・マルチチャンネル                          |
| SJ1407            | 調査測線 (海洋研究開発機構：エアガン・マルチチャンネル)                   | 調査測線 (海洋研究開発機構：エアガン・マルチチャンネル)                   |

枠囲みの内容は機密事項に  
属しますので公開できません。

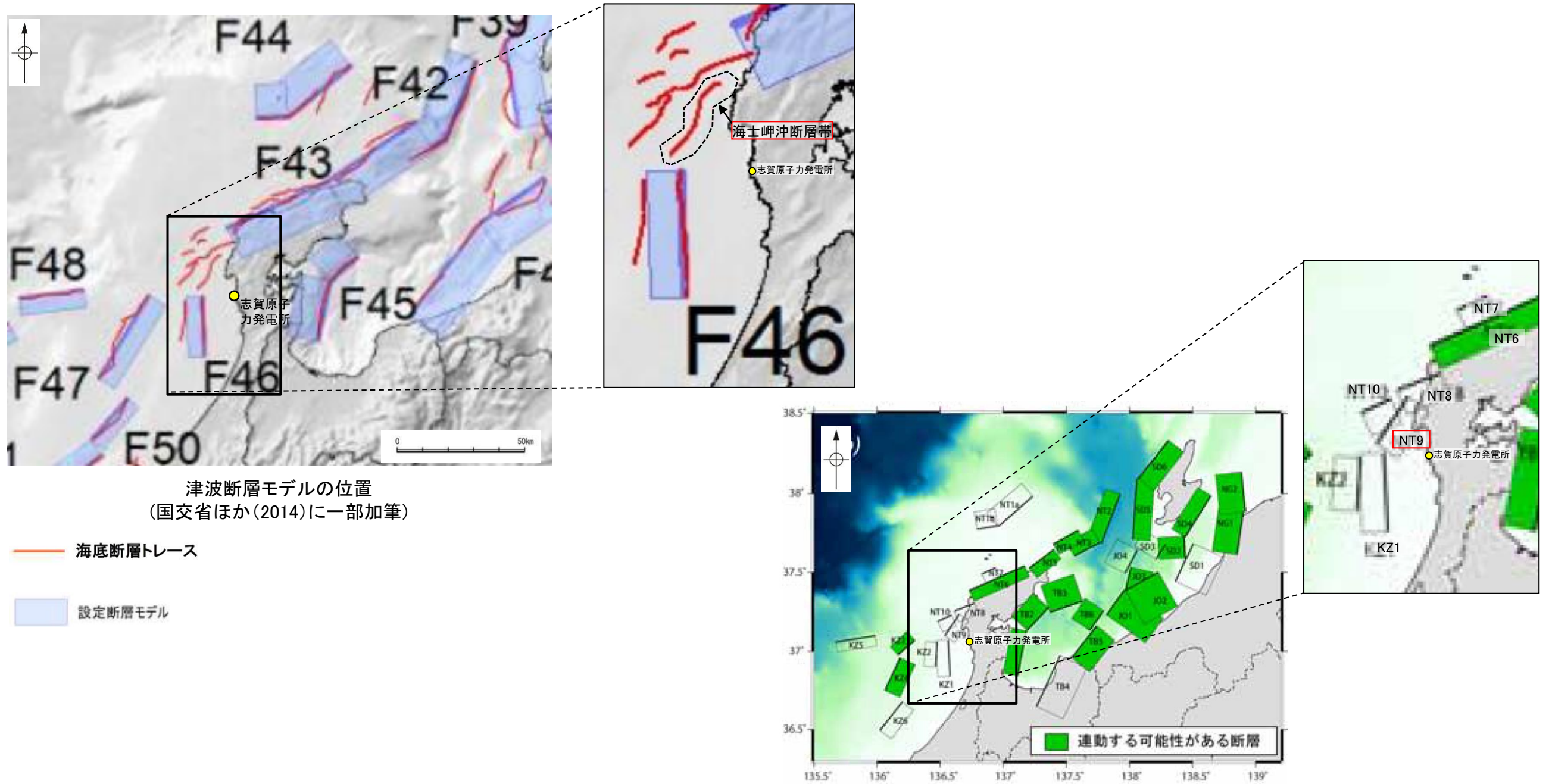


3.2.6(2) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の同時活動の可能性の検討 一文献調査一

○碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の連動に関する文献調査を行った。

【文献調査結果(国交省ほか(2014), 文科省ほか(2016))】

- 国交省ほか(2014)は、海士岬沖断層帯に対応する海底断層トレースを示しているが、碁盤島沖断層に対応する海底断層トレースを示していない(左上図)。
- 文科省ほか(2016)は、海士岬沖断層帯に対応するNT9を示しているが、碁盤島沖断層に対応する海底断層トレースを示していない(右下図)。

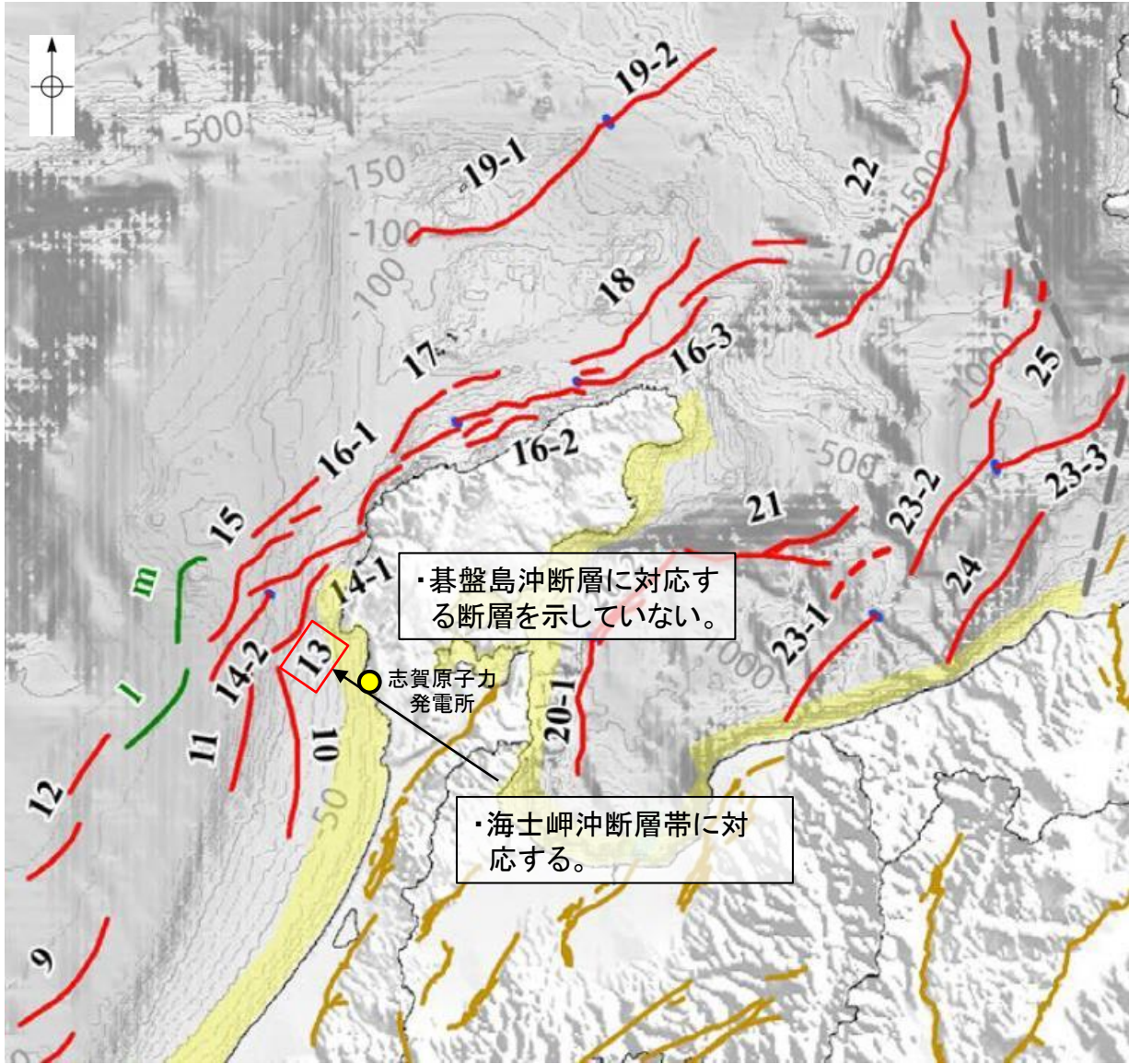


連動する可能性が考えられる21断層(緑色)  
文科省ほか(2016)を編集, 一部加筆



【文献調査結果(地震調査委員会(2024a))】

○地震調査委員会(2024a)は、海士岬沖断層帯に対応する海士岬沖東断層を示しているが、碁盤島沖断層が位置する海域は調査用データ不足範囲であり、断層を示していない(下図)。



| 評価対象活断層                        |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1: 沖ノ碯 北方断層                    | 16-1: 能登半島北岸断層帯 (猿山冲区間) |
| 2: 経ヶ岬 冲断層                     | 16-2: 能登半島北岸断層帯 (輪島冲区間) |
| 3: 小浜 冲断層                      | 16-3: 能登半島北岸断層帯 (珠洲冲区間) |
| 4: 浦島碯 北方北断層                   | 17: 輪島はるか冲断層            |
| 5: 若狭 海丘列北縁断層                  | 18: 能登半島北方冲断層           |
| 6: 越前岬西方冲北断層                   | 19-1: 舩倉島 近海断層帯 (南西区間)  |
| 7: 浦島碯 北東断層                    | 19-2: 舩倉島 近海断層帯 (北東区間)  |
| 8-1: ゲンタツ瀬・大グリ南東縁断層帯 (ゲンタツ瀬区間) | 20-1: 七尾湾東方断層帯 (大泊鼻冲区間) |
| 8-2: ゲンタツ瀬・大グリ南東縁断層帯 (大グリ区間)   | 20-2: 七尾湾東方断層帯 (城ヶ崎冲区間) |
| 9: 加佐ノ岬 冲断層                    | 21: 飯田 海脚南縁断層           |
| 10: 羽咋 冲東断層                    | 22: 富山トラフ西縁断層           |
| 11: 羽咋 冲西断層                    | 23-1: 上越冲断層帯 (親不知冲区間)   |
| 12: 内灘 冲断層                     | 23-2: 上越冲断層帯 (鳥ヶ首冲区間)   |
| 13: 海士岬 冲東断層                   | 23-3: 上越冲断層帯 (上越海盆南縁区間) |
| 14-1: 門前断層帯 (門前冲区間)            | 24: 名立 冲断層              |
| 14-2: 門前断層帯 (海士岬冲区間)           | 25: 上越海丘東縁断層            |
| 15: 沖ノ瀬東方断層                    |                         |

地震調査委員会(2024a)を編集, 一部加筆

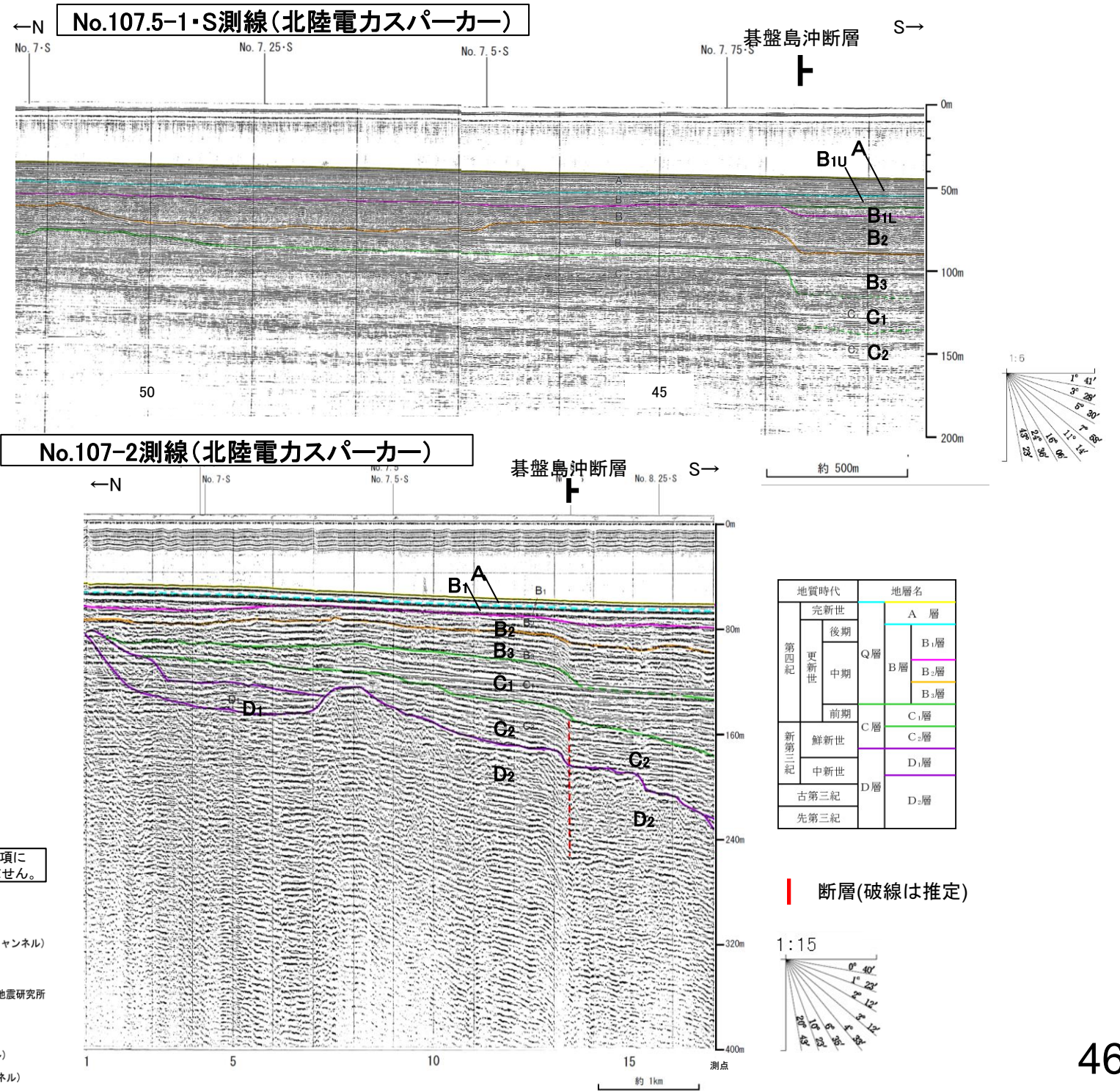
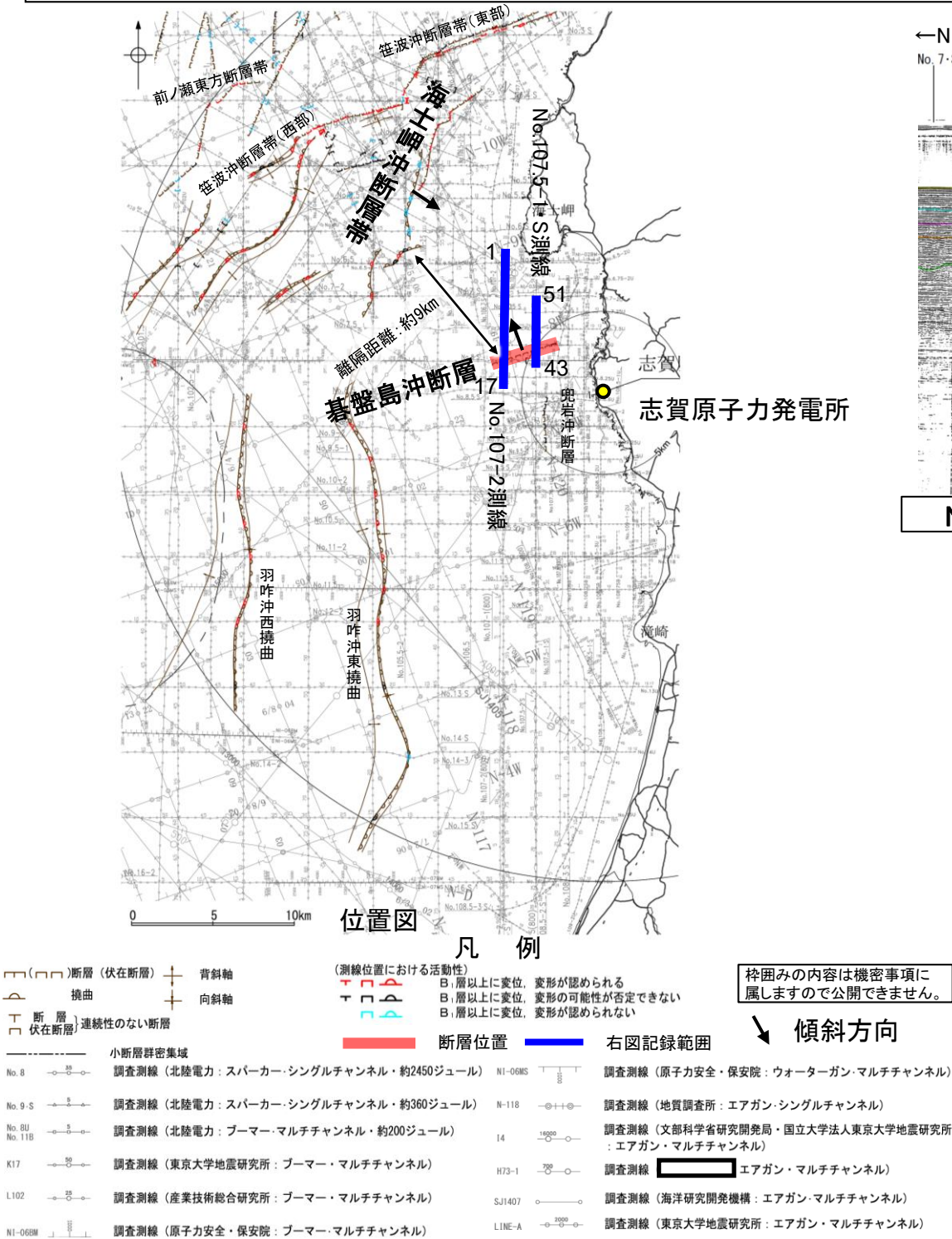


3.2.6(2) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の同時活動の可能性の検討 ―海上音波探査―

- 音波探査記録の確認の結果から、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の特徴をもとに、地質構造について検討を行った。
- 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の地表トレースは、並走区間を伴って近接して分布する(離隔距離:約9km)。
- 碁盤島沖断層は北西傾斜(高角)の逆断層(下図)、海士岬沖断層帯は南東傾斜(約60°)の逆断層(次頁)で、断層面の傾斜方向は異なり、地下で近づく関係にある。

