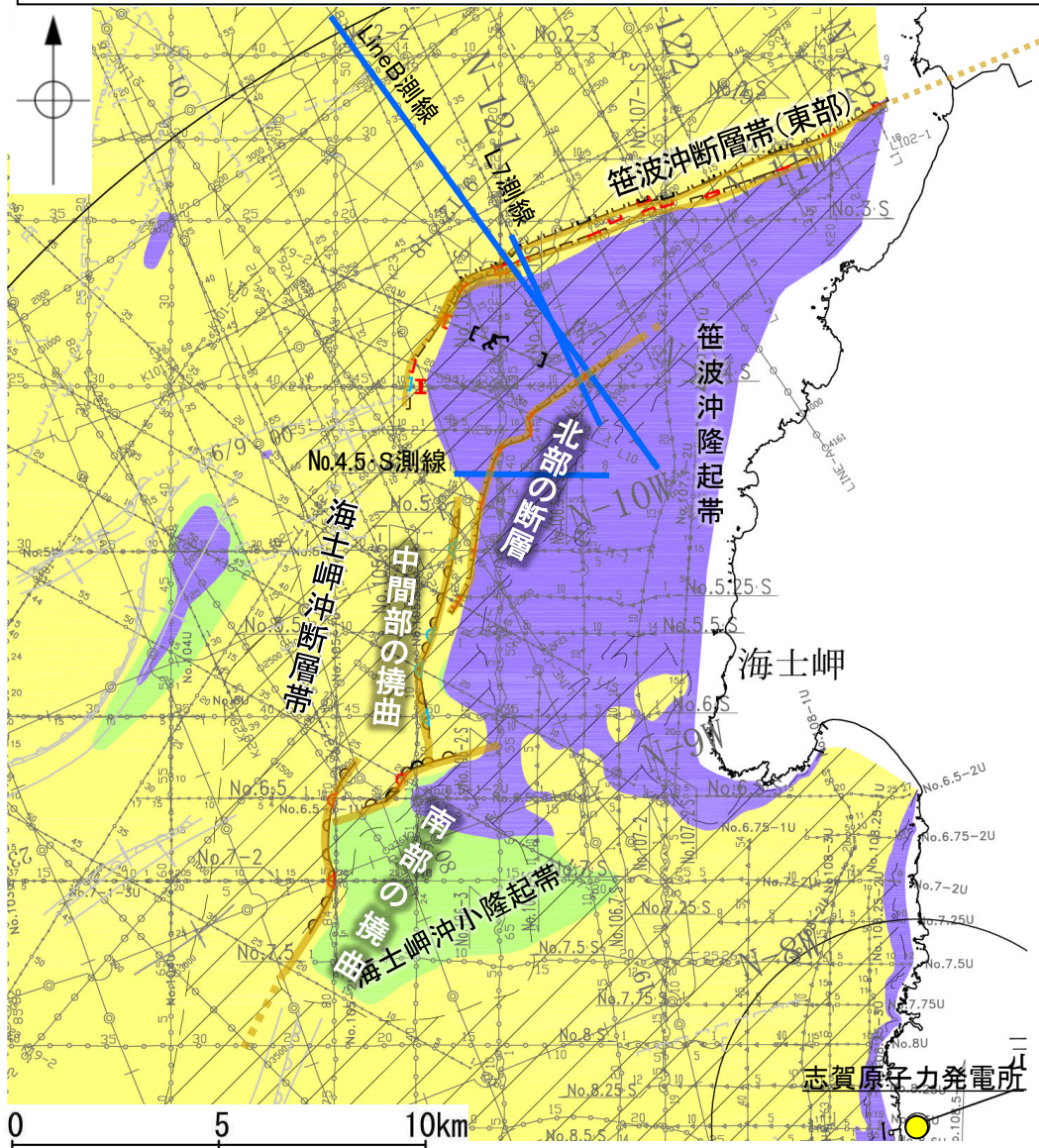


【海士岬沖断層帯の北部の音波探査記録】

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

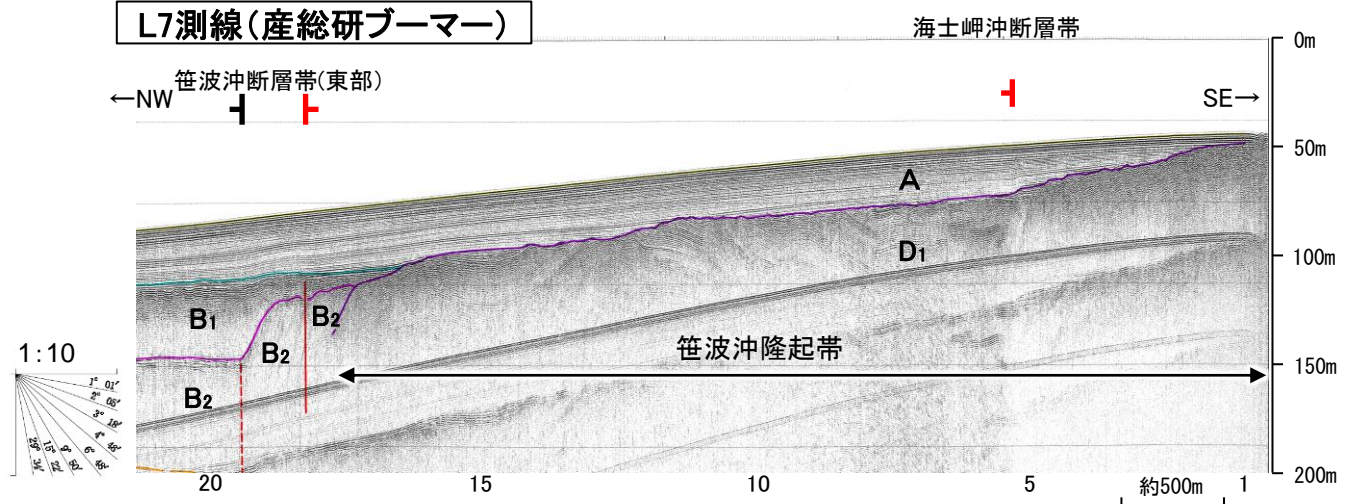
○海士岬沖断層帯の北部は、笹波沖隆起帯の内部に分布し、A層下部のわずかな変位、変形から推定された断層であり、後期更新世以降の活動が認められる(右下図)。
○佐藤ほか(2007a)は、Line B断面から余震はより南東側に位置する活断層(海士岬沖断層帯の北部に対応)との間に集中しており、二つの活断層がより深部の断層から分岐しているように見えるとしている(次頁)。