【碁盤島沖断層の海上音波探査】

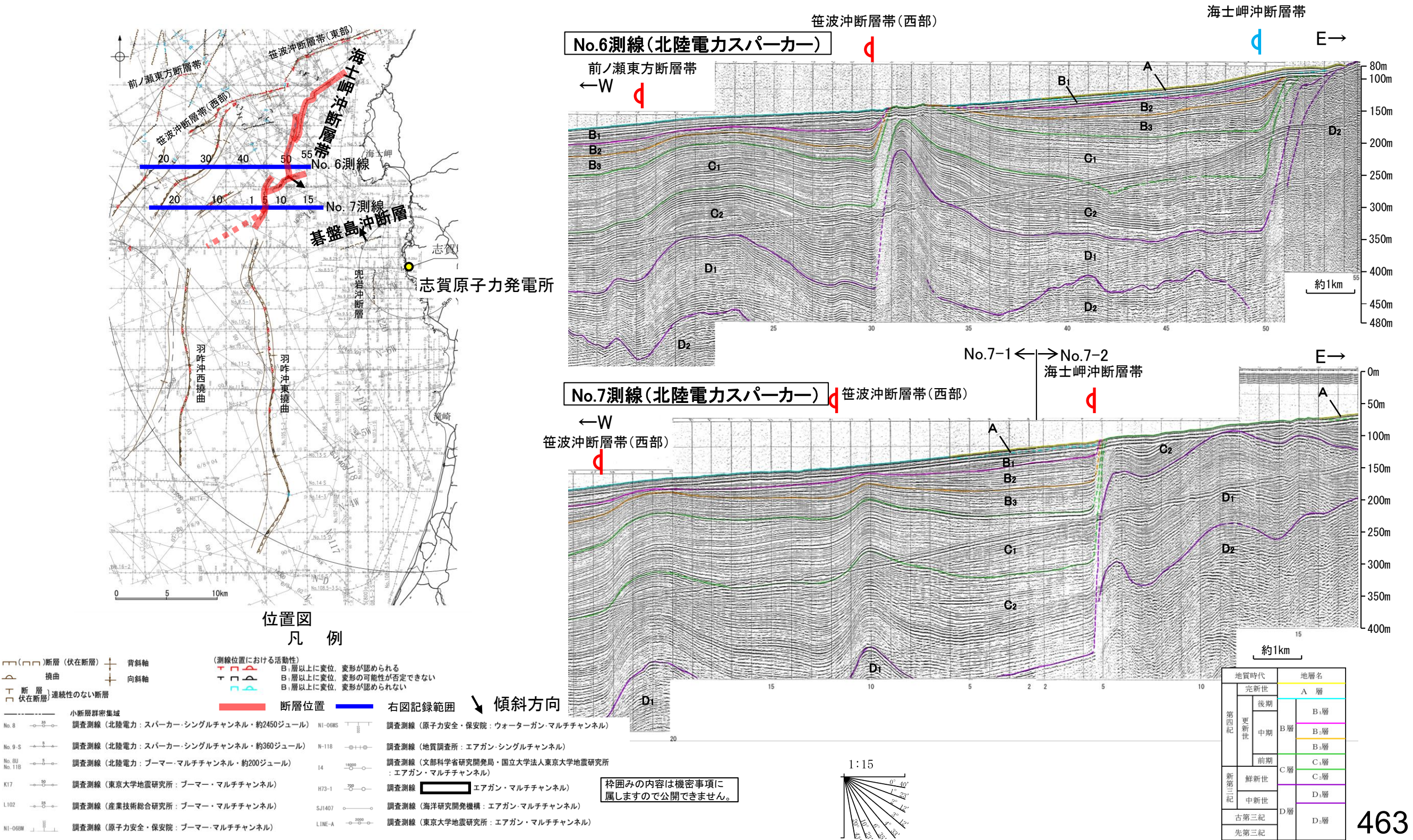
○碁盤島沖断層は海上音波探査の結果、南落ちの変形が認められ、B<sub>1L</sub>層に変位、変形の可能性が否定できない。現在の応力場と能登半島周辺に分布する断層の形成メカニズム(P.48～51)を踏まえるとNE-SW方向、北西傾斜(高角)の逆断層であると推定される。





【海士岬沖断層帯の海上音波探査】

○海士岬沖断層帯の浅部の音波探査記録(スパーカー)からは、D層が急に落ち込む位置に西落ちの変形が認められ、中間部の記録(No.6測線)ではB<sub>1</sub>層以上の変形は認められないものの、南部の記録(No.7測線)ではB<sub>1</sub>層以上に変形が認められる。本撓曲は相対的隆起側(東側)に背斜構造が認められること及び現在の応力場と能登半島周辺に分布する断層の形成メカニズム(P.48～51)を踏まえると南東傾斜(60°)の逆断層が推定される。

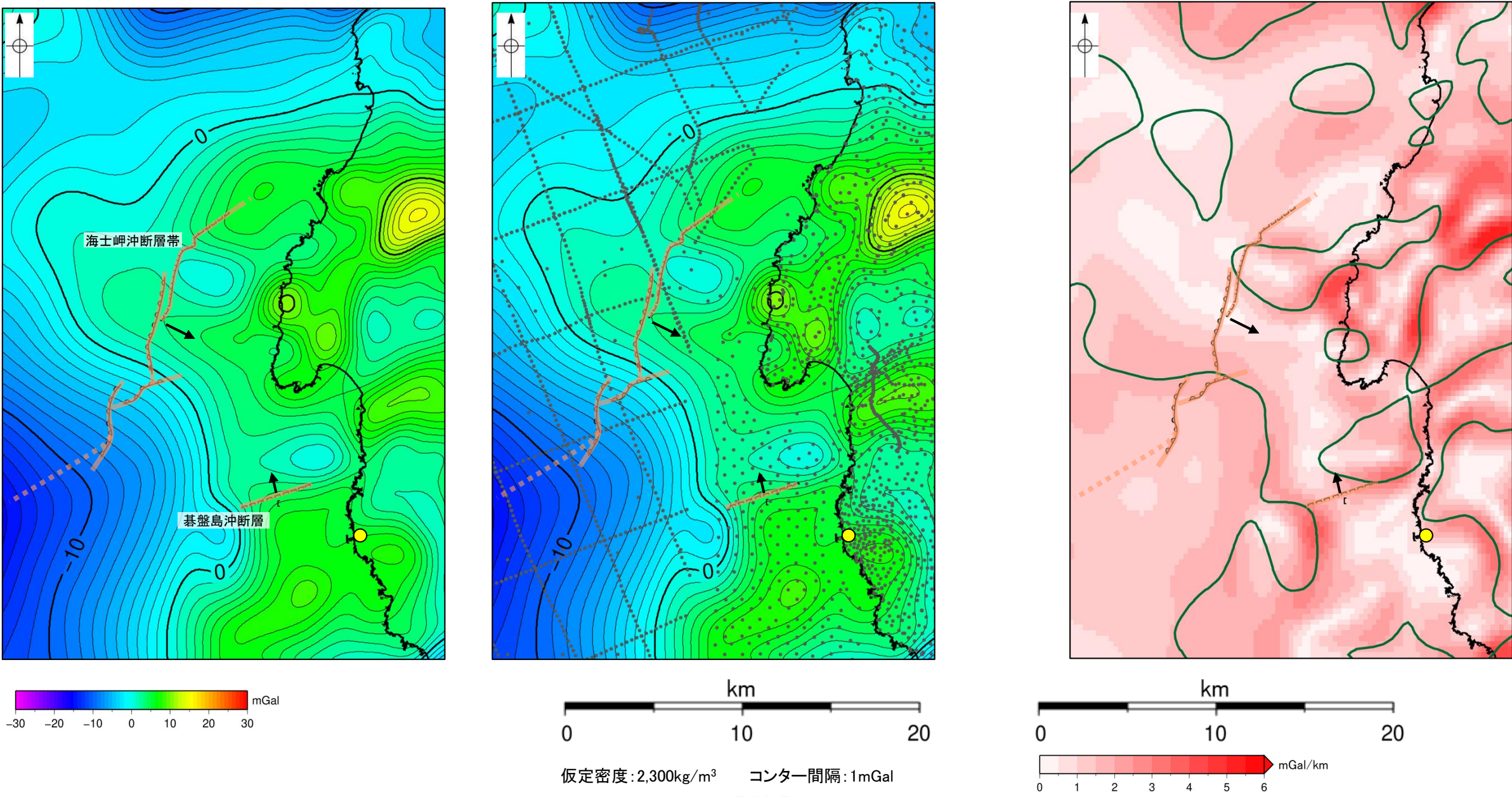




3.2.6(2) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の同時活動の可能性の検討 ー重力異常分布ー

○碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の深部構造を比較するため、断層周辺の重力異常分布を比較した。  
○碁盤島沖断層に沿って北側に低重力域が認められるが、海士岬沖断層帯は等重力線にほぼ直交しており、同時活動の可能性については明確に判断できない。

● 志賀原子力発電所



・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、澤田ほか(2021)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。

ブーゲー異常図(左図:測定点なし, 右図:測定点あり)

・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長4kmのローパスフィルター処理を行っている。

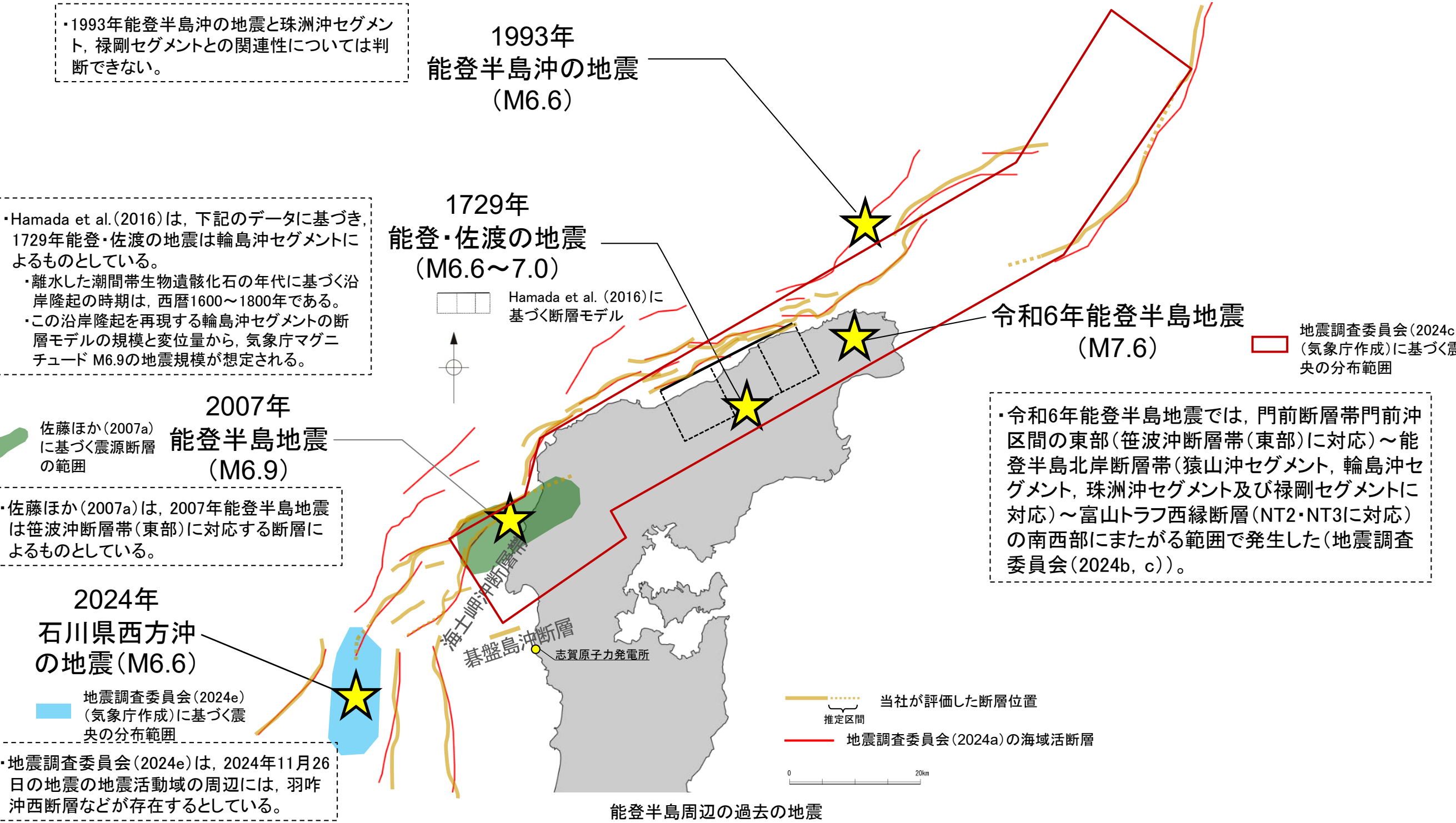
水平一次微分図

・水平一次微分図は、左のフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。



3.2.6(2) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の連動の検討 ー地震活動ー

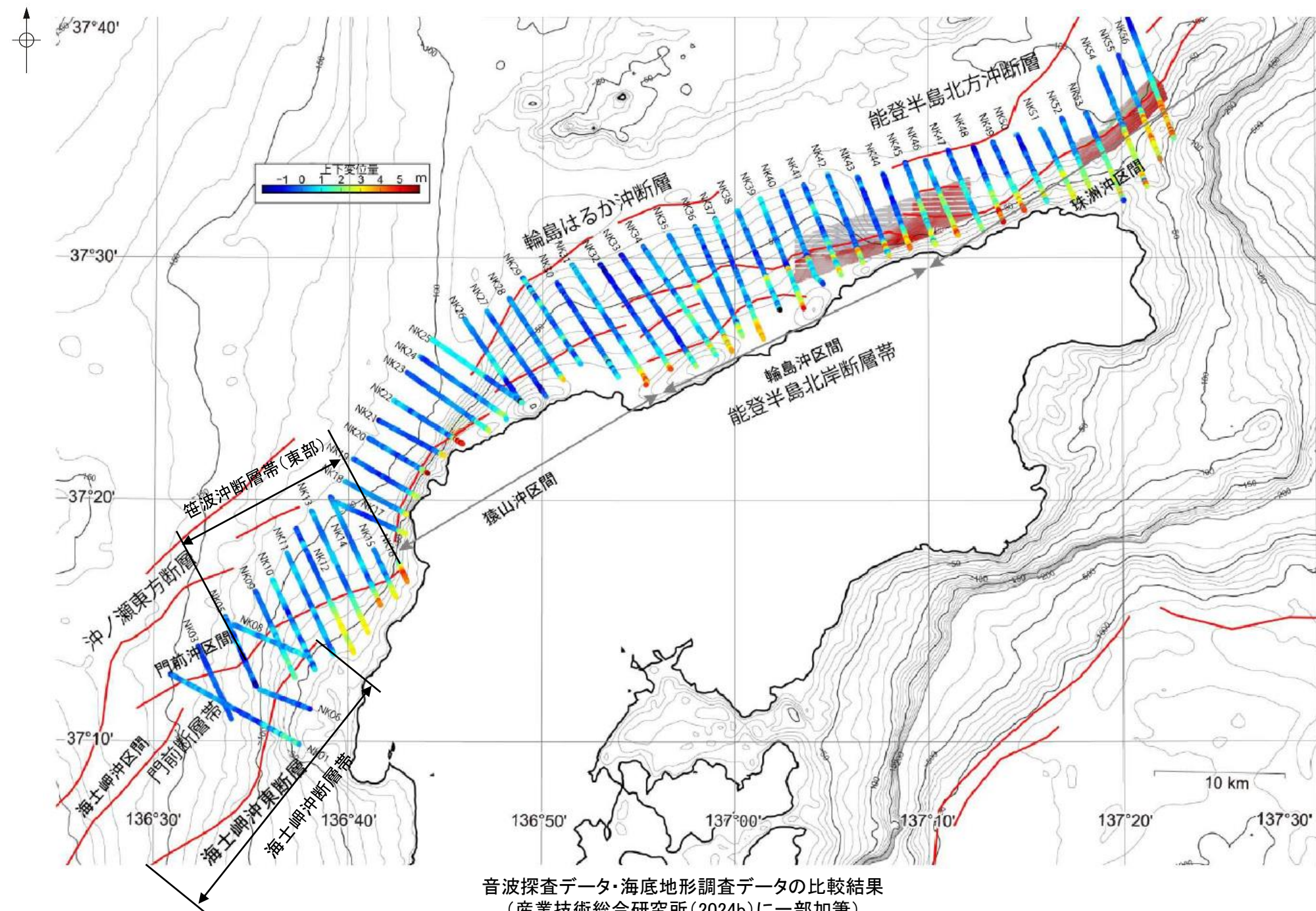
○能登半島北部周辺で過去に発生した地震活動について、文献調査の結果、海士岬沖断層帯は、令和6年能登半島地震で部分的に活動した可能性があるが、2007年能登半島地震、2024年石川県西方沖の地震での活動は認められない。一方、碁盤島沖断層の最新活動時期は不明である(下図、次頁、次々頁)。





## 【令和6年能登半島地震(海上音波探査)】

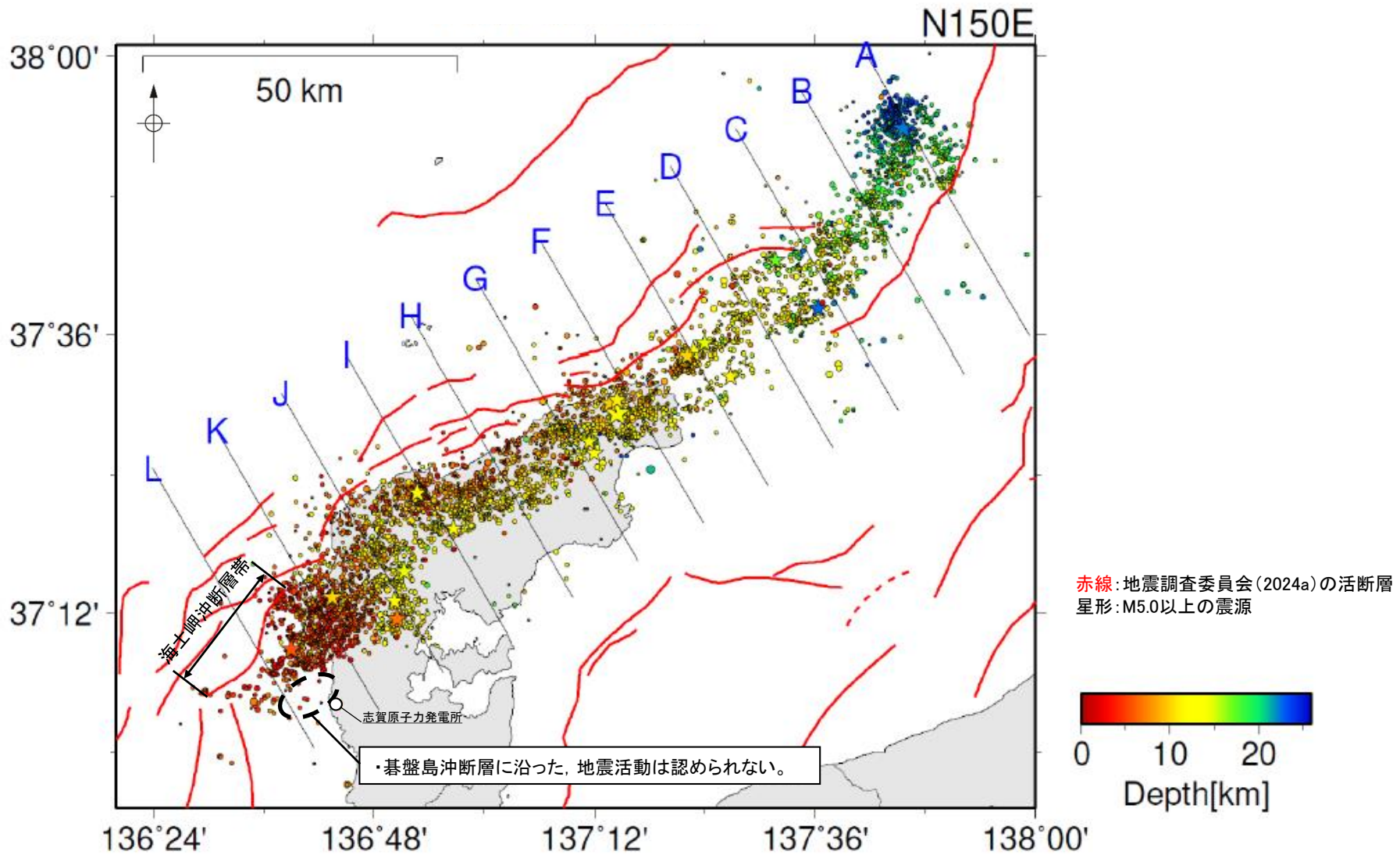
- 産業技術総合研究所(2024a, b)は、令和6年能登半島地震後に取得した高分解能音波探査・海底地形調査データと2007年から2008年にかけて取得した同等のデータを比較し、海士岬沖東断層(海士岬沖断層帯に対応)での隆起を確認している。
- 地震調査委員会(2024d)は、これらの隆起が令和6年能登半島地震に伴う変動を示している可能性が高いとしている。
- 一方、基盤島沖断層は、令和6年能登半島地震での活動について報告はなく、最新活動時期は不明である。