位置図 断層位置 推定区間

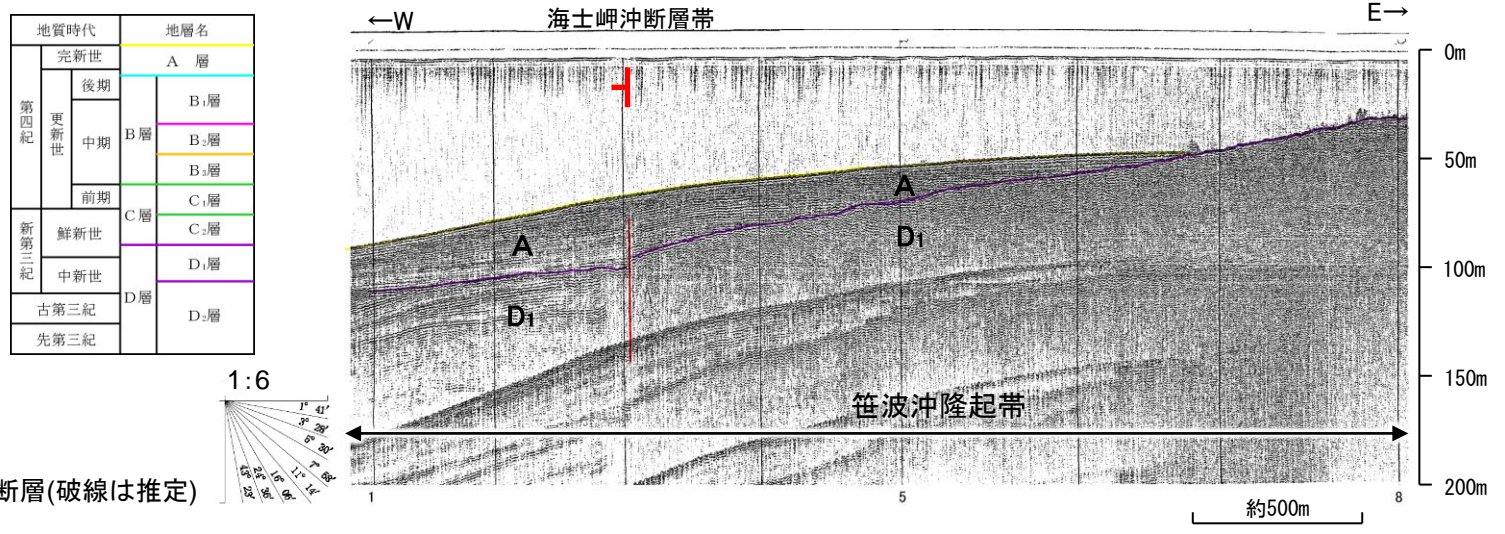
- 凡例
- (測線位置における活動性)
- 断層(伏在断層)
 - 撓曲
 - 断層(伏在断層) + 背斜軸
 - 撓曲 + 向斜軸
 - 断層(伏在断層) + 断層(連続性のない断層)
 - 伏在断層
 - A層(後期更新世~完新世)分布域
 - B層(中・後期更新世)
 - C層(鮮新世~前期更新世)
 - D層(先第三紀~鮮新世)
 - 右図記録範囲
- 断層(破線は推定)
- No.4 調査測線(北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No.4・S 調査測線(北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No.8U 調査測線(北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - 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: 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)
 - N-120 調査測線(地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)

L7測線(産総研ブーマー)



※この図面は、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

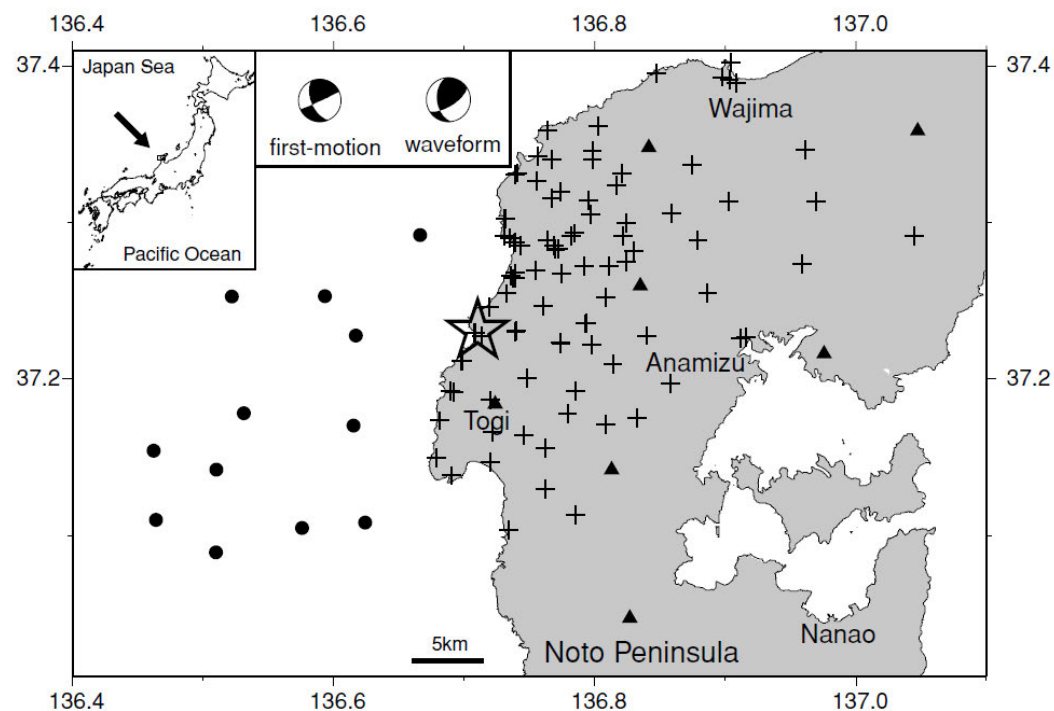
No.4.5・S測線(北陸電力スパークー)



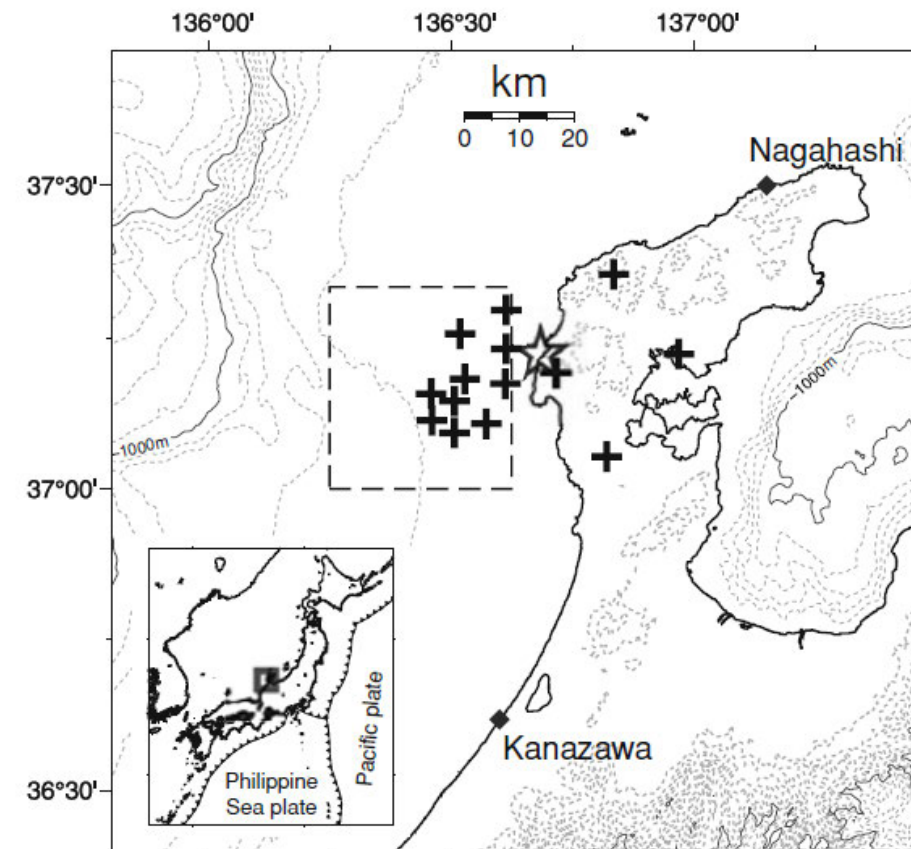
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	新第三紀	鮮新世	C層
		中新世	D ₁ 層
古第三紀		D ₂ 層	
先第三紀	D ₃ 層		

【余震観測位置 (Sakai et al.(2008), Yamada et al.(2008))】

- 佐藤ほか(2007a)は, Sakai et al.(2008) 及び Yamada et al.(2008) の観測データをもとに決定された震源分布を用いている。
- Sakai et al.(2008)は, 地震発生の日(2007年3月25日)から, 最大88地点に設置された地震計により約1か月に渡って観測している。
- Yamada et al.(2008)は, 4月5日から5月8日までの約1か月間, 海底地震計による観測を実施している。



地震観測所の位置 (Sakai et al.(2008))
図中の+は臨時地震観測所, ▲はテレメータ, ●は海底地震計



地震観測所の位置 (Yamada et al.(2008))
図中の+は臨時海底地震計(OBS)と陸上地震計の観測所の位置

【2007年能登半島地震の余震分布(佐藤ほか(2007a))】

○佐藤ほか(2007a)は, Sakai et al.(2008)及びYamada et al.(2008)の観測データをもとに余震分布を示しており, 断面4から一様な南傾斜の余震配列が見られ, ほぼ一様な傾斜で断面12まで連続するとしている。

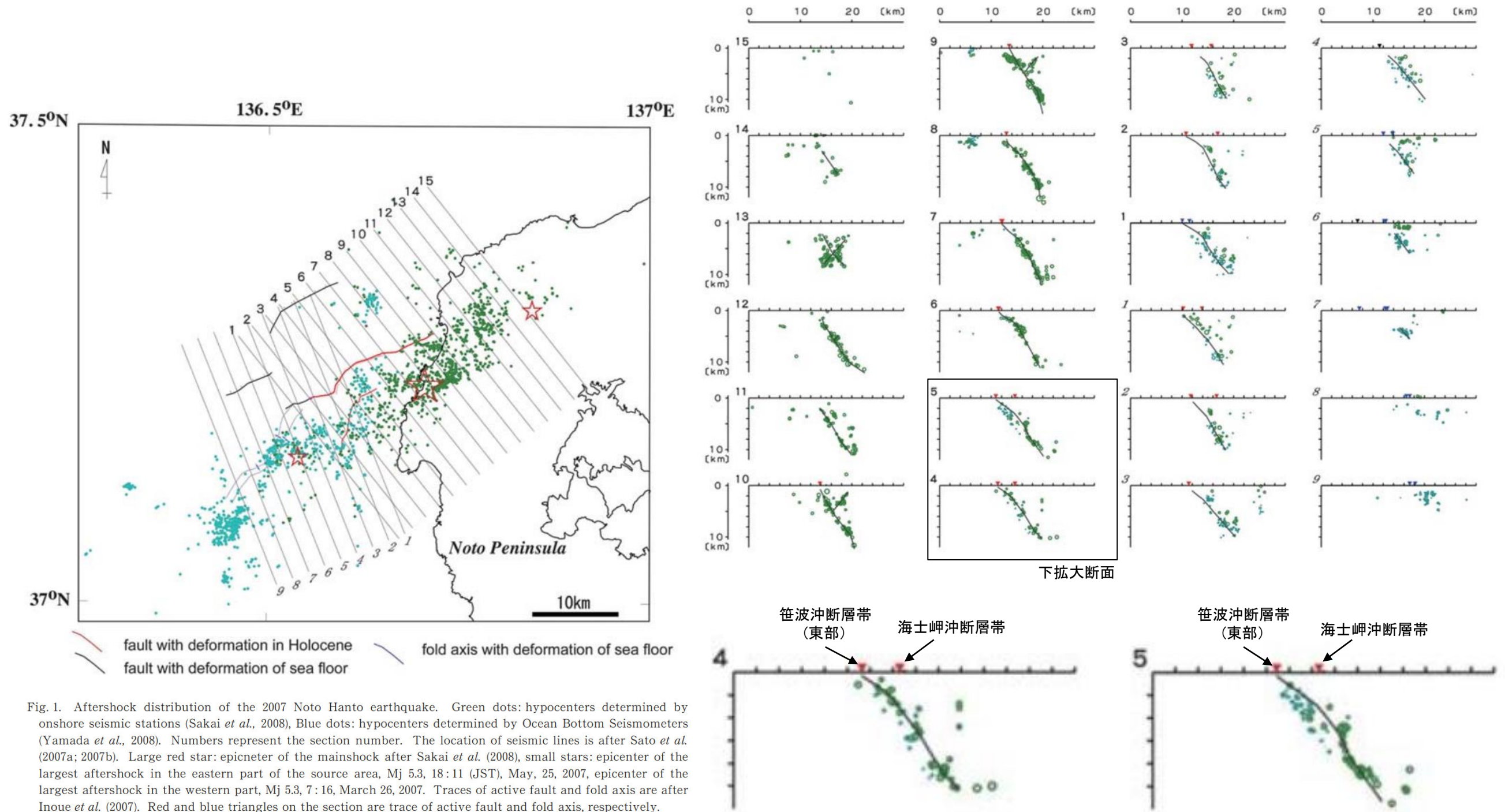


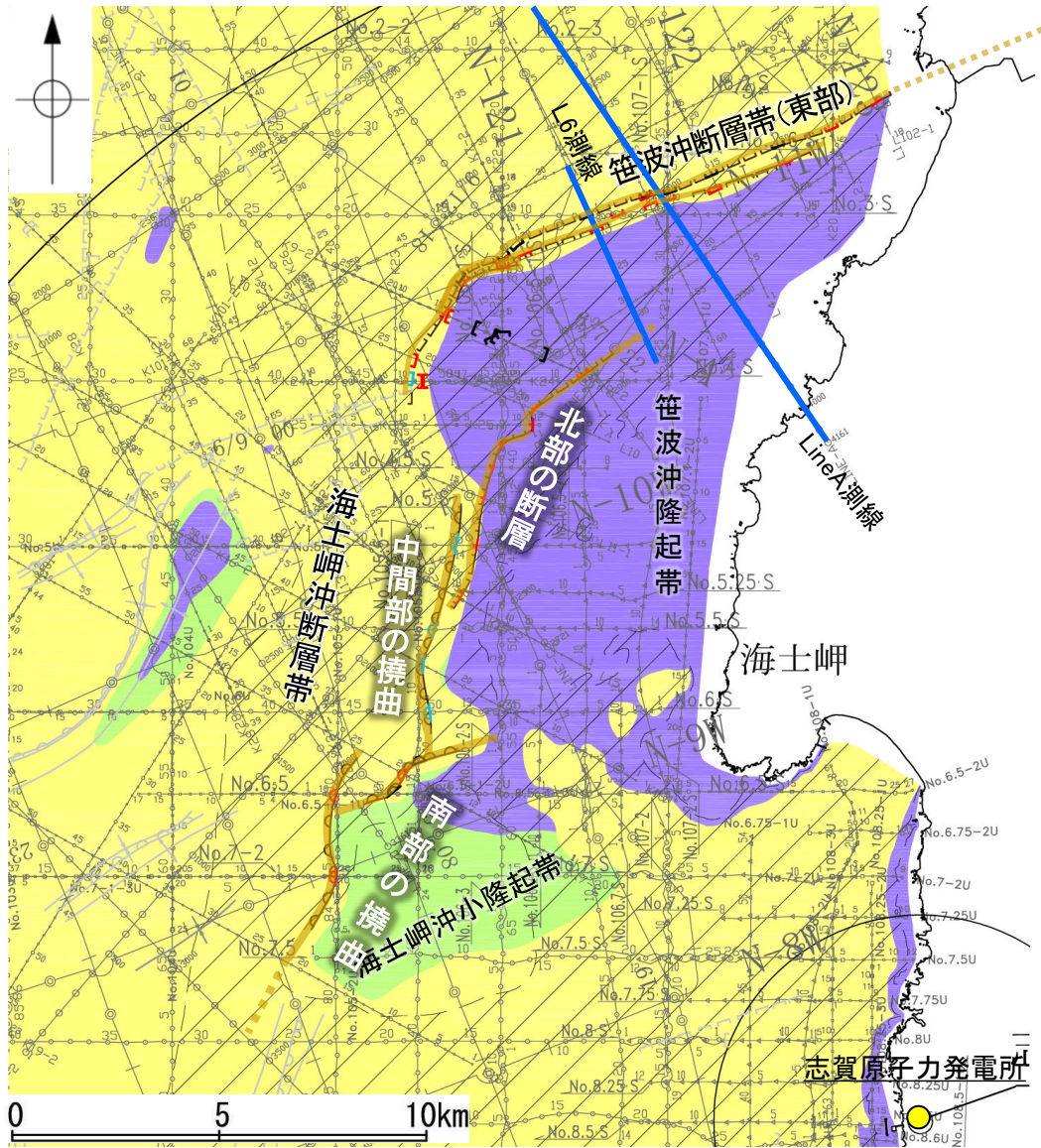
Fig.1. Aftershock distribution of the 2007 Noto Hanto earthquake. Green dots: hypocenters determined by onshore seismic stations (Sakai *et al.*, 2008), Blue dots: hypocenters determined by Ocean Bottom Seismometers (Yamada *et al.*, 2008). Numbers represent the section number. The location of seismic lines is after Sato *et al.