【令和6年能登半島地震(地震活動)】

- 令和6年能登半島地震の地震活動が海士岬沖断層帯、碁盤島沖断層に拡大しているか確認を行った。
- 地震調査委員会(2024c)は、気象庁が作成した2024年1月1日～1月10日までの波形相関DD法により再決定した震源データを掲載している(下図)。
- これによれば、令和6年能登半島地震の地震活動は、海士岬沖断層帯に沿って地震活動は認められるが、碁盤島沖断層に沿った地震活動は認められない。



震央分布図  
(波形相関DD法により再決定した震源データ: 2024年1月1日～1月10日、深さ0～40km、 $M \geq 2.0$ )  
(地震調査委員会(2024c)(気象庁作成)に一部加筆)



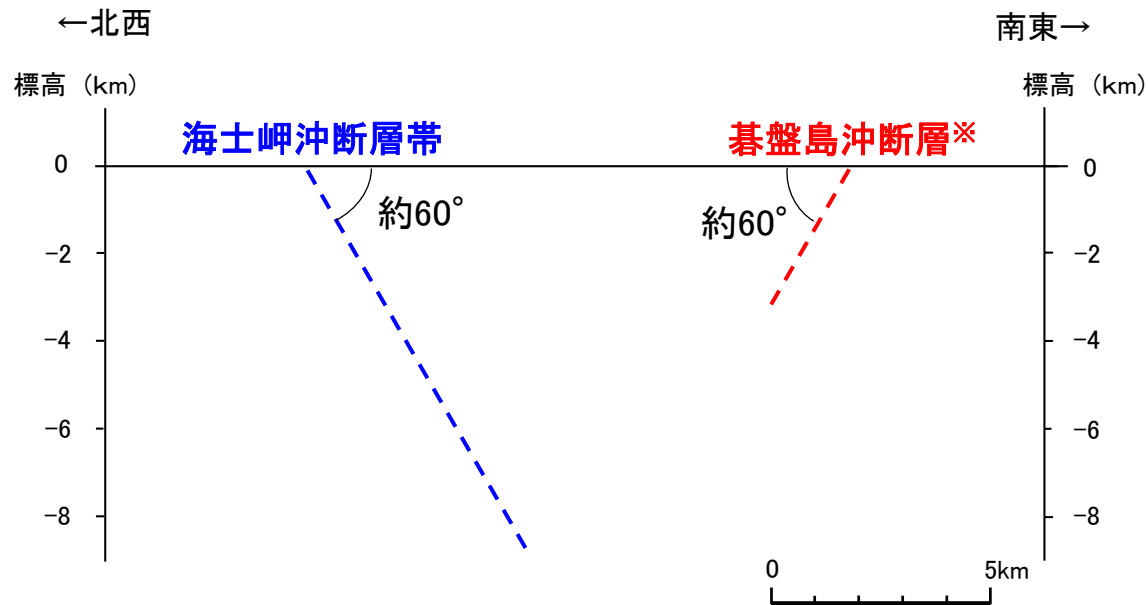
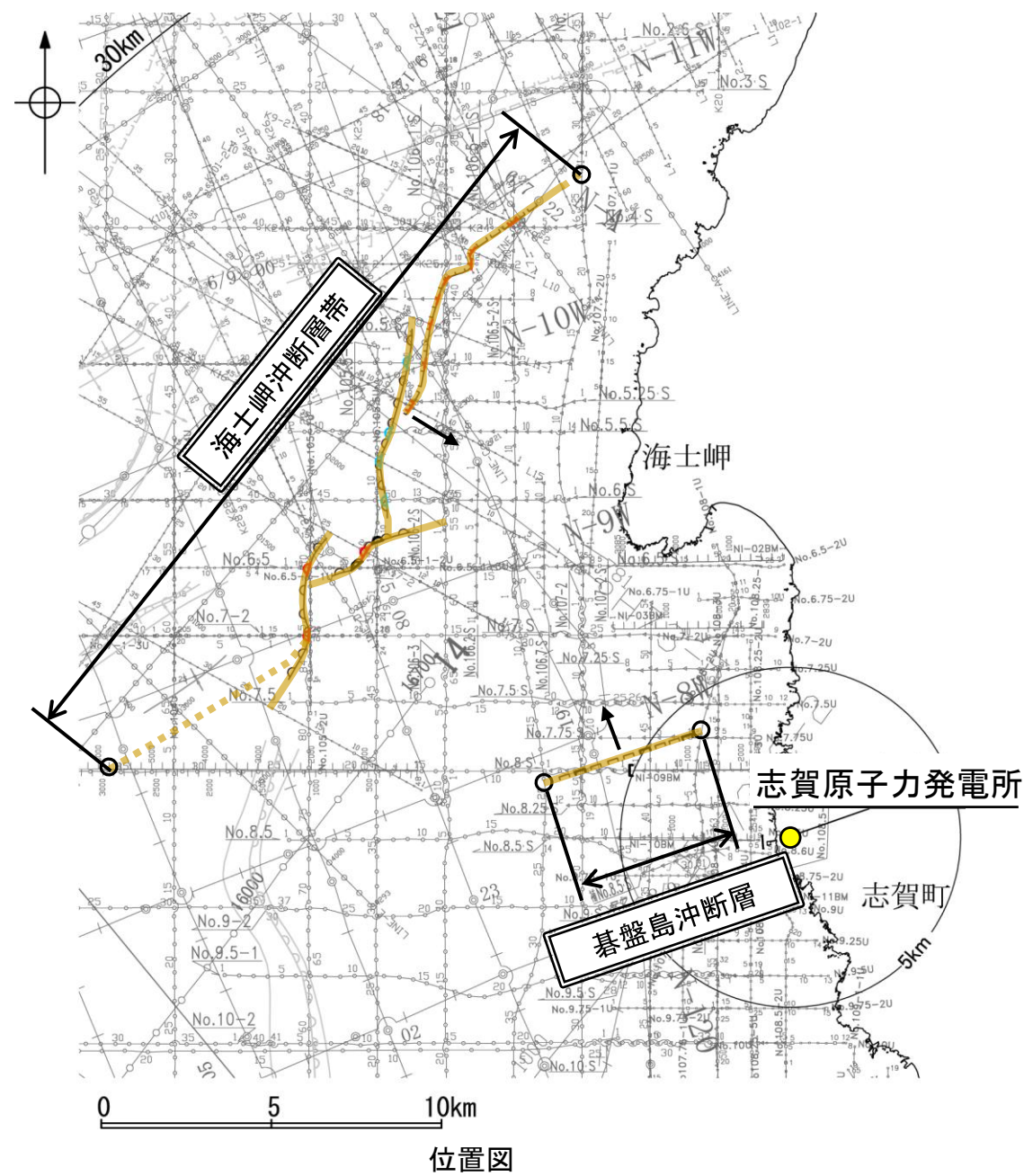
3.2.6(3) 同時活動する可能性のある断層の関連性の検討

○碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、同時活動する可能性があると評価したことから、同時活動する可能性のある断層の関連性の検討を行った。

○地表での断層位置・形状を確認した結果、両断層は断層トレースが並走する関係にある。

○両断層の地下深部形状を確認した結果、碁盤島沖断層は北西傾斜(高角)、海士岬沖断層帯は南東傾斜(60°)であり、地下で近づく関係にある。

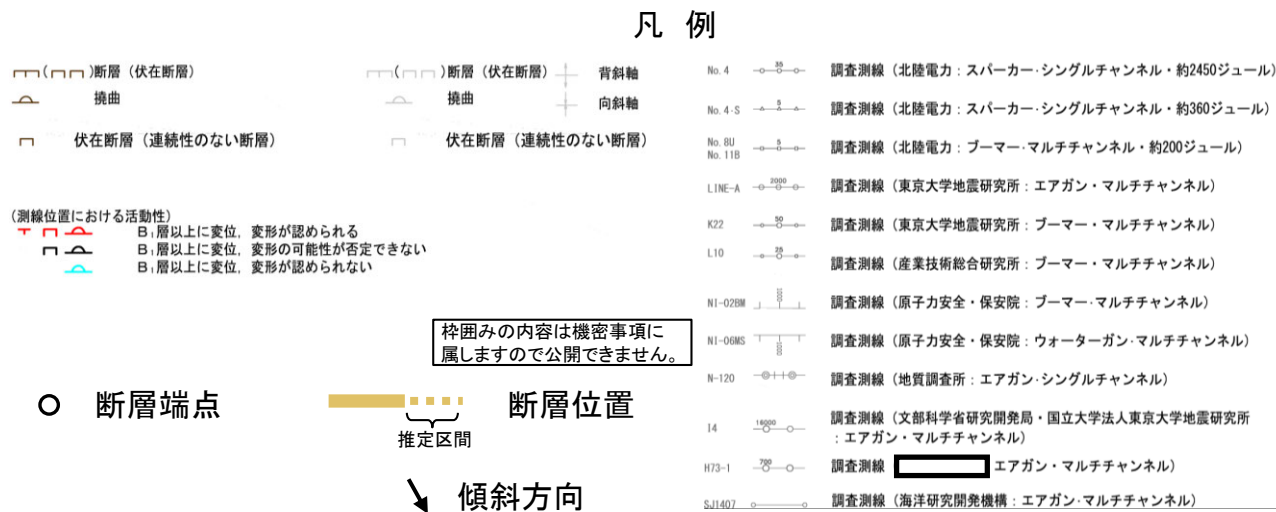
○断層位置・形状を確認した結果、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、断層トレースが並走し、断層面が地下で近づく関係にあることから、一方の断層のみが震源断層として活動する(主断層－副断層の関係)と判断し、**主断層のみを震源断層として考慮する(連動に該当しない)**こととする。



両断層の地下深部形状

※:碁盤島沖断層の傾斜角は高角と評価しているため、60°と仮定して図示。

・碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は、地下で近づく関係にある。

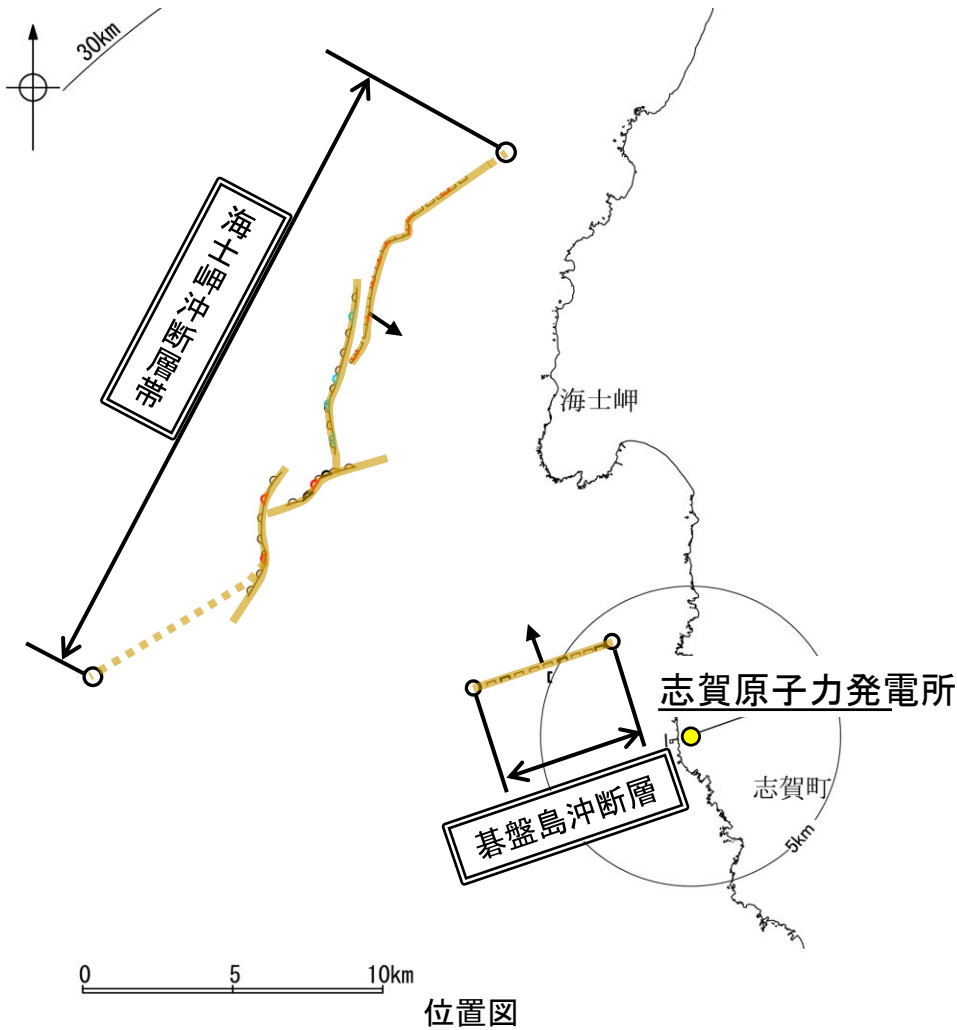




3.2.6(4) 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯のいずれが主断層であるかの検討 ー断層モデルの設定方法ー

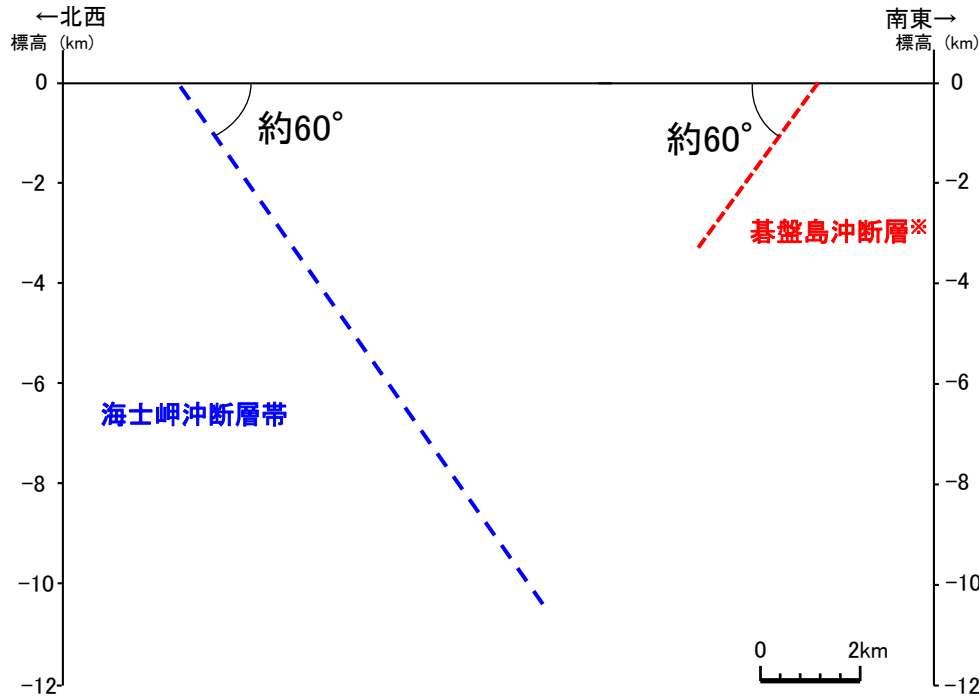
- 連動の検討の結果，碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯は，主断層のみを震源断層として考慮することとしたことから，いずれが主断層であるかの検討を行った。
- 碁盤島沖断層の長さは約4.9km，海士岬沖断層帯の長さは約22.7kmであり，断層長さは海士岬沖断層帯の方が大きい(第1193回審査会合 資料3-1 P.418, P.92)。
- 碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の地下深部における切り合い関係は確認できない(P.470)。
- 海上音波探査の結果に基づく平均変位速度を比較した結果，海士岬沖断層帯の方が大きい(P.471, 472)。
- 以上のことから，断層長さ及び平均変位速度が碁盤島沖断層より大きい海士岬沖断層帯が主断層と判断される。

○検討の結果，碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の地下での切り合い関係は確認できないものの，碁盤島沖断層に比べて，海士岬沖断層帯の方が，断層長さが大きく，平均変位速度も大きいことから，海士岬沖断層帯が主断層，碁盤島沖断層が副断層であると判断した。



凡 例

- 断層 (伏在断層)
- 断層 (連続性のない断層)
- 断層位置 (推定区間)
- 断層端点
- 傾斜方向
- 断層位置 (推定区間)
- 断層端点
- 傾斜方向



両断層の地下深部形状

※: 碁盤島沖断層の傾斜角は高角と評価しているため，60° と仮定して図示。

・海士岬沖断層帯が主断層と判断される。

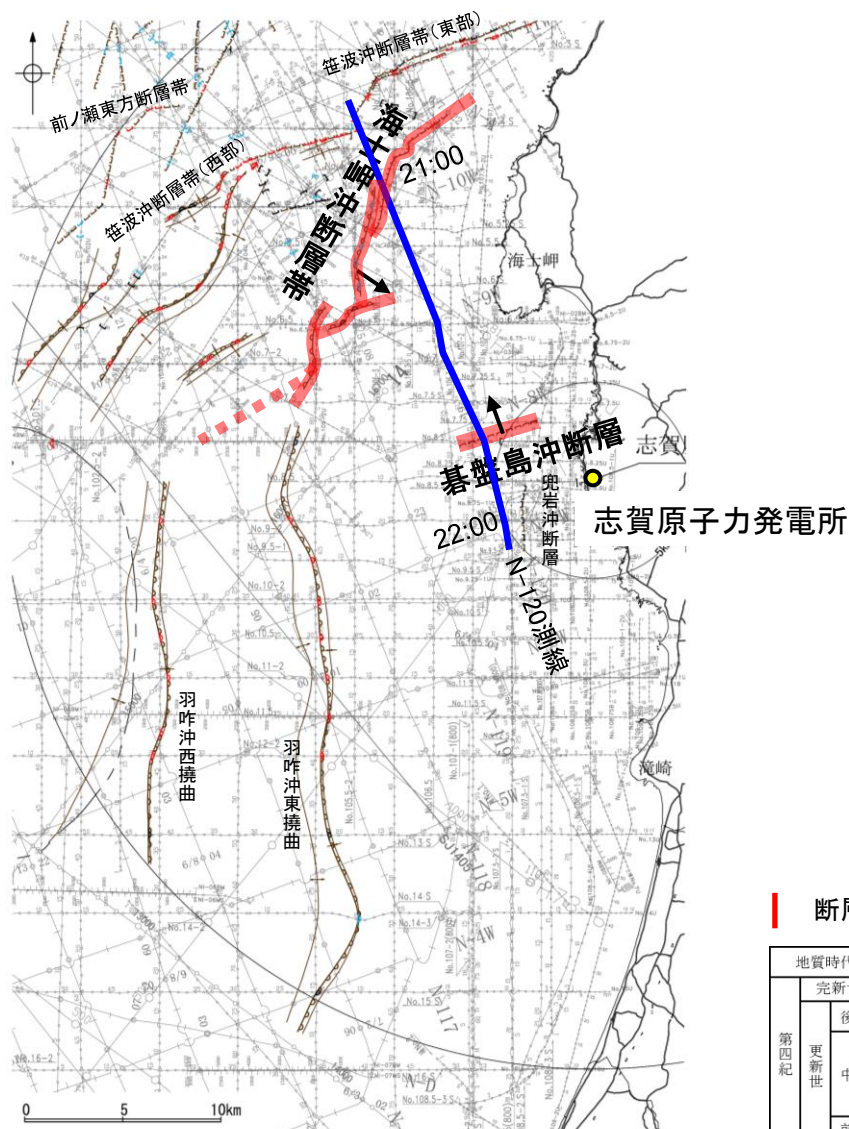


【碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯間の海上音波探査(N-120測線)】

○碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯間の切り合い関係を検討するため、碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯間の海上音波探査記録を確認した。

○海上音波探査記録を確認した結果、碁盤島沖断層～海士岬沖断層帯間の測線(N-120測線)から碁盤島沖断層と海士岬沖断層帯の切り合い関係は確認できない。

N-120測線(地質調査所エアガン)

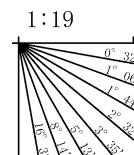


## 位置図

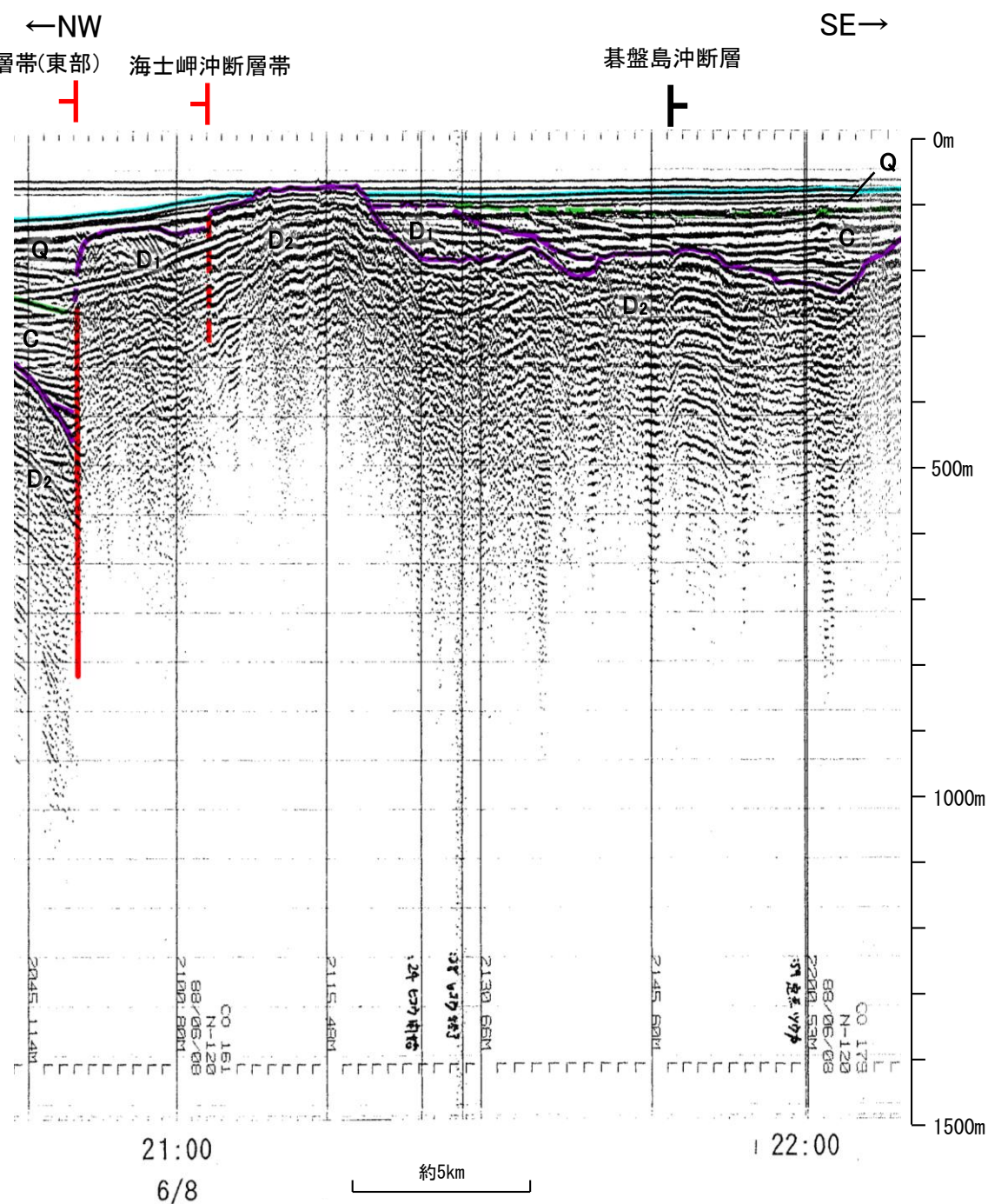
## 凡 例

断層(破線は推定)

| 地質時代 |      | 地層名 |                  |                  |
|------|------|-----|------------------|------------------|
| 第四紀  | 完新世  | Q層  | A層               |                  |
|      | 後期   |     | B <sub>1</sub> 層 |                  |
|      | 更新世  |     | 中期               | B <sub>2</sub> 層 |
|      |      |     | 前期               | B <sub>3</sub> 層 |
|      | 鮮新世  | C層  | C <sub>1</sub> 層 |                  |
| 新第三紀 | 中新世  | D層  | D <sub>1</sub> 層 |                  |
|      | 古第三紀 |     | D <sub>2</sub> 層 |                  |
|      | 先第三紀 |     |                  |                  |



傾斜方向



・この図面は、地質調査所(現 産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである



志賀原子力発電所

碁盤島沖断層

北陸電力スパーカー  
(No.107.5・S)

0 5 10km

471



海士岬

地震研ブーマー (K17)

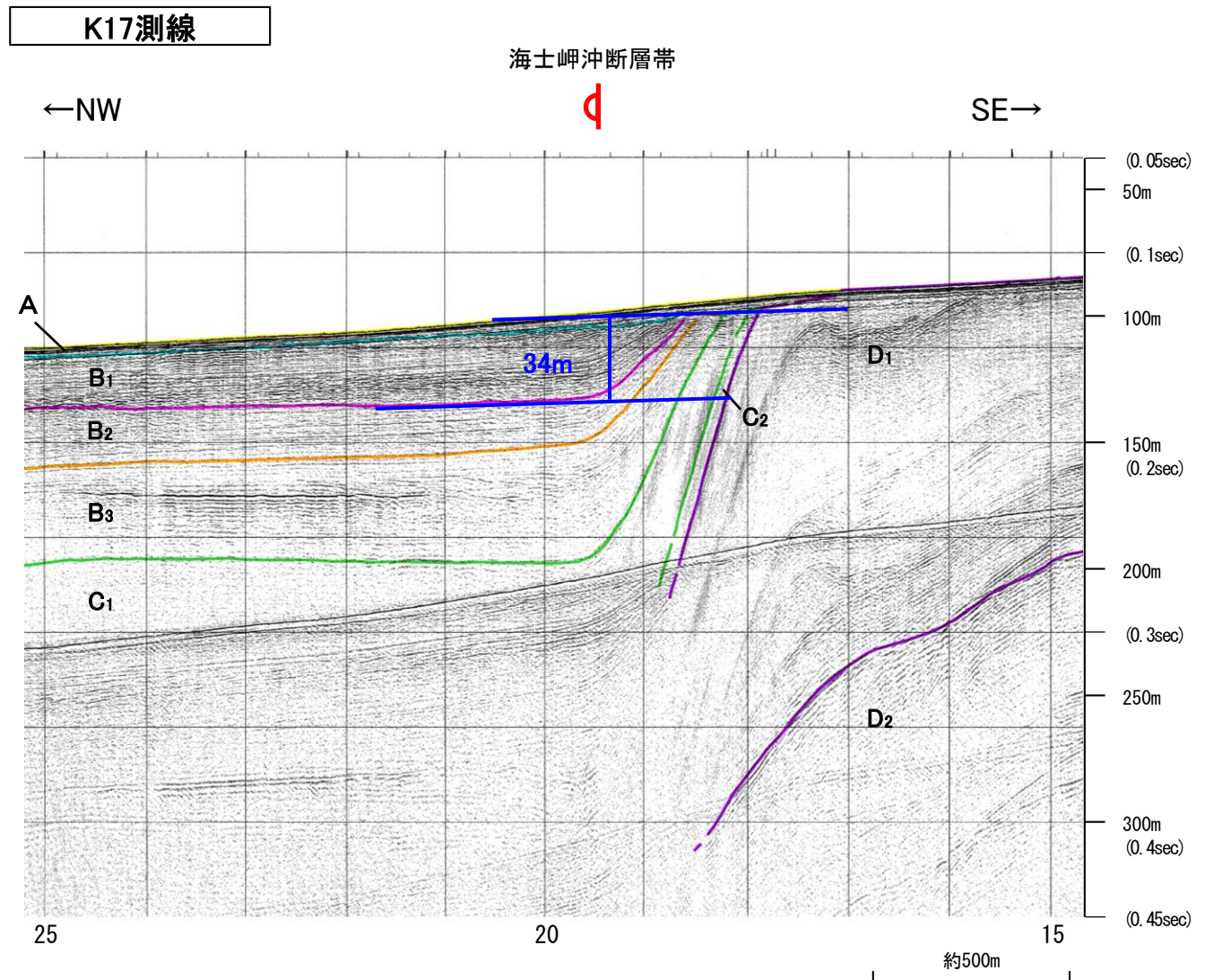
志賀原子力発電所

碁盤島沖断層

志賀町

0 5 10km

枠囲みの内容は機密事項に  
属しますので公開できません。



| 地質時代 |      |     | 地層名              |                  |
|------|------|-----|------------------|------------------|
| 第四紀  | 完新世  | A 層 |                  |                  |
|      |      | 更新世 | 後期               | B 層              |
|      | 中期   |     | B <sub>2</sub> 層 |                  |
|      | 前期   |     | B <sub>3</sub> 層 |                  |
|      |      |     | C <sub>1</sub> 層 |                  |
|      | 新第三紀 | 鮮新世 | C 層              | C <sub>2</sub> 層 |
| 中新世  |      | D 層 | D <sub>1</sub> 層 |                  |
|      |      |     | D <sub>2</sub> 層 |                  |
| 古第三紀 |      |     |                  |                  |
| 先第三紀 |      |     |                  |                  |

変位量測定位置

1:6

1° 41'

3° 28'

5° 20'

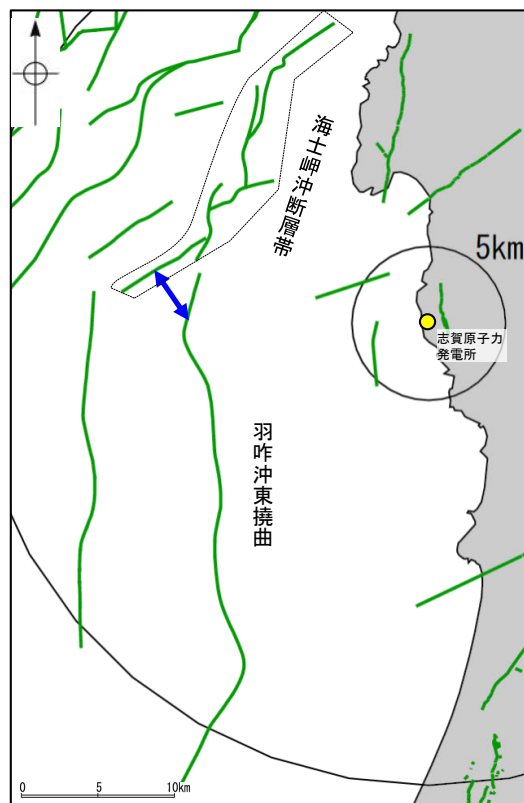
7° 58'

10° 58'

14° 00'



### 3.2.7 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討結果



凡 例

—— 後期更新世以降の活動が否定できないと評価した断層

矢印 ..... 検討対象として選定した断層の組合せ

青色:連動を考慮しない

連動の検討対象位置図



連動の検討

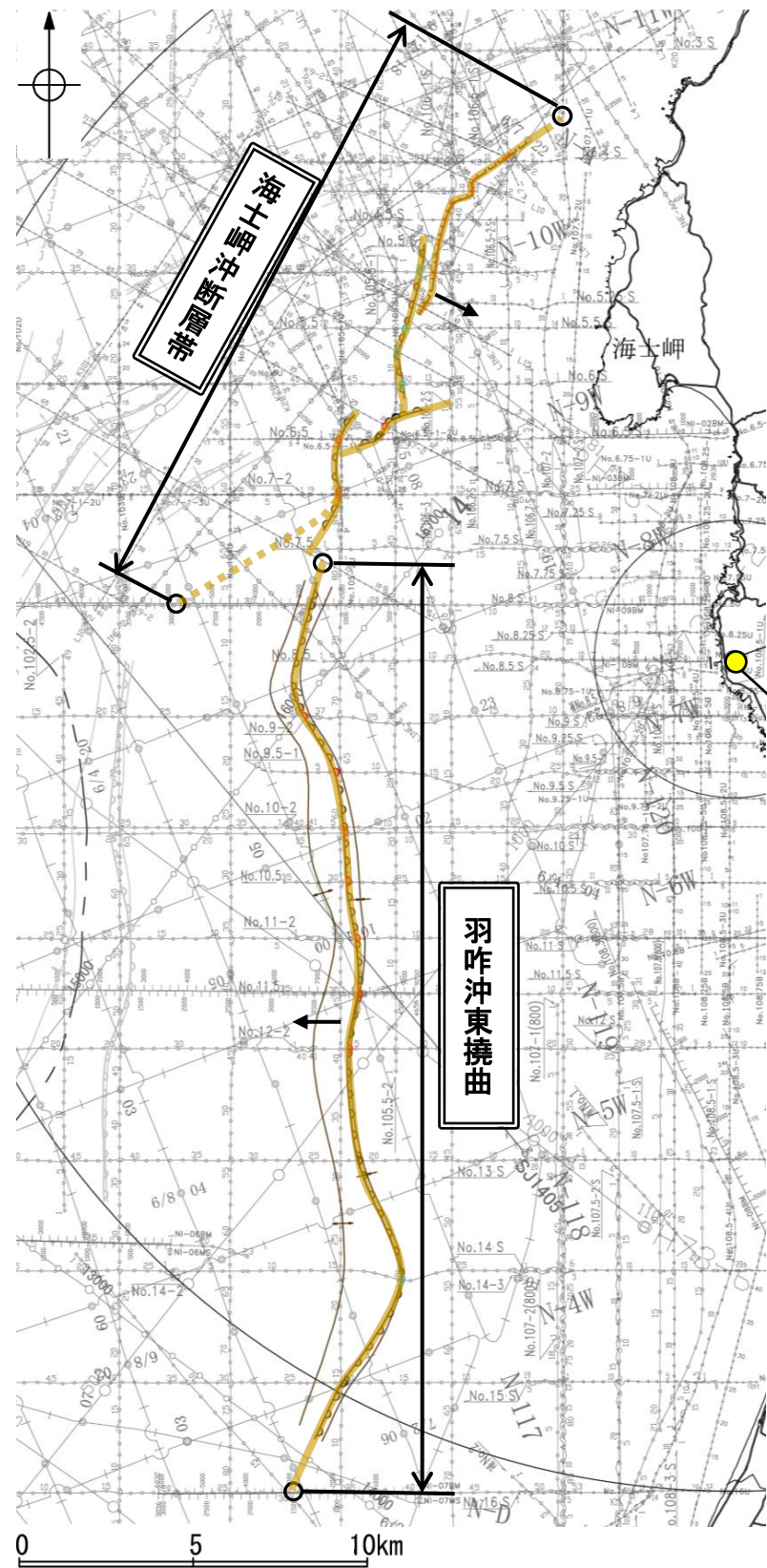
断層モデル  
の設定方法

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲について、「当社の連動評価の検討方法」に基づき、同時活動の可能性の検討を行った。検討結果は以下の通り。