* (2007a; 2007b). Large red star: epicenter of the mainshock after Sakai *et al.* (2008), small stars: epicenter of the largest aftershock in the eastern part of the source area, Mj 5.3, 18:11 (JST), May, 25, 2007, epicenter of the largest aftershock in the western part, Mj 5.3, 7:16, March 26, 2007. Traces of active fault and fold axis are after Inoue *et al.* (2007). Red and blue triangles on the section are trace of active fault and fold axis, respectively.

能登半島地震の余震分布
(佐藤ほか(2007a)を編集)

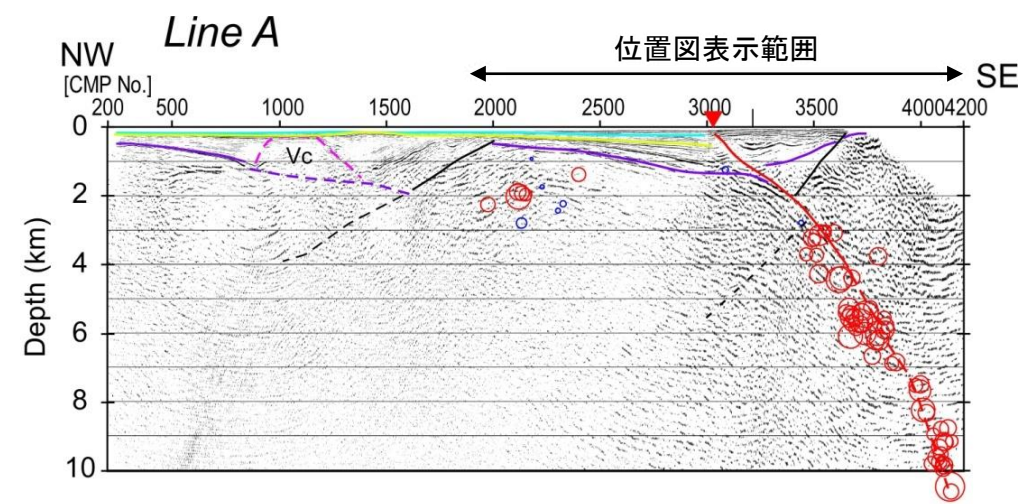
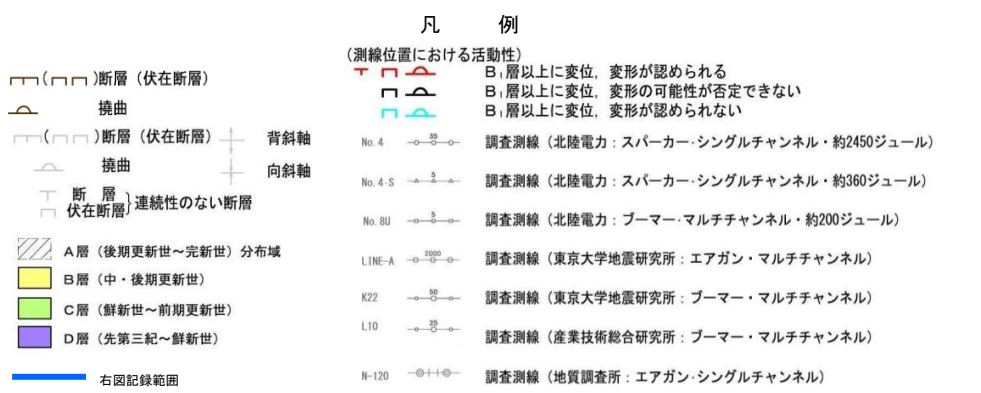
図中の緑点は陸上地震計による震源(Sakai et al. (2008)), 青点は海底地震計による震源(Yamada et al. (2008))

【笹波沖断層帯(東部)の特徴】

- 笹波沖断層帯(東部)は、笹波沖隆起帯北縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変位、変形から推定された断層であり、後期更新世以降の活動が認められる。
- 佐藤ほか(2007b)は、Line A断面(右上図は佐藤ほか(2007a))で反射法地震探査から推定した断層(笹波沖断層帯(東部)に対応)の形状と余震配列からの断層面は良好な一致を示すとしている。

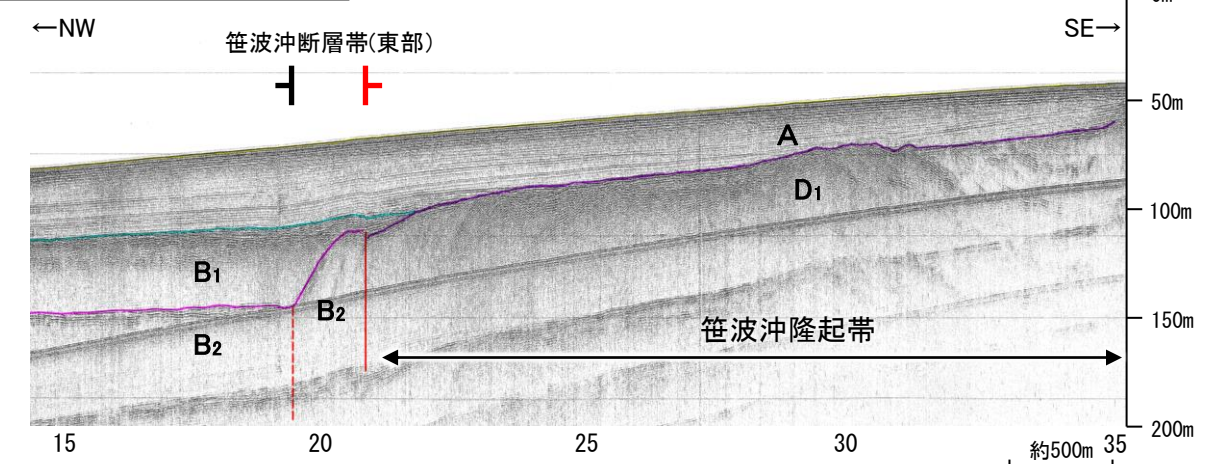


位置図



LINE-A断面
・反射法地震探査から推定した断層の形状と余震配列からの断層面は良好な一致を示す。(佐藤ほか, 2007b)