| ＜同時活動の可能性の検討＞                                                                      |          |                          | 紫下線：第1193回審査会合以降に変更した箇所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 赤下線は地震調査委員会（2024a）の公表に伴い、変更した箇所 | 赤字：同時活動する可能性を示唆する  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                                                                                    |          |                          | 青下線は令和6年能登半島地震の知見の反映に伴い、変更した箇所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 | 青字：同時活動しない可能性を示唆する |
| 検討内容                                                                               |          |                          | 検討結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                    |
| 地形及び地質構造                                                                           | 文献調査     |                          | ①国交省ほか（2014）、文科省ほか（2016）及び地震調査委員会（2024a）は、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の同時活動を考慮していない（P.476，477）。<br>②海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、岡村（2007b）が示す第四紀のひずみ集中帯内に分布する（P.48）。<br>③岡村（2007a）は産業技術総合研究所によって実施された反射法地震探査の反射断面の解釈から、海士岬沖断層帯に対応する構造は北西翼が狭く急傾斜する非対称な断面構造を持つ南東傾斜の逆断層、羽咋沖東撓曲に対応する構造は東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な背斜構造で西傾斜の逆断層が伏在しているとしており、断層面の傾斜が逆であることから、連続した構造ではないと判断している（P.478）。<br>④文科省ほか（2015）は、深部エアガン調査から、海士岬沖断層帯は東傾斜の断層、羽咋沖東撓曲は西傾斜の断層と判断している（P.479）。<br>⑤佐藤ほか（2007b）は、海士岬沖断層帯を横断する測線から、海士岬沖断層帯は南東傾斜の断層と判断している。また、羽咋沖東撓曲を横断する測線から、羽咋沖東撓曲は北西傾斜の断層と判断している（P.480）。<br>⑥岡村（2007a）、井上ほか（2010）に示された背斜構造を確認すると、両断層間に連続する背斜構造は認められない（P.481）。                                                                  |                                 |                    |
|                                                                                    | 地球物理学的調査 | 海上音波探査                   | ⑦海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の地表トレースは、一部並走区間を伴って近接して分布する（P.483）。<br>⑧海士岬沖断層帯はD層の隆起や主としてNE-SW～NNE-SSW方向の断層・撓曲の存在で特徴付けられる北部海域に分布し、羽咋沖東撓曲は第四系が厚く分布する海盆でN-S方向の東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称褶曲の存在で特徴付けられる南部海域に分布しており、両断層の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる（P.483）。<br>⑨D層の分布状況を比較すると、両断層の境界付近を境に南北で断層周辺のD層の分布深度が大きく異なる（P.484）。<br>⑩D層の分布状況は、海士岬沖断層帯は断層の東方の標高が高いが、羽咋沖東撓曲は断層の西方の標高が高く、断層上盤の隆起が反対側に分布する（P.484）。<br>⑪海士岬沖断層帯はB <sub>1</sub> 層以上に北西落ちの変位・変形、羽咋沖東撓曲はB <sub>1</sub> 層以上に東落ちの変形が認められ、海士岬沖断層帯は南東傾斜の逆断層、羽咋沖東撓曲は西傾斜の逆断層であると推定される（P.486～493）。<br>⇒両断層は、変位の向きが異なり、断層面は地下浅部で部分的に近づく関係にあるものの、地下深部で離れていく関係にある。<br>（参考）海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲周辺の音波探査記録を確認した結果、両断層がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない（P.478～480，486～488，490～493）。 |                                 |                    |
|                                                                                    |          | 重力異常分布                   | ⑫海士岬沖断層帯は北部の高重力域内に分布しているが、羽咋沖東撓曲は羽咋沖盆地の低重力域内に分布し、断層周辺の重力異常の分布状況が異なる（P.496）。<br>⑬重力異常の等重力線に対して、羽咋沖東撓曲の走向はほぼ一致しているが、海士岬沖断層帯の走向はほぼ直交しており、同時活動の可能性については明確に判断できない（P.496）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                    |
|                                                                                    | 断層の活動履歴  | B <sub>1</sub> 層基底の変位量分布 | ⑭海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界部でB <sub>1</sub> 層基底の変位は認められず、両断層が少なくとも後期更新世以降に一連で活動した傾向は認められない（P.497）。<br>・海士岬沖断層帯のB <sub>1</sub> 層基底の変位量は、南部の中央付近が大きく、端部付近で小さくなる。中間部では変位が認められない。<br>・羽咋沖東撓曲のB <sub>1</sub> 層基底の変位量は、断層の中央付近が大きく、端部付近で小さくなる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                    |
|                                                                                    |          | 地震活動                     | ⑮海士岬沖断層帯は、令和6年能登半島地震で部分的に活動した可能性があるが、2007年能登半島地震、2024年石川県西方沖の地震での活動は認められない。一方、羽咋沖東撓曲の最新活動時期は不明である（P.498）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                    |
| 同時活動の可能性の評価                                                                        |          |                          | 【評価結果】<br>・検討の結果、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、ひずみ集中帯内で一部並走区間を伴って近接して分布する（②，⑦）ものの、同時活動を考慮した文献はなく（①），両断層間に連続する背斜構造は認められない（⑥）。また、両断層の断層面の傾斜方向が異なり、地下浅部では断層面が近づく関係にあるものの、地下深部では断層面が離れていく関係にある（③，④，⑤，⑪）。さらに、上盤の隆起が反対側に分布し（⑩），境界付近を境に南北で地質構造、D層の分布状況及び重力異常分布が大きく異なる（⑧，⑨，⑫）。B <sub>1</sub> 層基底の変位量分布からは、両断層が少なくとも後期更新世以降に一連で活動した傾向は認められない（⑭）。<br>・以上のことを踏まえ、総合的に評価した結果、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、同時活動する可能性はないと判断し、連動を考慮しない。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |                    |
| ○連動の検討の結果、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲を別々の断層として設定することとする。 |          |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                    |



【海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討結果（位置図，連動評価フロー）】



志賀原子力発電所

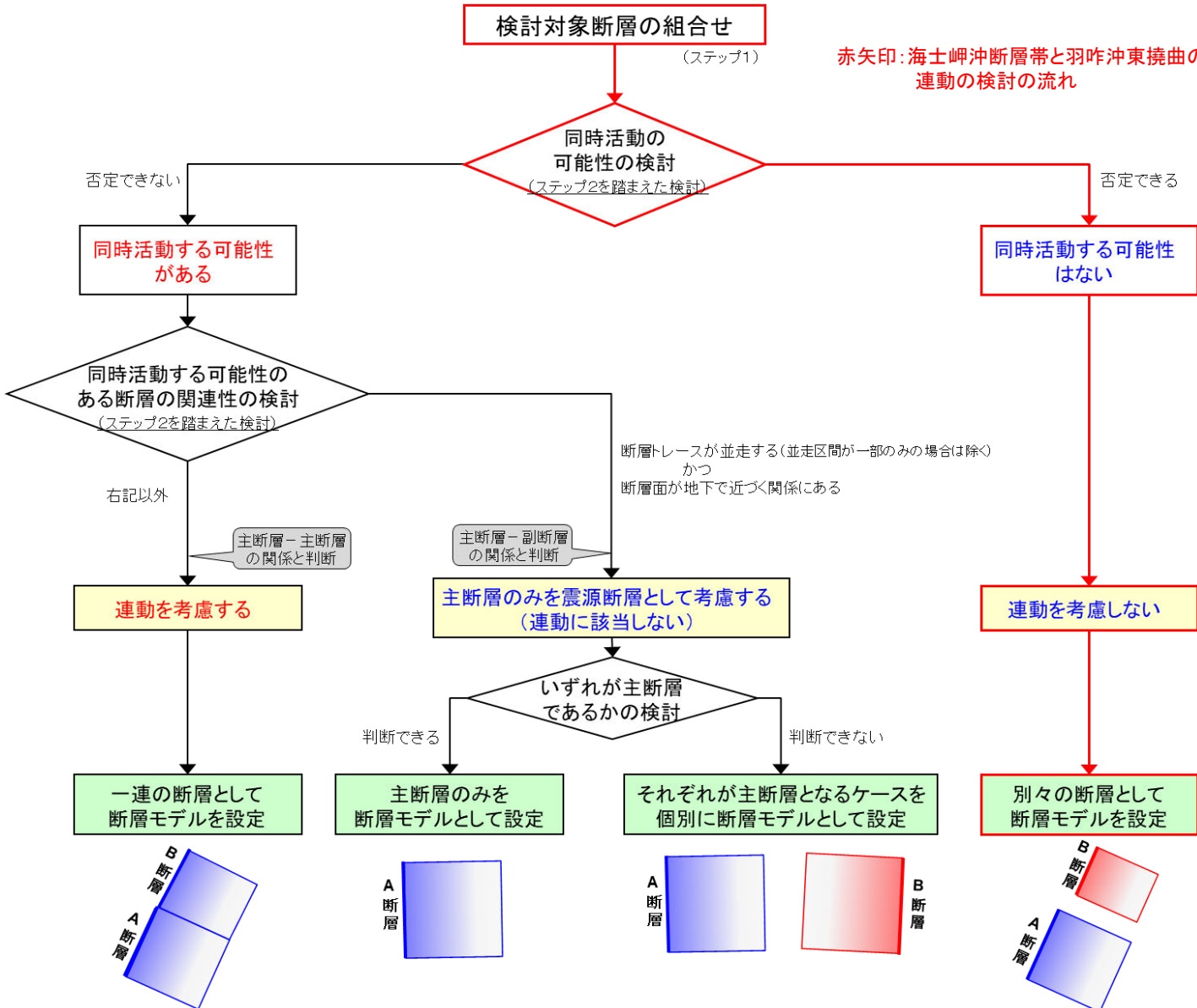
羽咋沖東撓曲

位置図

○ 断層端点  
↘ 傾斜方向

断層位置  
推定区間

＜当社の連動評価フロー＞



凡 例

- 断層 (伏在断層) 背斜軸 向斜軸
- 断層 (伏在断層) 連続性のない断層
- 小断層群密集域
- 断層 (伏在断層) 背斜軸 向斜軸
- 断層 (伏在断層) 連続性のない断層
- 断層 (伏在断層) 背斜軸 向斜軸
- 断層 (伏在断層) 連続性のない断層

- No. 8 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
- No. 9 S 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
- No. 8U No. 11B 調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
- K17 調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
- L102 調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
- N1-088M 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)
- N1-06MS 調査測線 (原子力安全・保安院: ウォーターガン・マルチチャンネル)
- N-118 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
- I4 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
- H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- SJ1407 調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)
- L1NE-A 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)

枠囲みの内容は機密事項に  
属しますので公開できません。

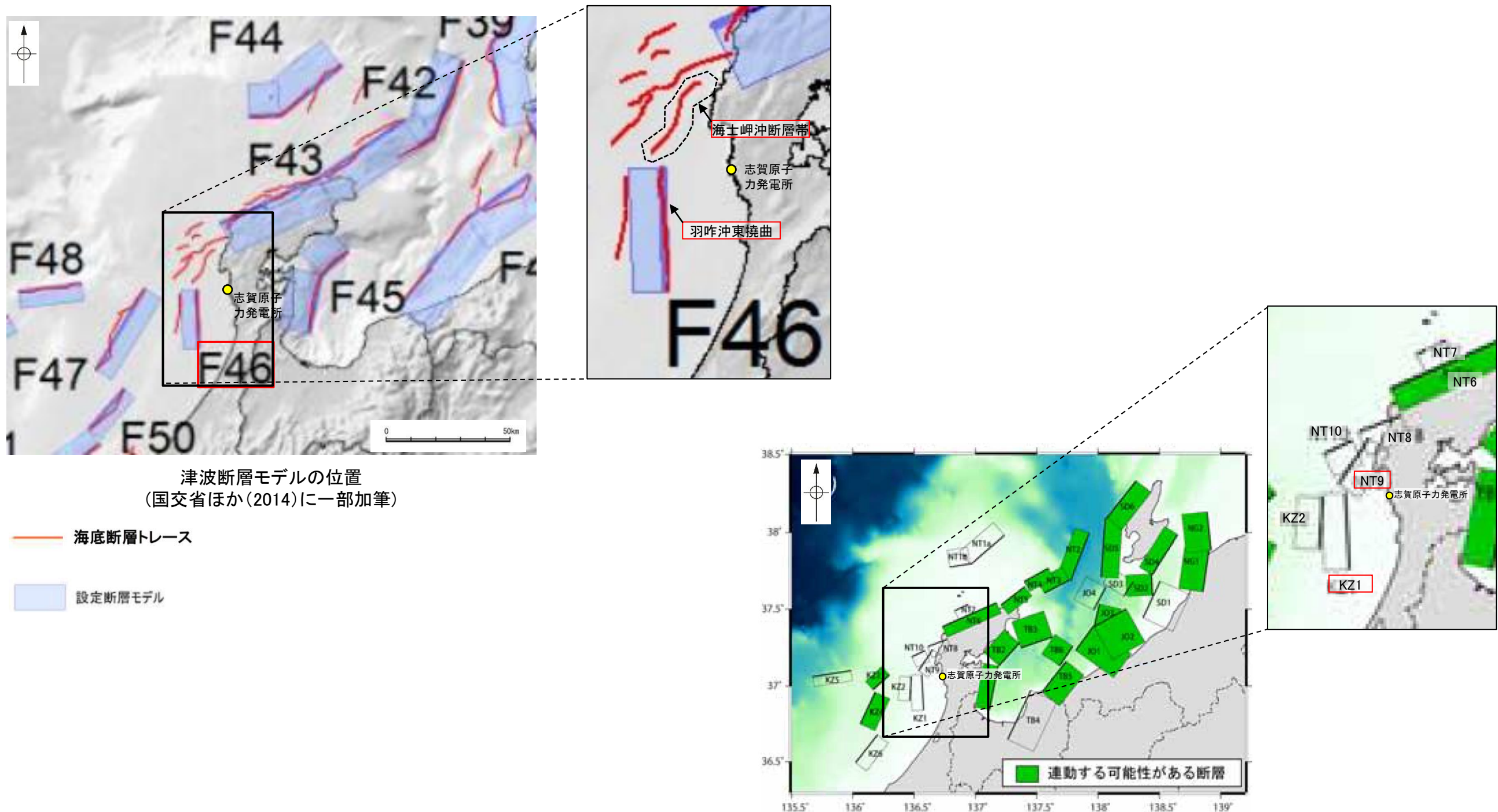


## 3.2.7(2) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の同時活動の可能性の検討 ー文献調査ー

○海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動に関する文献調査を行った。

【文献調査結果(国交省ほか(2014), 文科省ほか(2016))】

○国交省ほか(2014)は、海士岬沖断層帯に対応する海底断層トレースと羽咋沖東撓曲に対応するF46をグルーピングしていない(左上図)。  
○文科省ほか(2016)は、海士岬沖断層帯に対応するNT9と羽咋沖東撓曲に対応するKZ1の連動を考慮していない(右下図)。

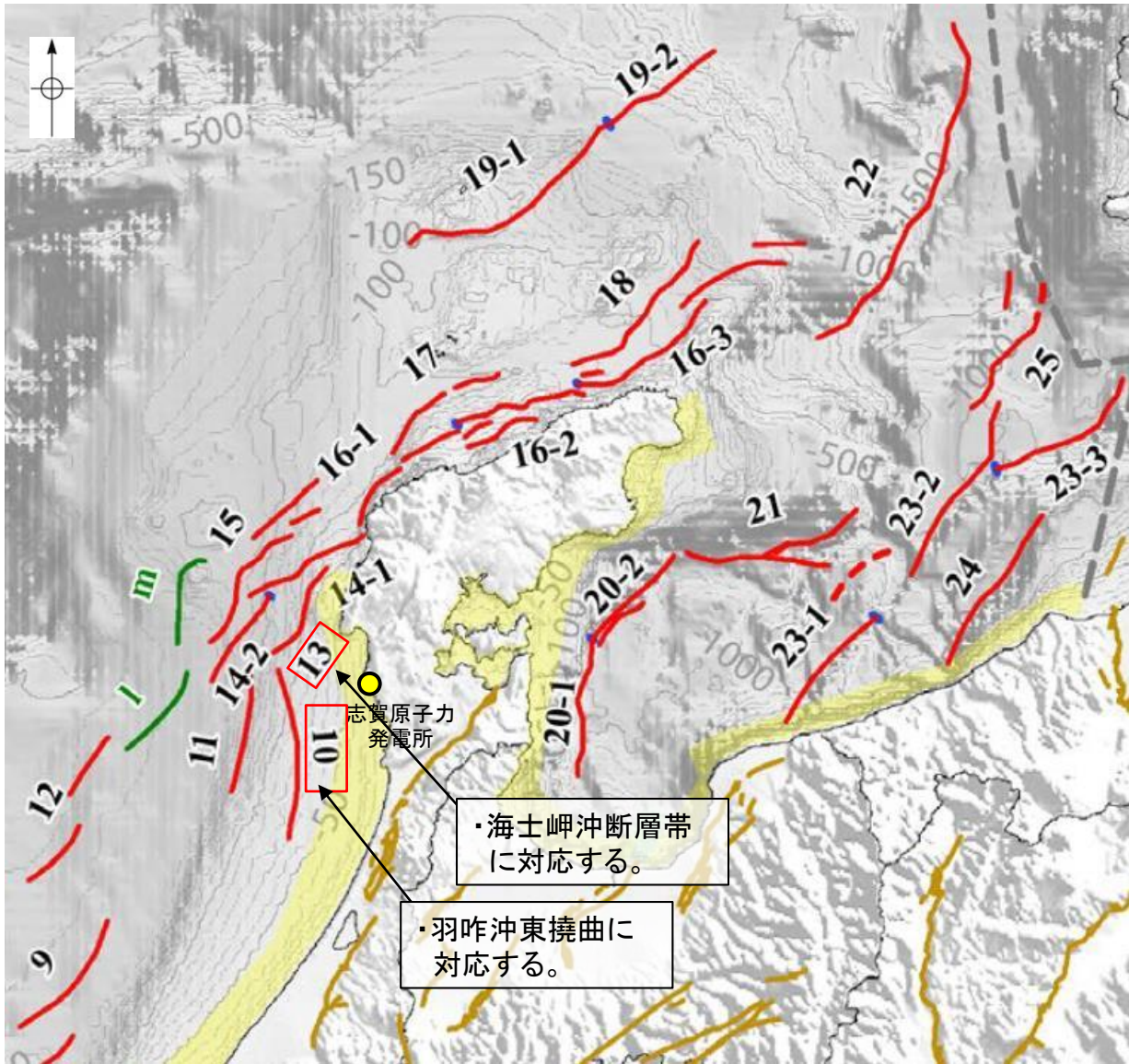


連動する可能性が考えられる21断層(緑色)  
文科省ほか(2016)を編集, 一部加筆



【文献調査結果(地震調査委員会(2024a))】

○地震調査委員会(2024a)は、海士岬沖断層帯に対応する海士岬沖東断層と、羽咋沖東撓曲に対応する羽咋沖東断層を1つの断層帯として評価していない(下図)。



| 評価対象活断層                        |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1: 沖ノ島 北方断層                    | 16-1: 能登半島北岸断層帯 (猿山冲区間) |
| 2: 経ヶ岬 冲断層                     | 16-2: 能登半島北岸断層帯 (輪島冲区間) |
| 3: 小浜 冲断層                      | 16-3: 能登半島北岸断層帯 (珠洲冲区間) |
| 4: 浦島礁 北方北断層                   | 17: 輪島はるか冲断層            |
| 5: 若狭 海丘列北縁断層                  | 18: 能登半島北方冲断層           |
| 6: 越前岬西方冲北断層                   | 19-1: 舩倉島 近海断層帯 (南西区間)  |
| 7: 浦島礁 北東断層                    | 19-2: 舩倉島 近海断層帯 (北東区間)  |
| 8-1: ゲンタツ瀬・大グリ南東縁断層帯 (ゲンタツ瀬区間) | 20-1: 七尾湾東方断層帯 (大泊鼻冲区間) |
| 8-2: ゲンタツ瀬・大グリ南東縁断層帯 (大グリ区間)   | 20-2: 七尾湾東方断層帯 (城ヶ崎冲区間) |
| 9: 加佐ノ岬 冲断層                    | 21: 飯田 海脚南縁断層           |
| 10: 羽咋 冲東断層                    | 22: 富山トラフ西縁断層           |
| 11: 羽咋 冲西断層                    | 23-1: 上越冲断層帯 (親不知冲区間)   |
| 12: 内灘 冲断層                     | 23-2: 上越冲断層帯 (鳥ヶ首冲区間)   |
| 13: 海士岬 冲東断層                   | 23-3: 上越冲断層帯 (上越海盆南縁区間) |
| 14-1: 門前断層帯 (門前冲区間)            | 24: 名立 冲断層              |
| 14-2: 門前断層帯 (海士岬冲区間)           | 25: 上越海丘東縁断層            |
| 15: 沖ノ瀬東方断層                    |                         |