L6測線(産総研プーマー)



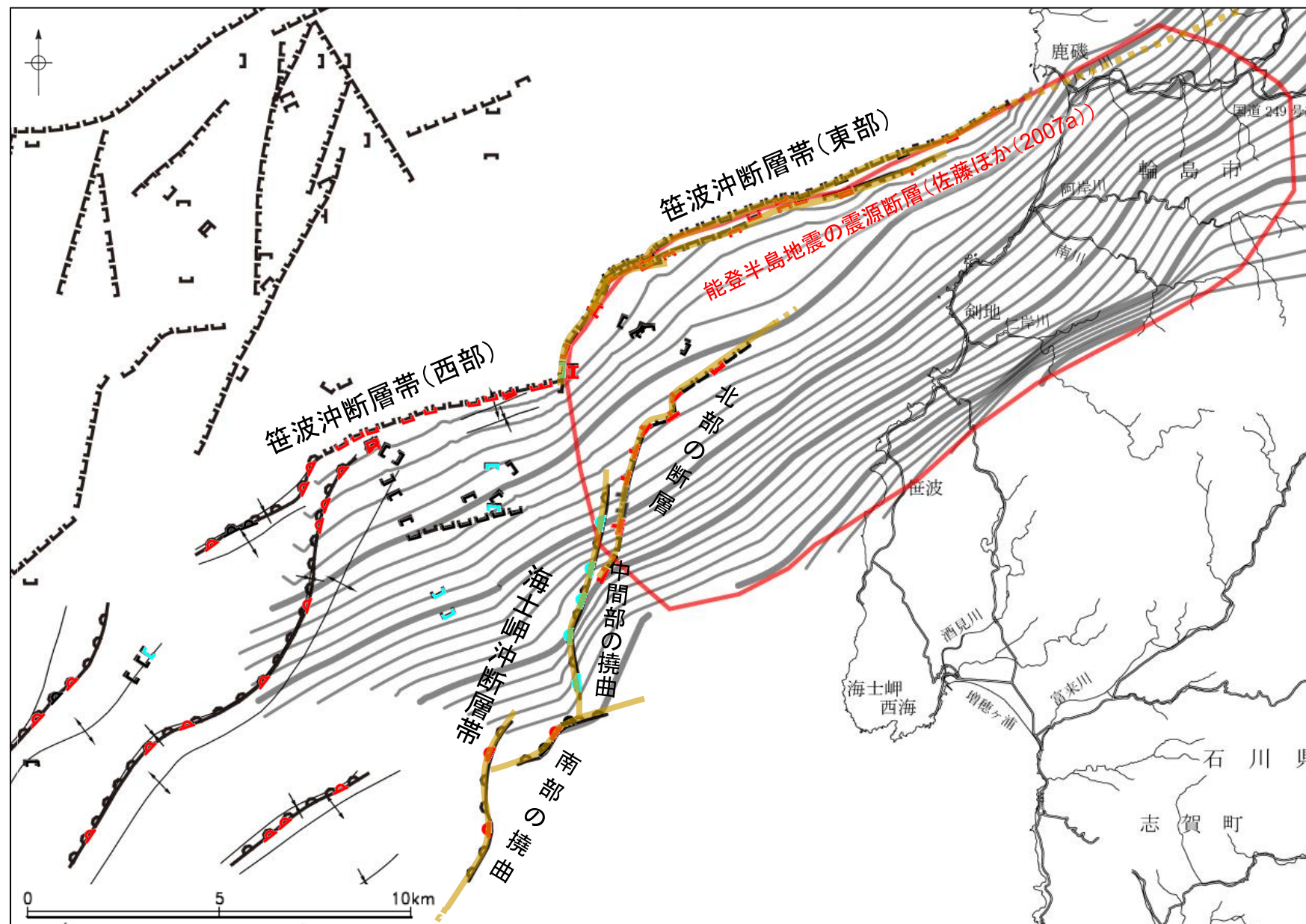
この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	C層
新第三紀	鮮新世	C層	
	中新世	D ₁ 層	
		D ₂ 層	
古第三紀	D層		
先第三紀	D層		

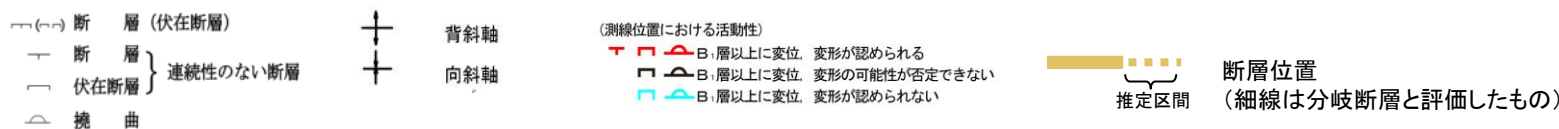
断層位置
推定区間
断層(破線は推定)

【2007年能登半島地震の震源断層との位置関係】

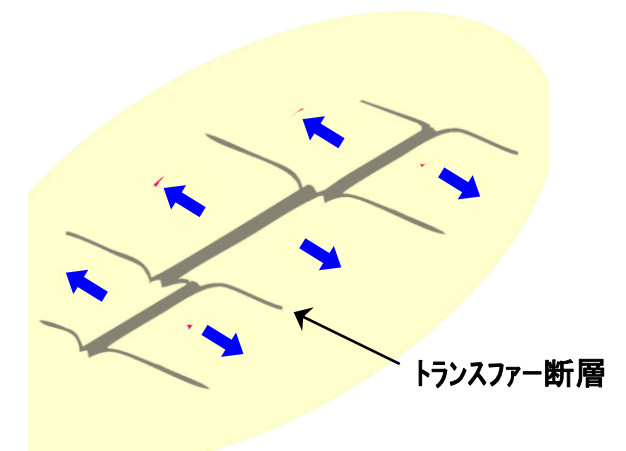
- 佐藤ほか(2007a)が示す2007年能登半島地震の震源断層と海士岬沖断層帯との位置関係を確認した。
- 海士岬沖断層帯の中間部は、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の境界で断層形状が屈曲する位置とほぼ対応しており、2007年能登半島地震の震源断層の西縁の地表付近に位置している。
- このことから海士岬沖断層帯の中間部は、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)を境する断層(トランスファー断層)を起源とする構造である可能性が考えられる。
- また、海士岬沖断層帯の北部は、そのほとんどが2007年能登半島地震の震源断層面上にある。



位置図



日本海拡大時の引張応力場

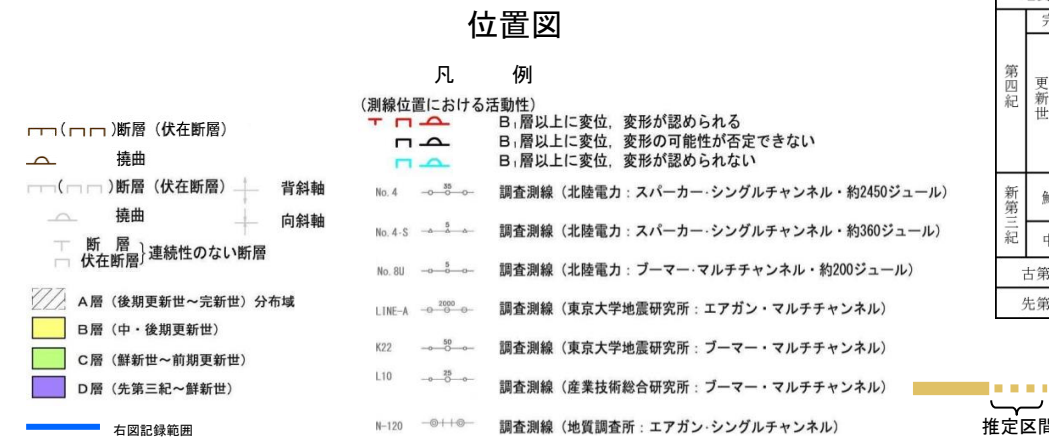
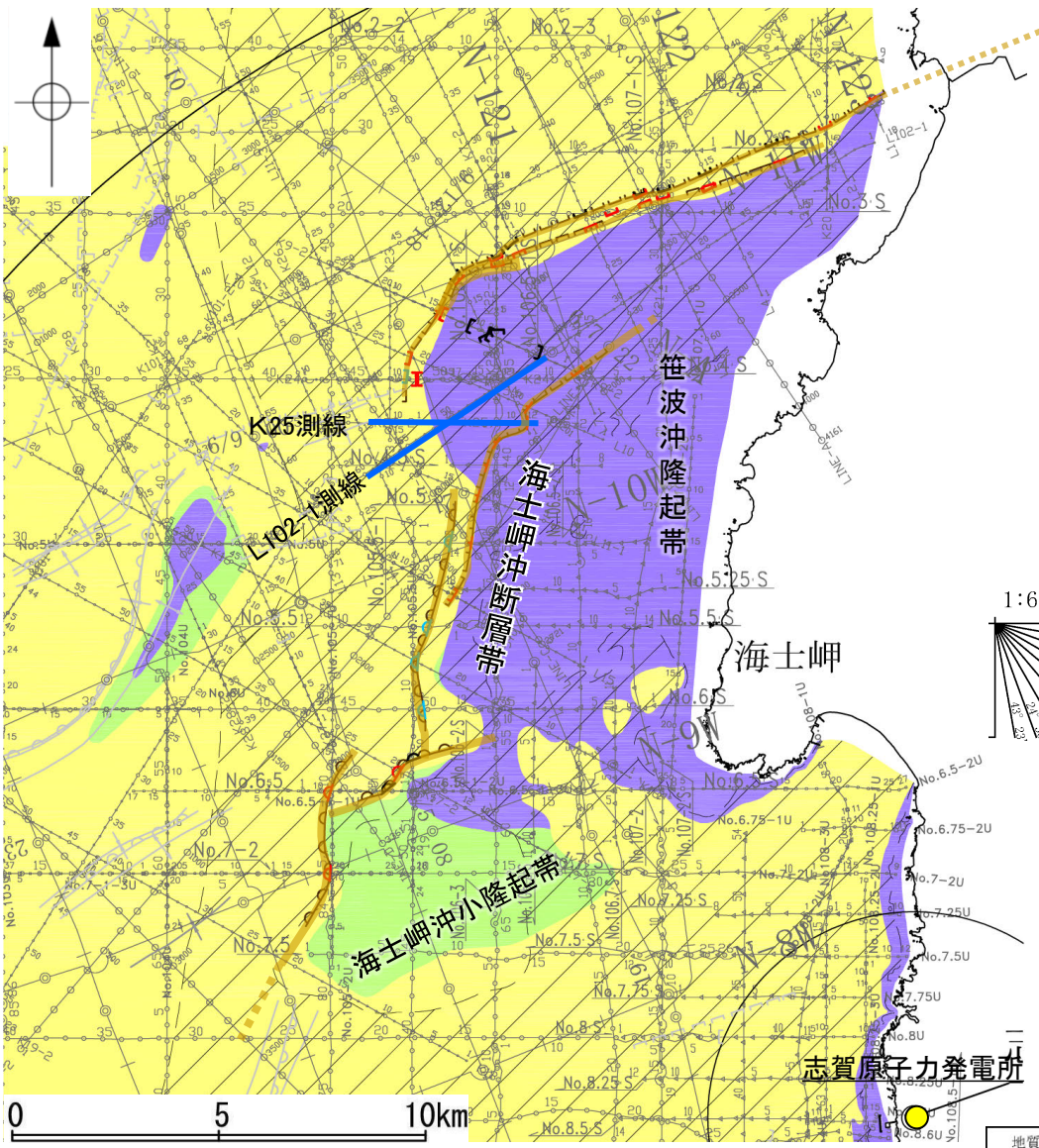