地震調査委員会(2024a)を編集, 一部加筆



### 3.2 近接して分布する断層の連動の検討結果 3.2.7 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討結果

## 3.2.7(2) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の同時活動の可能性の検討 ー文献調査，海上音波探査ー

- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の断層面の傾斜方向，周辺の地質構造を確認するため，文献(岡村(2007a)，文科省ほか(2015)及び佐藤ほか(2007b))に示された音波探査記録(エアガン)を確認した(下図，次頁，次々頁)。
- その結果，海士岬沖断層帯は南東傾斜の逆断層，羽咋沖東撓曲は西傾斜の逆断層であると推定され，地下深部で断層面が離れていく関係にある。

### 【岡村(2007a)】

- 岡村(2007a)は，産業技術総合研究所によって実施された反射法地震探査の反射断面の解釈から，海士岬沖断層帯に対応する構造は南東傾斜，羽咋沖東撓曲に対応する構造は西傾斜の逆断層が伏在しているとしており，断層面の傾斜が逆であることから，連続した構造ではないと判断したとしている。

(参考)岡村(2007a)の解釈断面図に，海士岬沖断層帯または羽咋沖東撓曲がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は推定されていない。

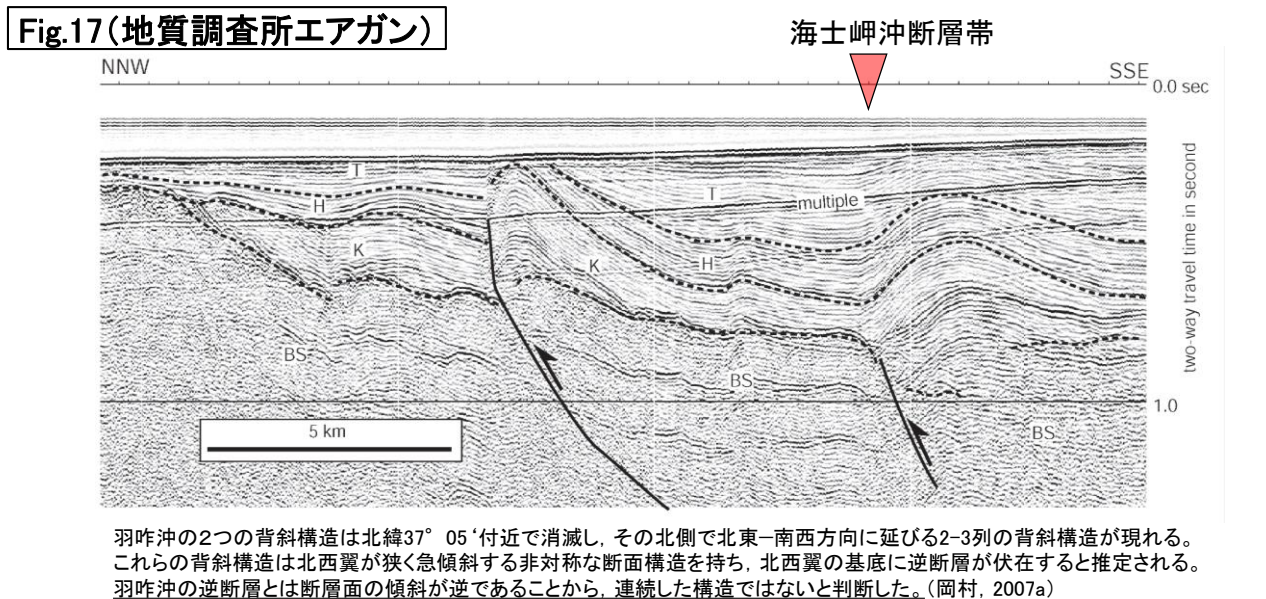
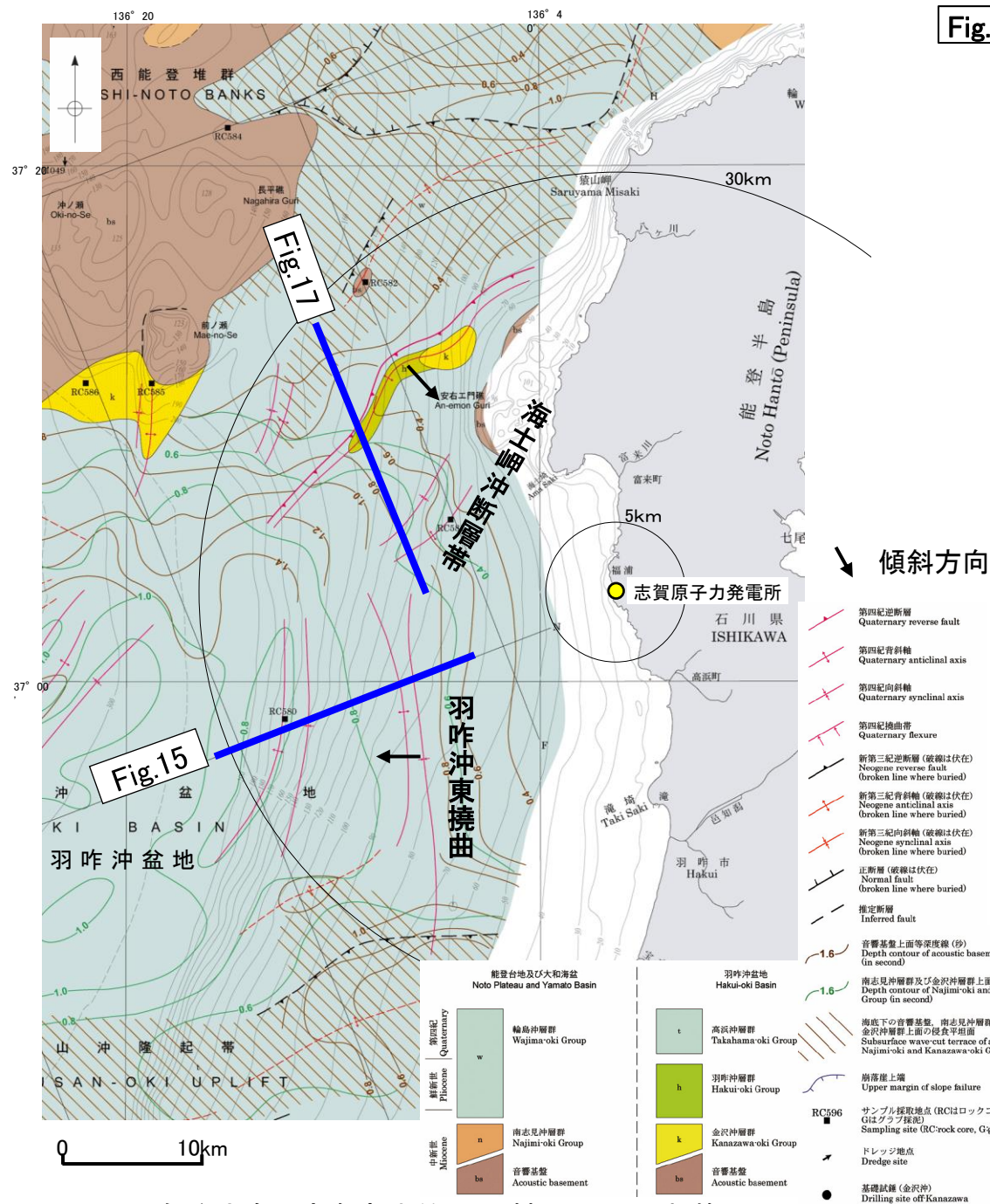
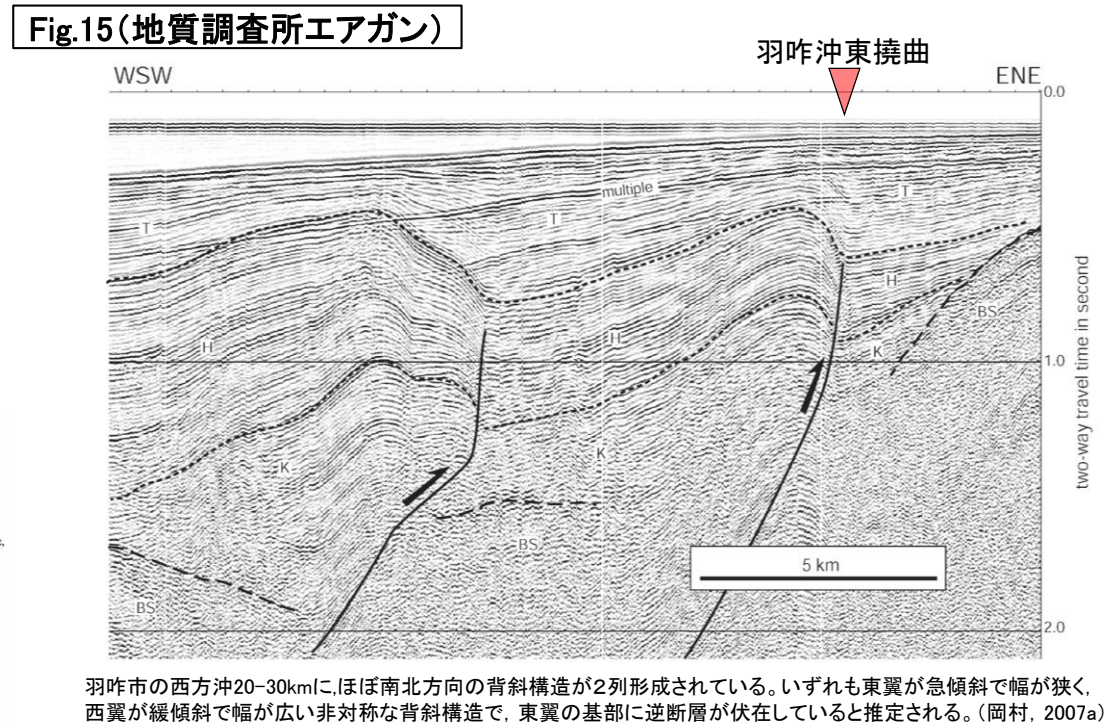


Fig.17解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

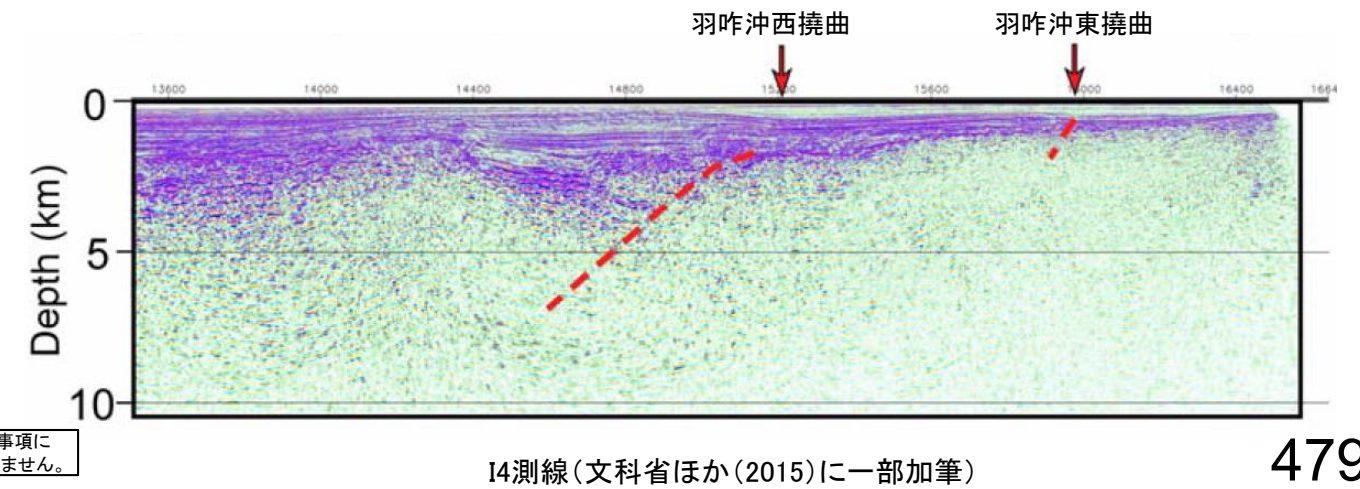
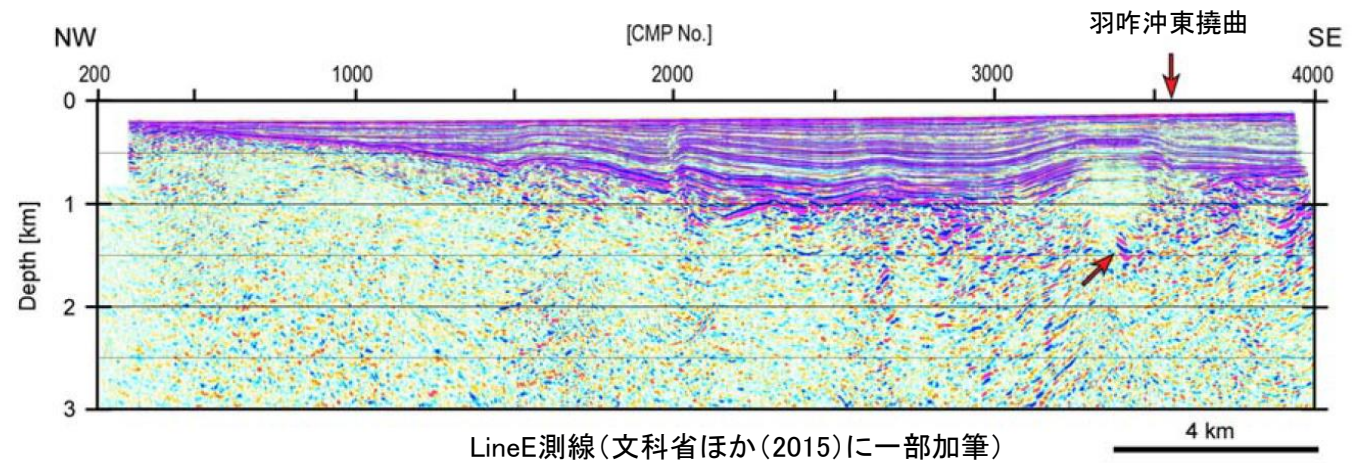
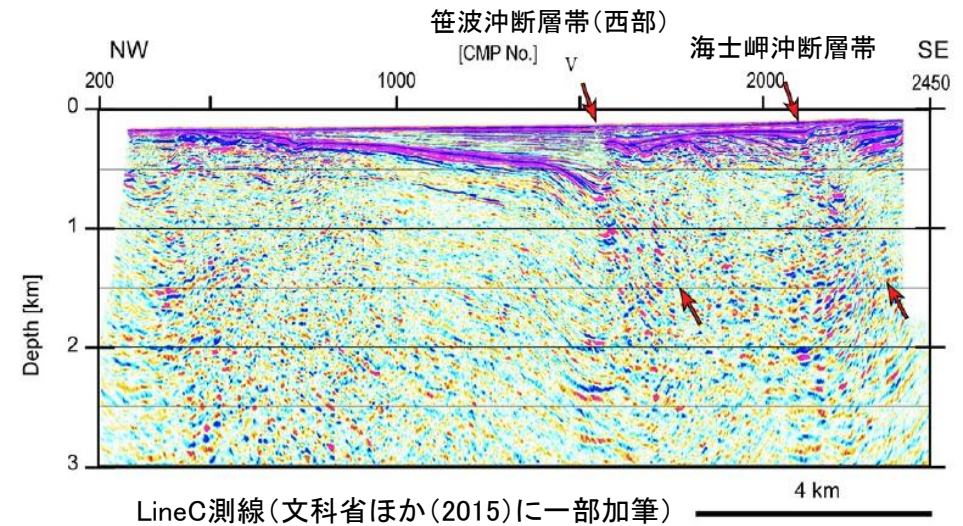
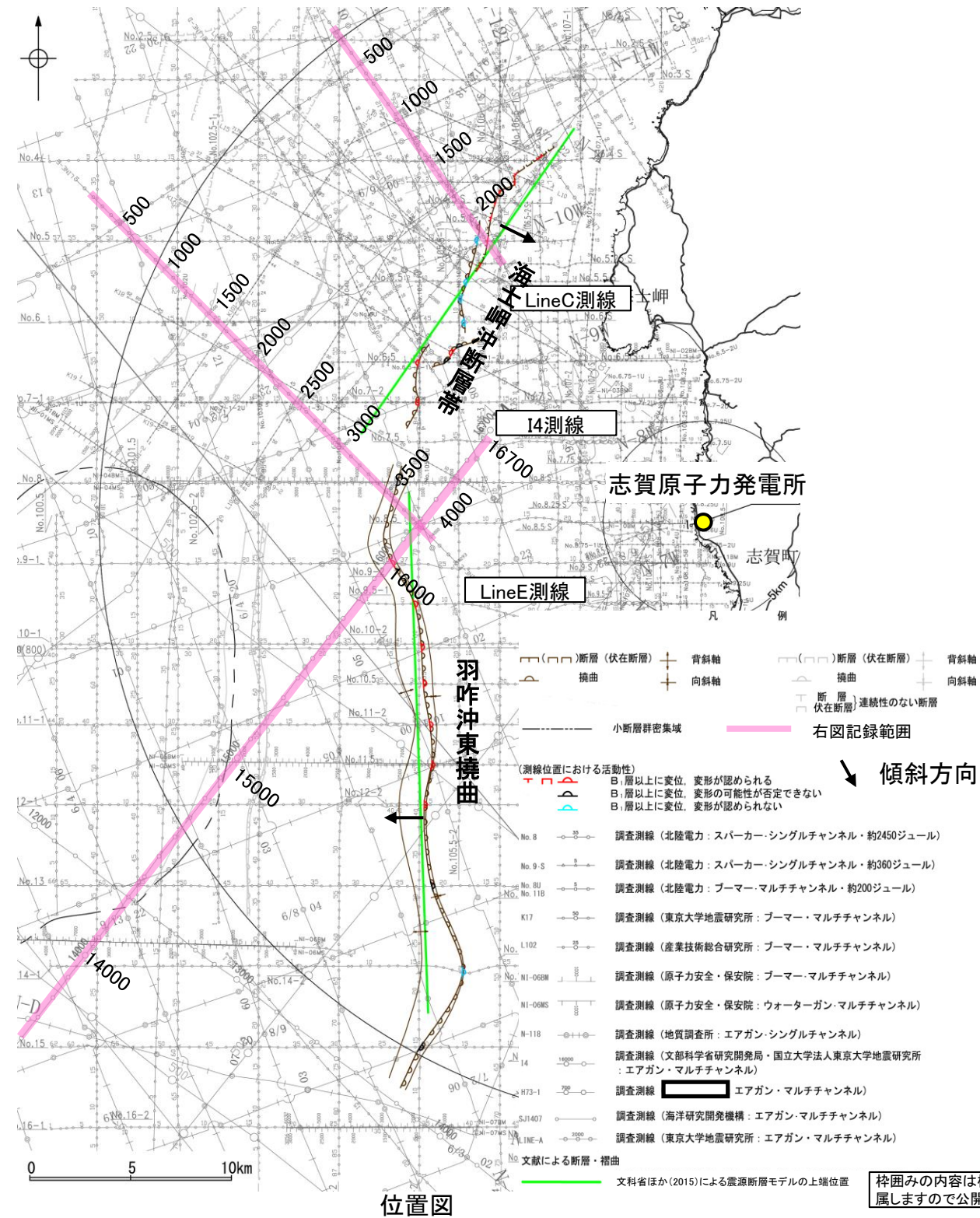