トランスファー断層の模式図

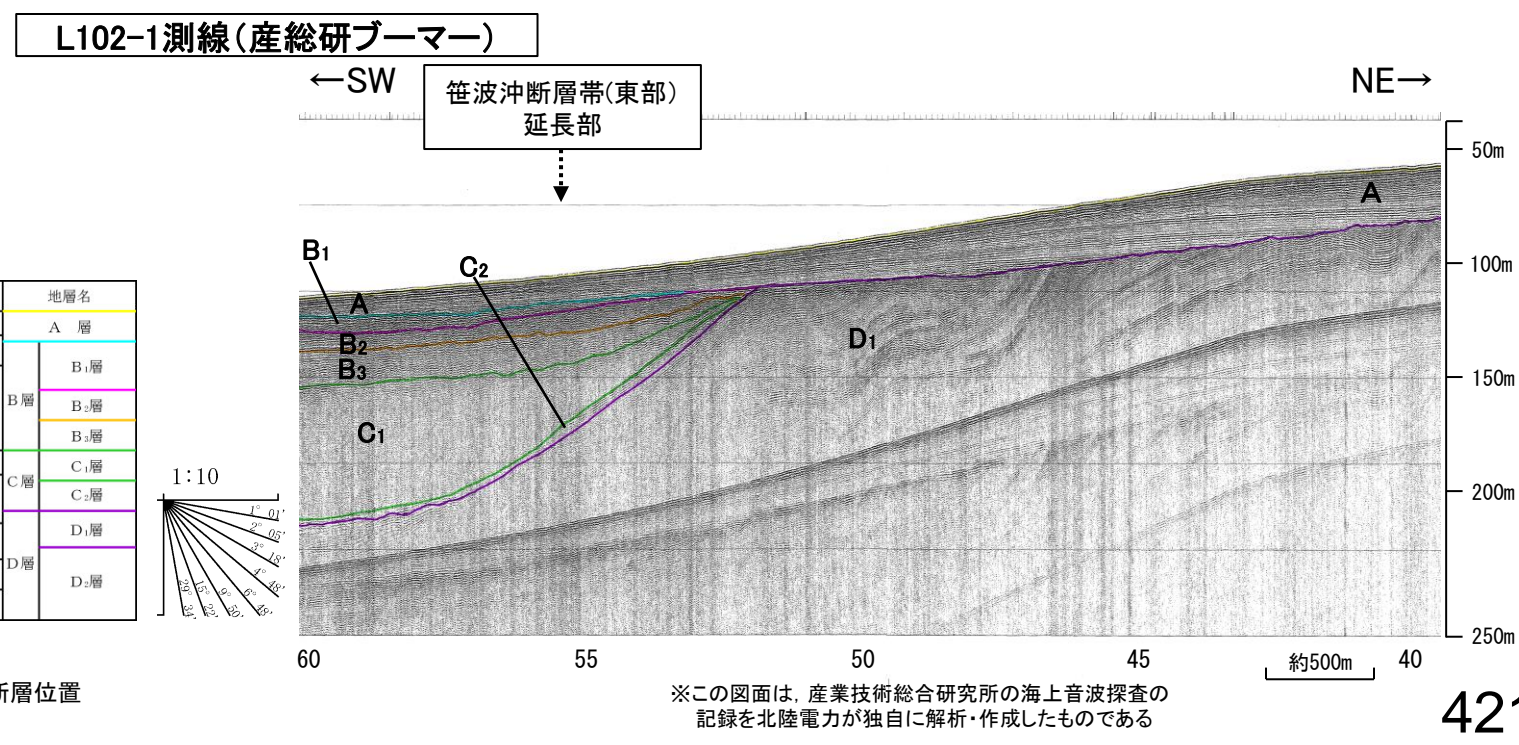
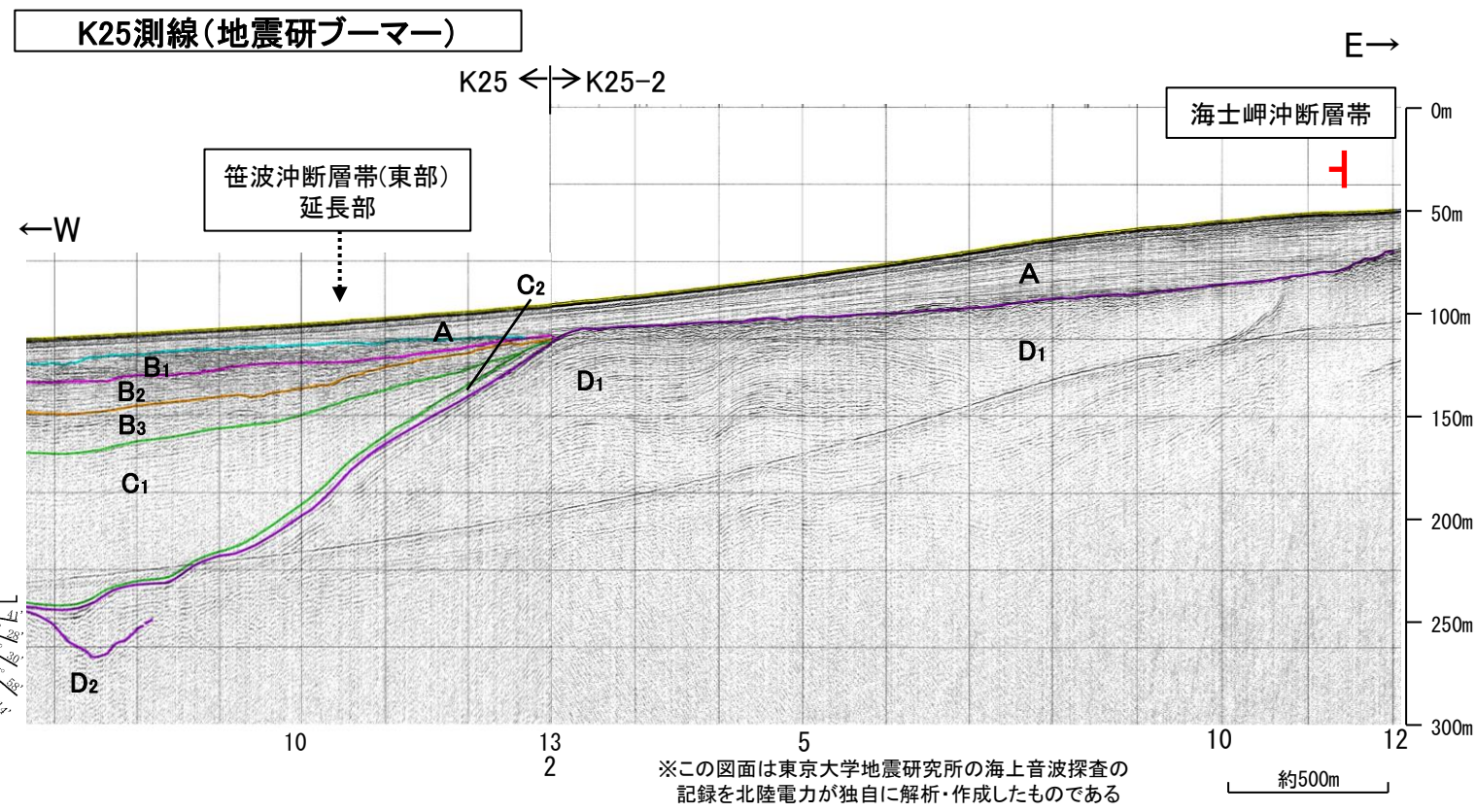
3.2.4(2) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動の検討 - 海上音波探査(地質構造の連続性) -

○海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)間の地質構造の連続性を検討するため、両断層間の海上音波探査記録を確認した。
○笹波沖断層帯(東部)の南方延長に位置する音波探査記録(K25測線, L102-1測線)からは、断層等は認められない。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所



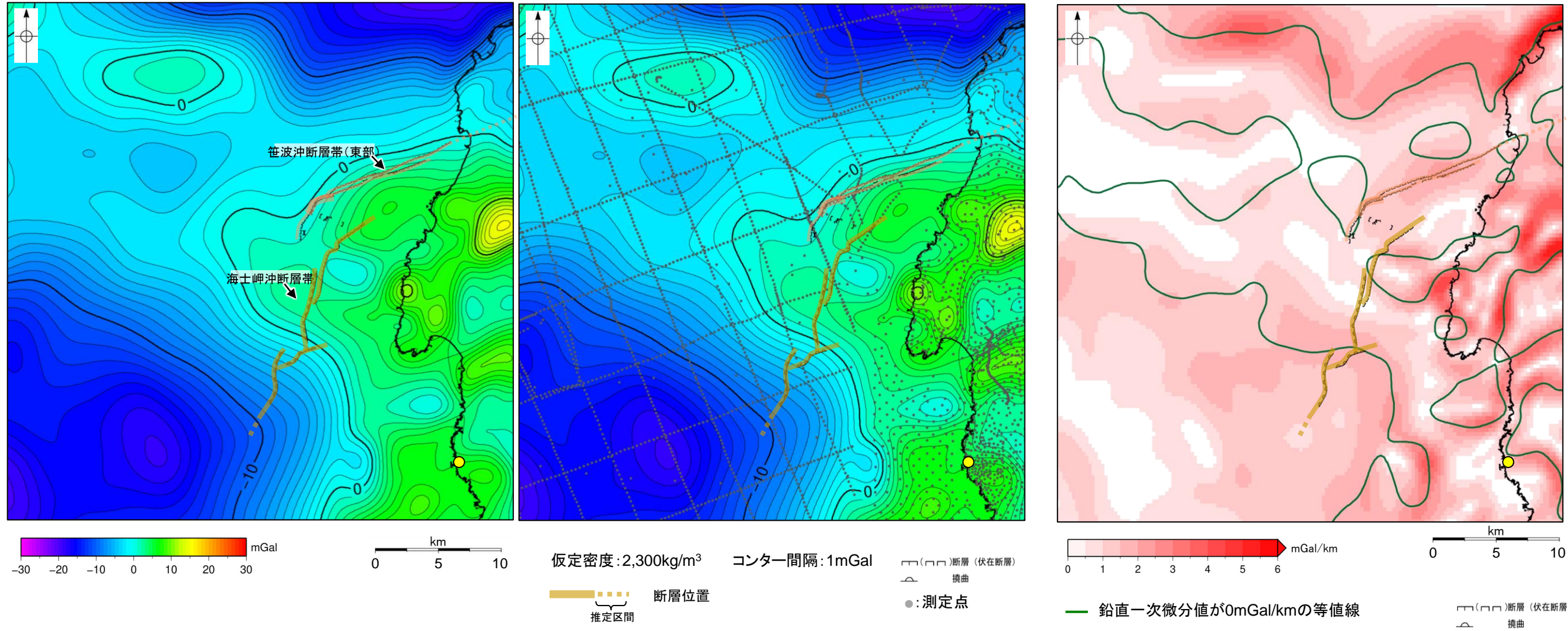
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層 B ₃ 層
	前期	C層	
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層	
	中新世	D層	
	古第三紀	D ₁ 層	
先第三紀	D ₂ 層		