【文科省ほか(2015)】

○文科省ほか(2015)は、海士岬沖断層帯を横断する測線(LineC測線)から、海士岬沖断層帯に対応する構造を深度約1.5kmまで確認しており、60° の東傾斜の断層としている。また、羽咋沖東撓曲を横断する測線(LineE測線、I4測線)から、羽咋沖東撓曲に対応する構造を深度約1.5kmまで確認しており、60° の西傾斜の断層としている。

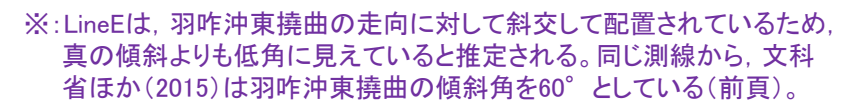
(参考)文科省ほか(2015)の解釈断面図に、海士岬沖断層帯または羽咋沖東撓曲がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は推定されていない。





○佐藤ほか(2007b)は、海士岬沖断層帯を横断する測線(Line73-5測線)から、海士岬沖断層帯に対応する構造を深度約2kmまで確認しており、南東傾斜の逆断層としている。また、羽咋沖東撓曲を横断する測線(LineE)から、羽咋沖東撓曲に対応する構造を深度約2.5kmまで確認しており、北西傾斜の逆断層としている。

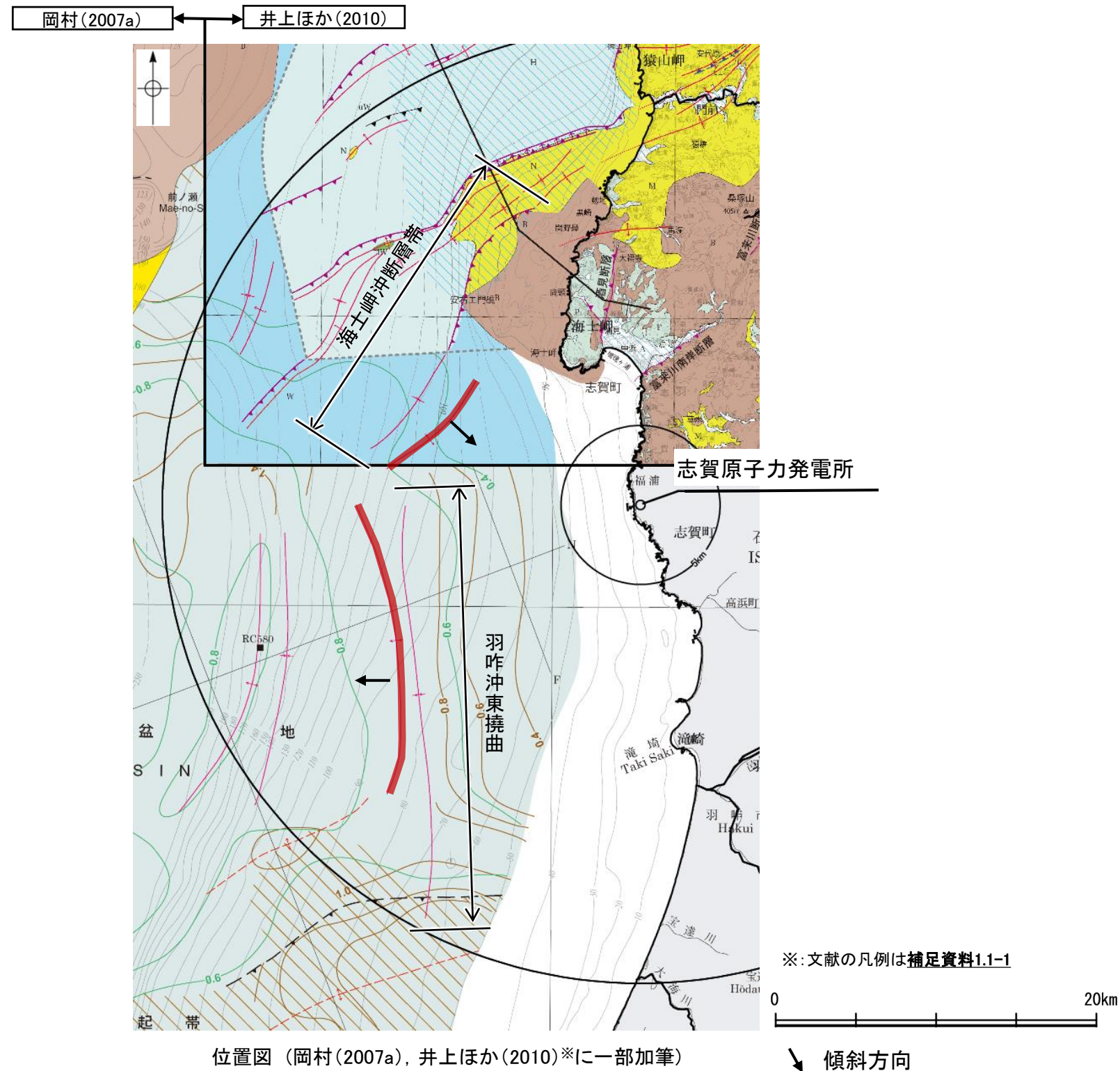
紫字:第1193回審査会合以降に変更した箇所





## 3.2.7(2) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の同時活動の可能性の検討 ー文献調査, 海上音波探査ー

- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲周辺の背斜構造の連続性を確認した。
- 岡村(2007a), 井上ほか(2010)に示された背斜構造(下図中 —)を確認すると, 両断層間に連続する背斜構造は認められない。





### 3.2.7(2) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の同時活動の可能性の検討 ー海上音波探査ー

○音波探査記録の確認の結果から、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の特徴をもとに、地質構造について検討を行った。

紫字：第1193回審査会合以降に変更した箇所

#### 海士岬沖断層帯

- 海士岬沖断層帯は、D層（先第三紀～鮮新世）の隆起や主としてNE-SW～NNE-SSW方向の断層・撓曲の存在で特徴付けられる北部海域に分布する（次頁）。
- 海士岬沖断層帯はD層が急に落ち込む位置に西落ちの変形、隆起帯内に西落ちの変位が認められ、南東傾斜の逆断層と推定される。中間部の記録ではB<sub>1</sub>層以上の変形は認められないものの、北部、南部の記録ではB<sub>1</sub>層以上に変形が認められる（P.486, 488）。
- 海士岬沖断層帯は笹波沖隆起帯内と笹波沖隆起帯の西縁から海士岬沖小隆起帯の西縁に沿って位置し、海士岬沖断層帯周辺のD層は深度-100～-200m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い（P.484）。

（参考）海士岬沖断層帯周辺に、海士岬沖断層帯がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない（P.486, 488）。

#### 羽咋沖東撓曲

- 羽咋沖東撓曲は東落ちの変形が認められ、第四系が厚く分布する海盆（羽咋沖盆地（岡村，2007a））でN-S方向の非対称褶曲の存在で特徴付けられる南部海域に分布する（次頁）。
- 羽咋沖東撓曲は東落ちの変形が認められ、西傾斜の逆断層と推定される。いずれもB<sub>1</sub>層以上に変形が認められる（P.490～493）。
- 羽咋沖東撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖東撓曲周辺のD層は深度-200～-400m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い（P.484）。

（参考）羽咋沖東撓曲周辺に、羽咋沖東撓曲がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない（P.490～493）。

#### 海上音波探査からの検討結果

- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の地表トレースは、一部並走区間を伴って近接して分布する（離隔距離約0.5km）。
- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる。
- D層の分布状況を比較すると、両断層の境界付近を境に南北で断層周辺のD層の分布深度が大きく異なる。
- また、D層の分布状況は、海士岬沖断層帯は断層の東方の標高が高いが、羽咋沖東撓曲は断層の西方の標高が高く、両断層の隆起側が異なる。
- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、変位の向きが異なり、断層面は地下浅部で部分的に近づく関係にあるものの、地下深部で離れていく関係にある（P.485）。



紫字:第1193回審査会合以降に変更した箇所

○以上のことから、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる。



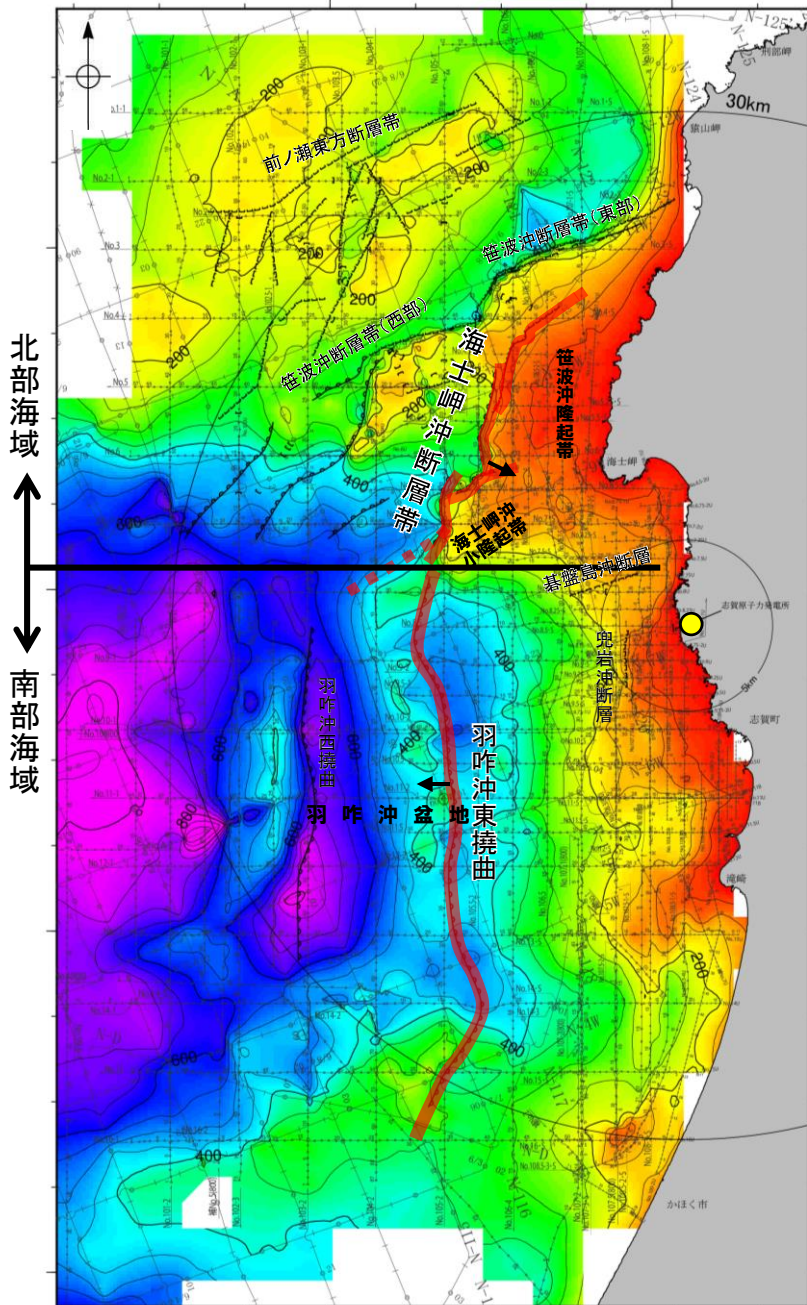


## 【D層の分布状況】

紫字：第1193回審査会合以降に変更した箇所

- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の隆起帯の連続性を確認するために、海域のD層の分布状況を比較した(左下図)。
- 北部海域に分布する海士岬沖断層帯は笹波沖隆起帯の西縁から海士岬沖小隆起帯の西縁に沿って位置し、海士岬沖断層帯周辺のD層は深度-100～-200m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い。
- 南部海域に分布する羽咋沖東撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖東撓曲周辺のD層は深度-200～-400m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い。
- また、岡村(2007a)の音響基盤上面等深度線(右下図中茶線)からも、音響基盤上面は北部海域の深度が浅く、南部海域の深度が深い傾向にある。

- 以上のことから、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界付近を境に南北で断層周辺のD層の分布深度が大きく異なる。
- また、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、上盤の隆起が反対側に分布する。



D層等深線図  
(音波探査測線等を加筆)

- ・左図は、澤田ほか(2022)を基に、金沢大学・当社が作成したものである。
- ・D<sub>2</sub>層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D<sub>1</sub>層、D<sub>2</sub>層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
- ・D層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸地の地質境界線を0mとした。

凡 例

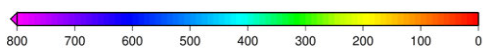
- No. 8 ○—○—○ 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
- No. 7・S △—△—△ 調査測線 (北陸電力：スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
- No. 8U □—□—□ 調査測線 (北陸電力：ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
- No. 109B □—□—□ 調査測線 (北陸電力：ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)

傾斜方向

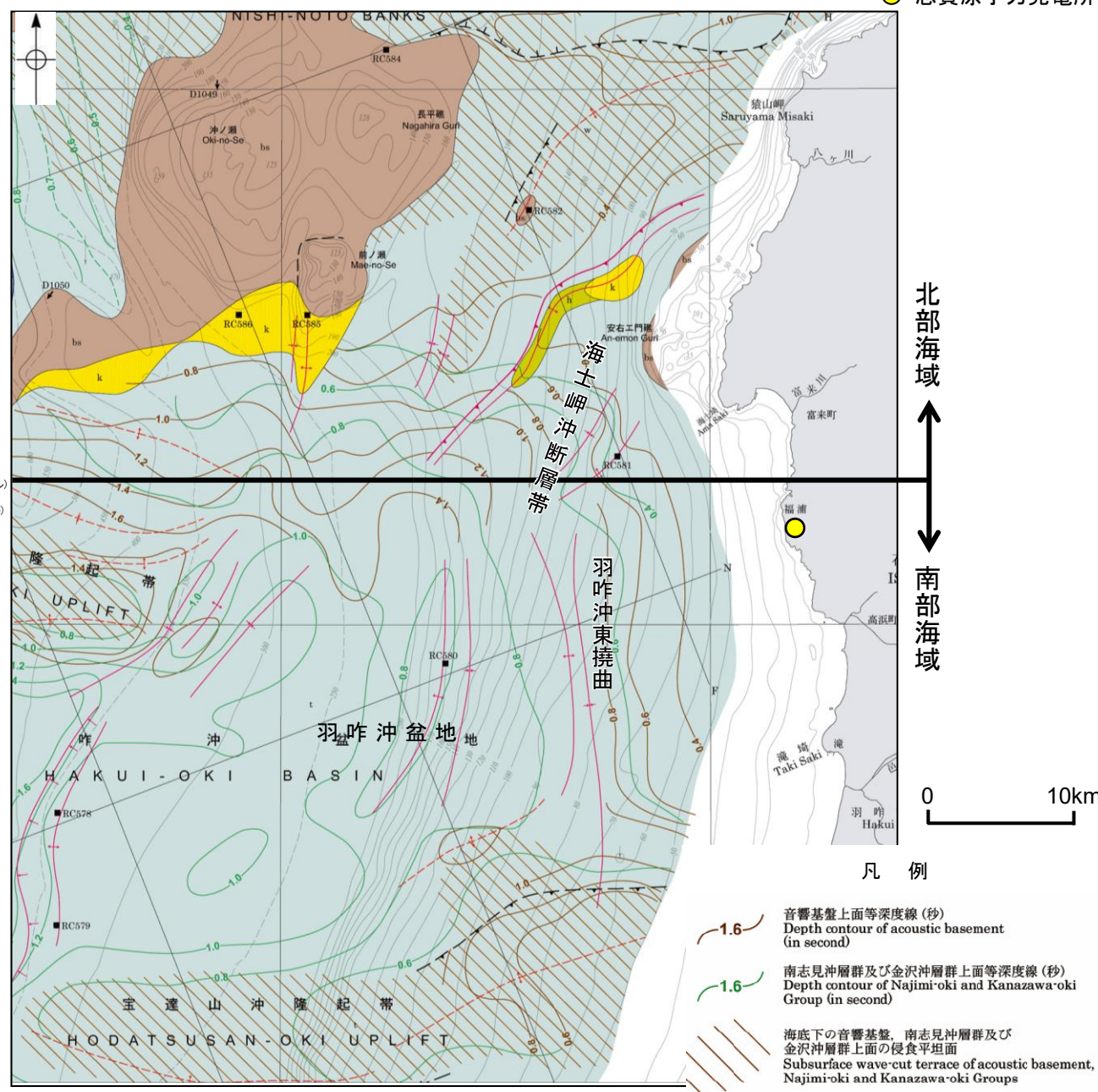
断層 (伏断層)  
撓曲

断層位置  
推定区間

深度



0 10km



● 志賀原子力発電所

北部海域  
南部海域

凡 例

音響基盤上面等深度線 (秒)  
Depth contour of acoustic basement (in second)

南志見沖層群及び金沢沖層群上面等深度線 (秒)  
Depth contour of Najimi-oki and Kanazawa-oki Group (in second)

海底下の音響基盤、南志見沖層群及び金沢沖層群上面の侵食平坦面  
Subsurface wave-cut terrace of acoustic basement, Najimi-oki and Kanazawa-oki Groups

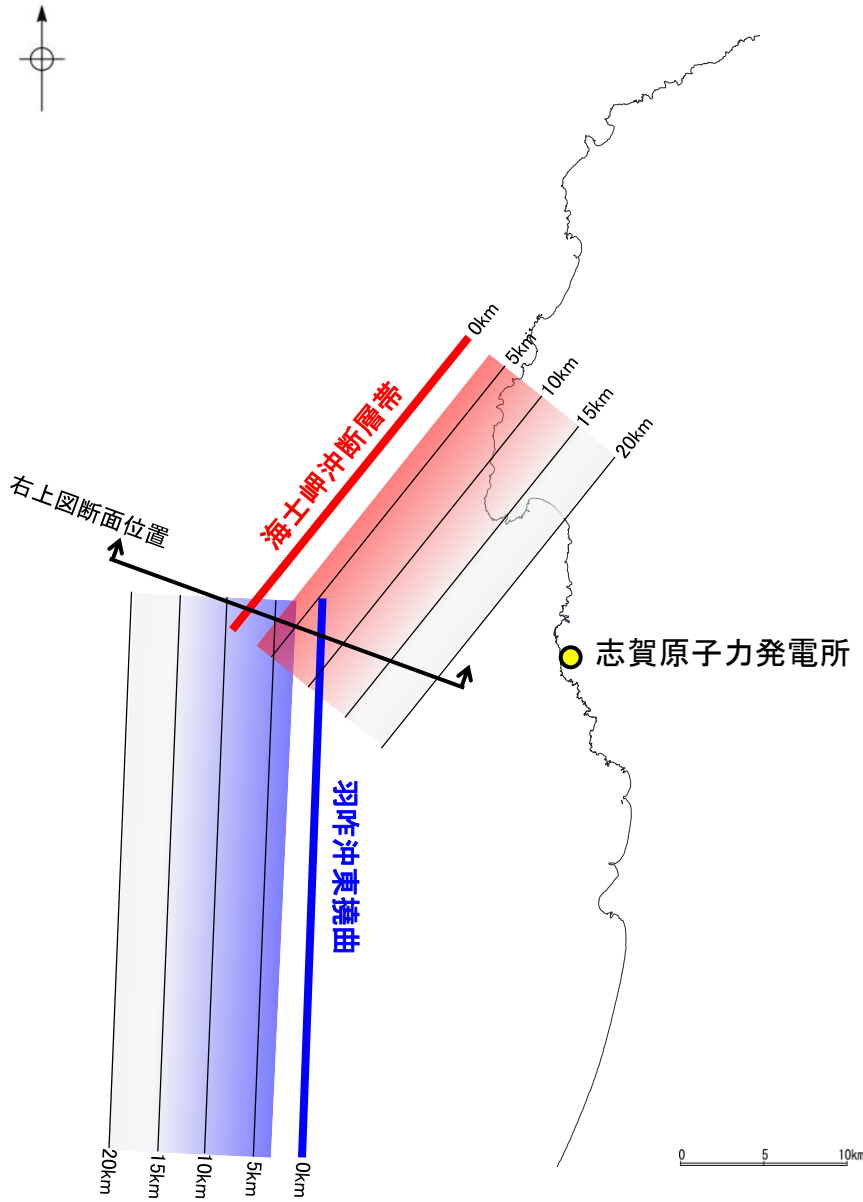
能登半島西方海底地質図  
(岡村(2007a)に一部加筆)

その他の凡例はP.478

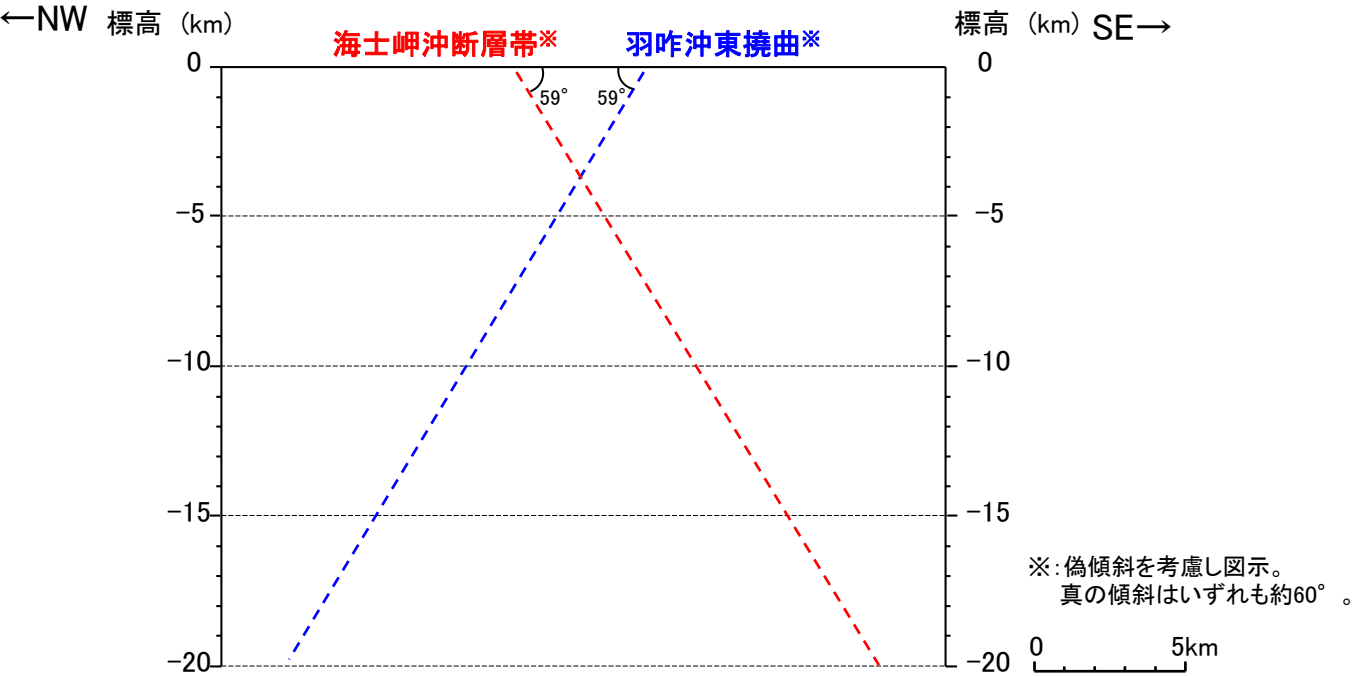


【地下深部形状】

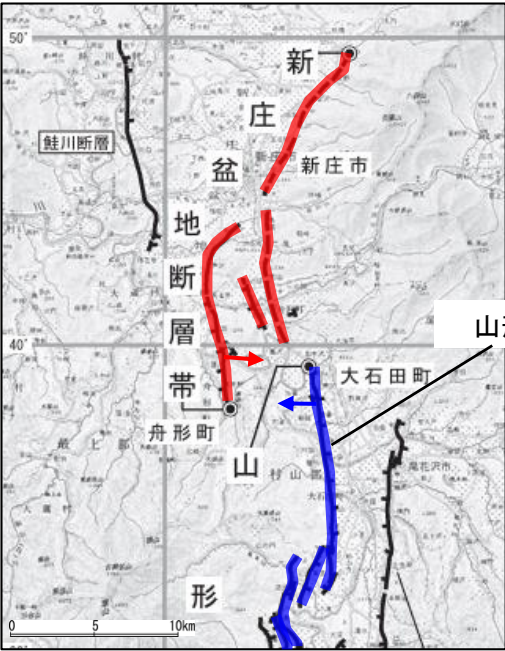
- 海士岬沖断層帯は南東傾斜，羽咋沖東撓曲は西傾斜であり，両断層の地表トレースは，一部並走区間を伴って近接して分布する。
- 両断層は，変位の向きが異なり，断層面は地下浅部で部分的に近づく関係にあるものの，地下深部で離れていく関係にある。
- 地震調査委員会(2007b)は，海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲と同様な位置関係にある山形盆地断層帯と新庄盆地断層帯を，別の起震断層として設定していること(P.351)を踏まえ，同時活動しない可能性を示唆するデータであると判断した。



断層面の模式図



両断層の地下深部形状



山形盆地断層帯と新庄盆地断層帯の例  
(地震調査委員会(2007b)に一部加筆)

- ・山形盆地断層帯は西傾斜，新庄盆地断層帯は東傾斜の断層であり，両断層の地表トレースは，一部並走区間を伴って近接して分布する。
- ・地震調査委員会(2007b)は，変位の向きが異なることから，両断層を別の起震断層として設定している(補足資料3.1.-1(1)P.3.1-1-6)。

傾斜方向

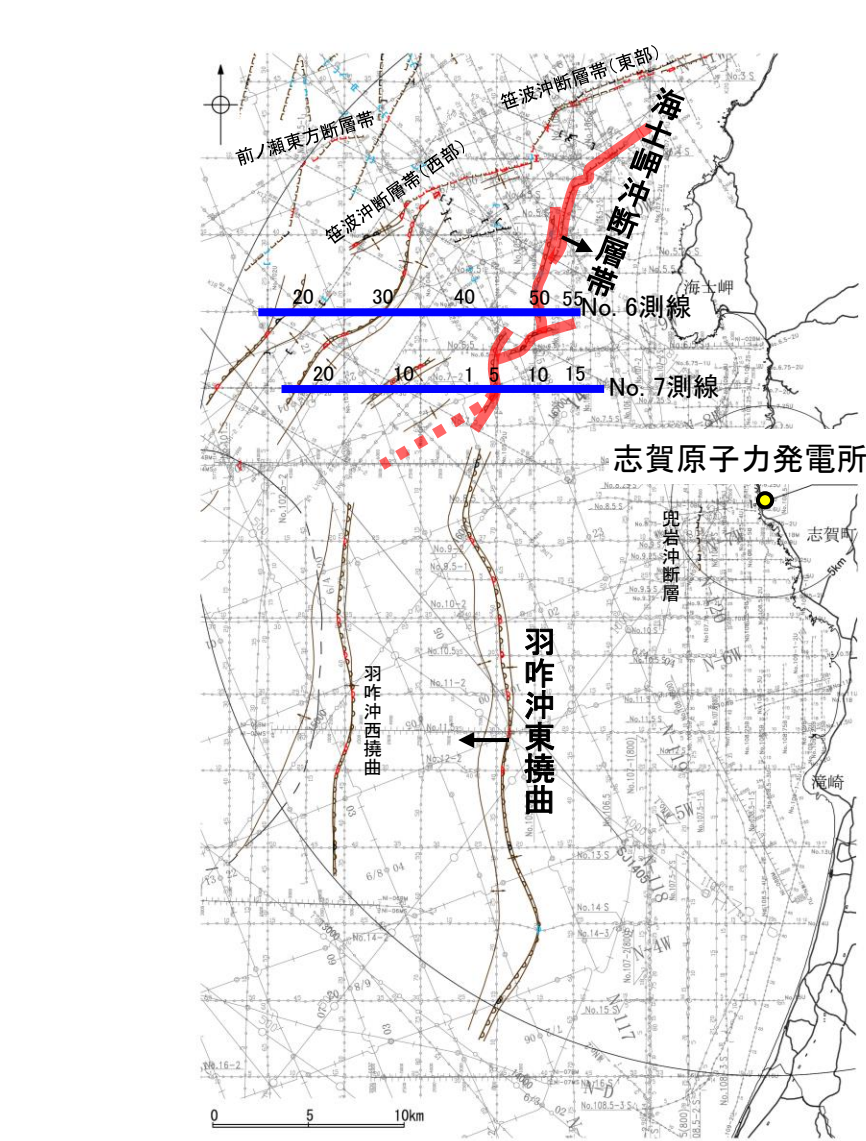


【海士岬沖断層帯周辺の浅部記録(スパーカー)】

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

○海士岬沖断層帯の浅部の音波探査記録(スパーカー)からは、D層が急に落ち込む位置に西落ちの変形が認められ、中間部の記録(No.6測線)ではB<sub>1</sub>層以上の変形は認められないものの、南部の記録(No.7測線)ではB<sub>1</sub>層以上に変形が認められる。本撓曲は相対的隆起側(東側)に背斜構造が認められ、東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

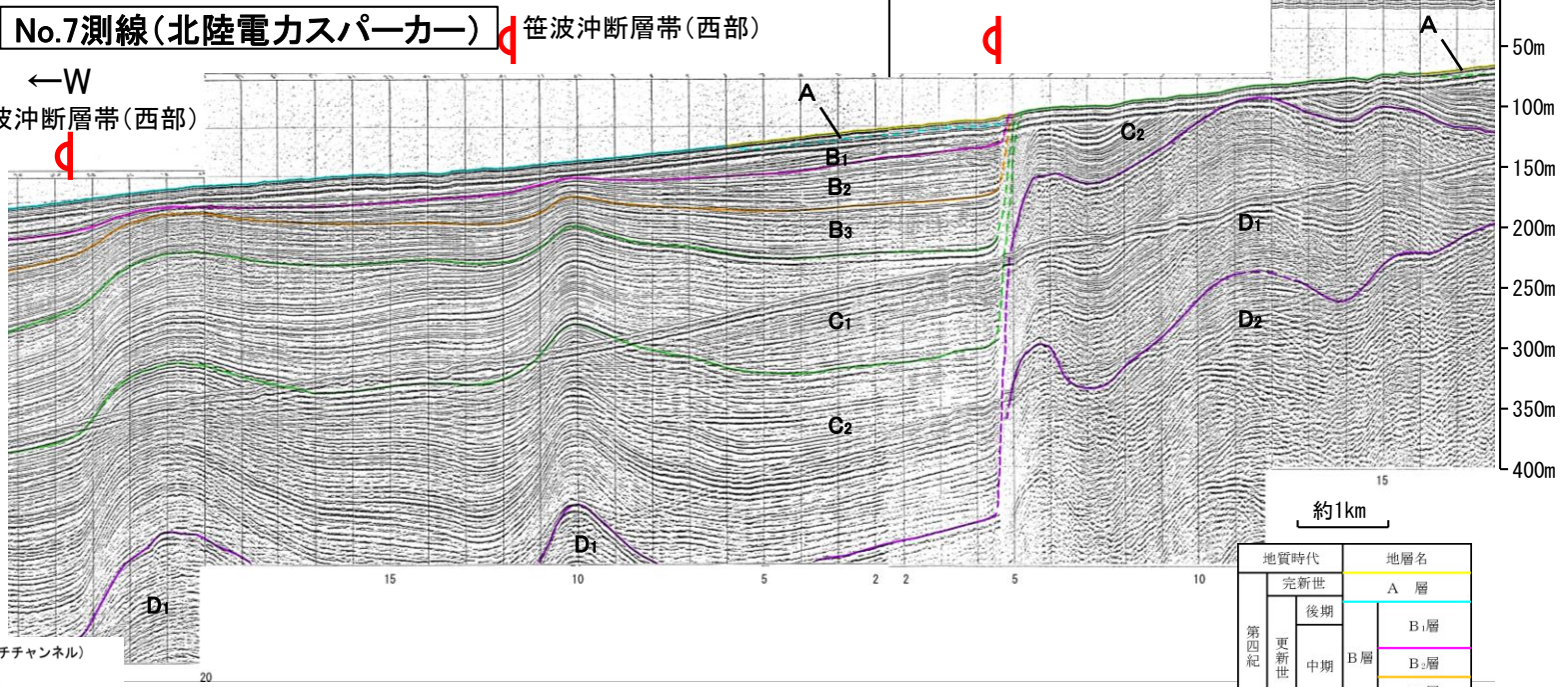
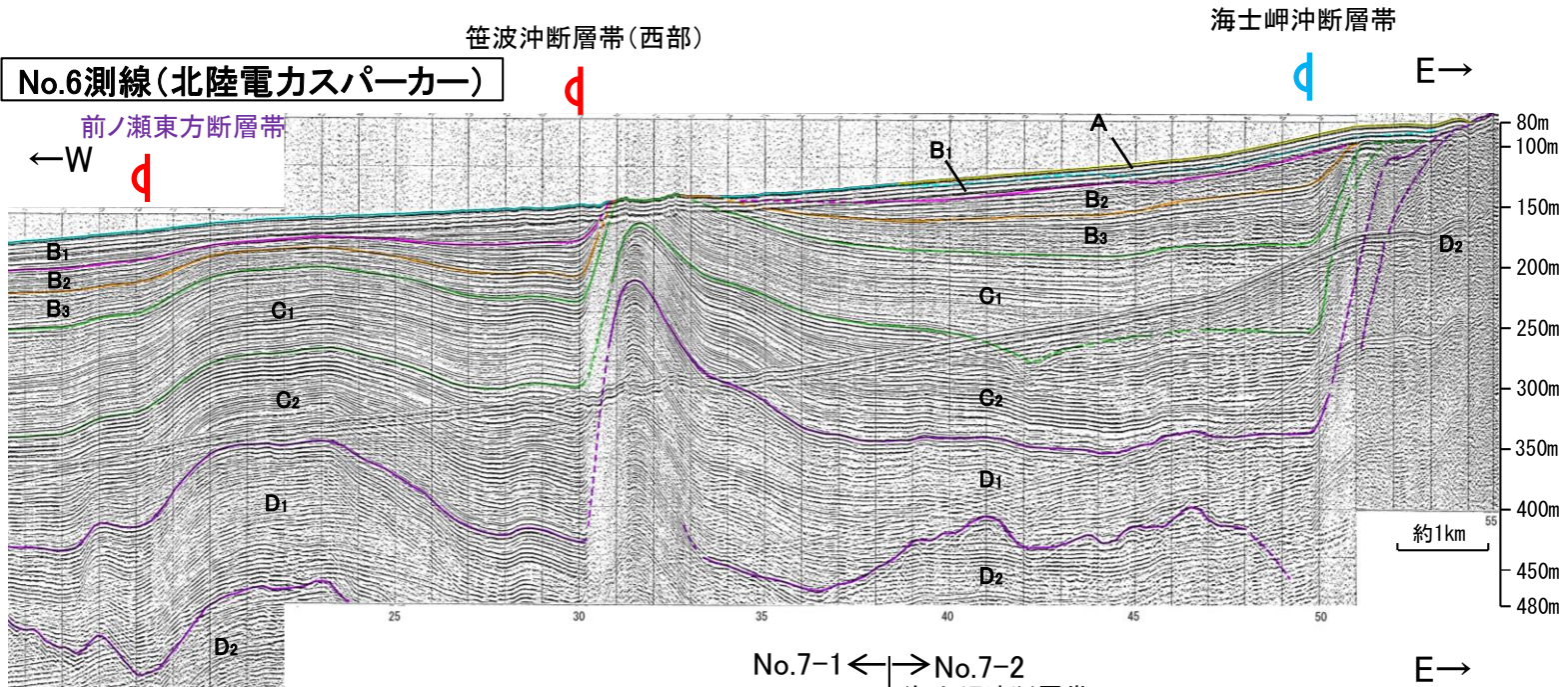
(参考)海士岬沖断層帯の上盤側(東側)の羽咋沖東撓曲延長付近(No.6測線:測点50～55付近, No.7-2測線:測点5～17付近)のいずれの地層にも、海士岬沖断層帯がバックスラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



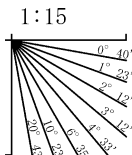
位置図  
凡 例

枠囲みの内容は機密事項に  
属しますので公開できません。

傾斜方向



右図記録範囲  
断層位置  
推定区間



| 地質時代 |      | 地層名 |                  |                  |
|------|------|-----|------------------|------------------|
| 第四紀  | 完新世  |     | A層               |                  |
|      | 更新世  | 後期  | B層               | B <sub>1</sub> 層 |
|      |      | 中期  |                  | B <sub>2</sub> 層 |
|      |      | 前期  |                  | B <sub>3</sub> 層 |
|      | 新第三紀 | 鮮新世 | C層               | C <sub>1</sub> 層 |
|      |      | 中新世 |                  | C <sub>2</sub> 層 |
|      |      | D層  | D <sub>1</sub> 層 |                  |
| 古第三紀 |      |     | D <sub>2</sub> 層 |                  |
| 先第三紀 |      |     |                  |                  |