3.2.4(3) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動の検討 - 重力異常分布 -

○海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)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。
○重力異常の等重力線に対して、笹波沖断層帯(東部)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、連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



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。

・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。

3.2.4(4) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動の検討

—B₁層基底の変位量分布, 平均変位速度—

○海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の後期更新世以降の活動の傾向を比較するため, B₁層基底の変位量分布を確認した。ただし, 海士岬沖断層帯の北部周辺にはB₁層が分布せず, 海士岬沖断層帯の中間部, 南部周辺はA層の層厚が薄いことから, 同一層による変位量の比較が難しいことから, 平均変位速度による確認も行った。

【B₁層基底の変位量分布】

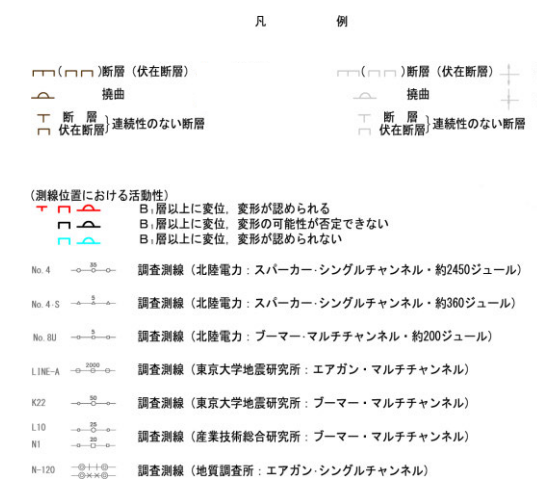
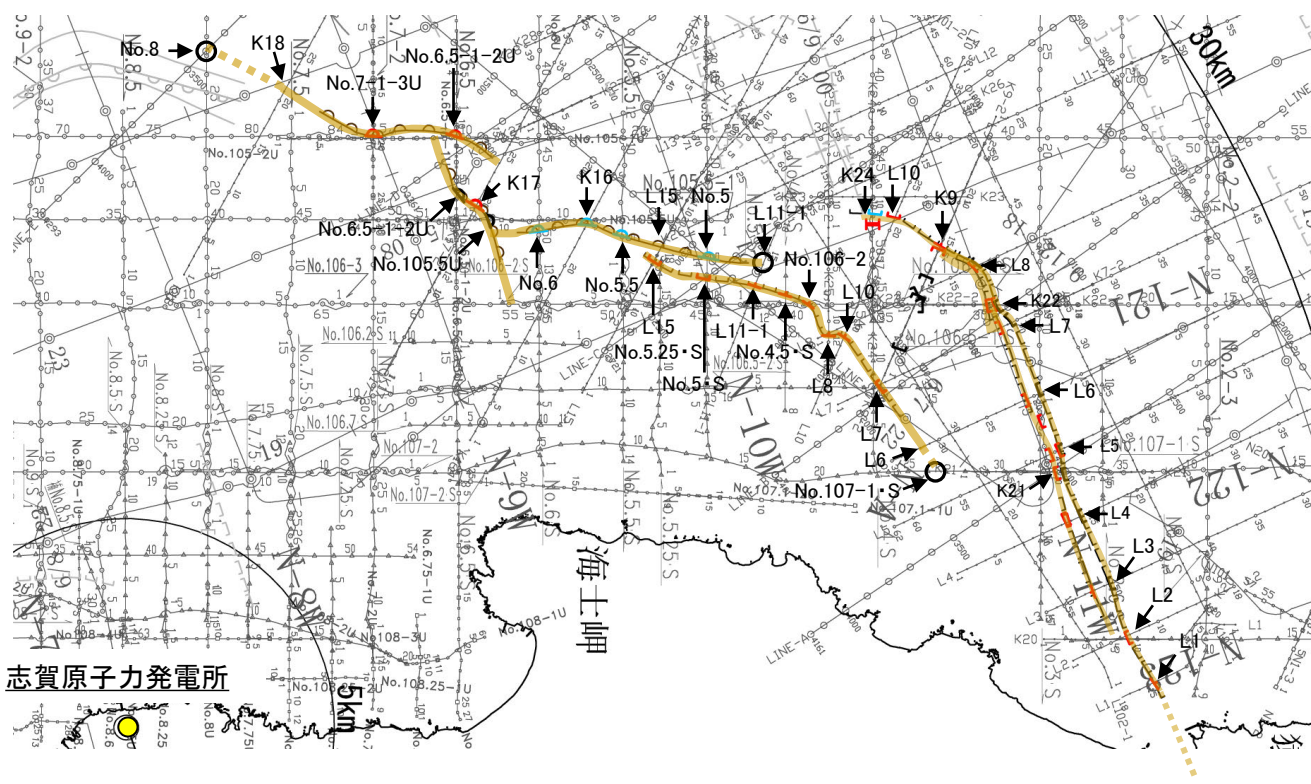
- ・海士岬沖断層帯のB₁層基底の変位量は, 南部では中央付近が大きく, 端部付近で小さくなり収束する。中間部では変位が認められない。
- ・笹波沖断層帯(東部)のB₁層基底の変位量は, 中央付近が大きく, 南西端に向かって小さくなる傾向にある。

【平均変位速度】

- ・海士岬沖断層帯の南部のB₁層基底(形成時期を33万年前と仮定)の変位量から算出した平均変位速度は, 0.01~0.1(m/千年)である。
- ・海士岬沖断層帯の北部のA層基底(形成時期を1.2万年前と仮定)の変位量から算出した平均変位速度は, 0.25~1.17(m/千年)である。
- ・笹波沖断層帯(東部)のA層基底の変位量から算出した平均変位速度は, 0.17~0.58(m/千年)である。

○以上のことから, 海士岬沖断層帯の中間部及び南部と笹波沖断層帯(東部)の境界でB₁層基底の変位量は収束するが, 海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)の平均変位速度はほぼ同程度の値を示す。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

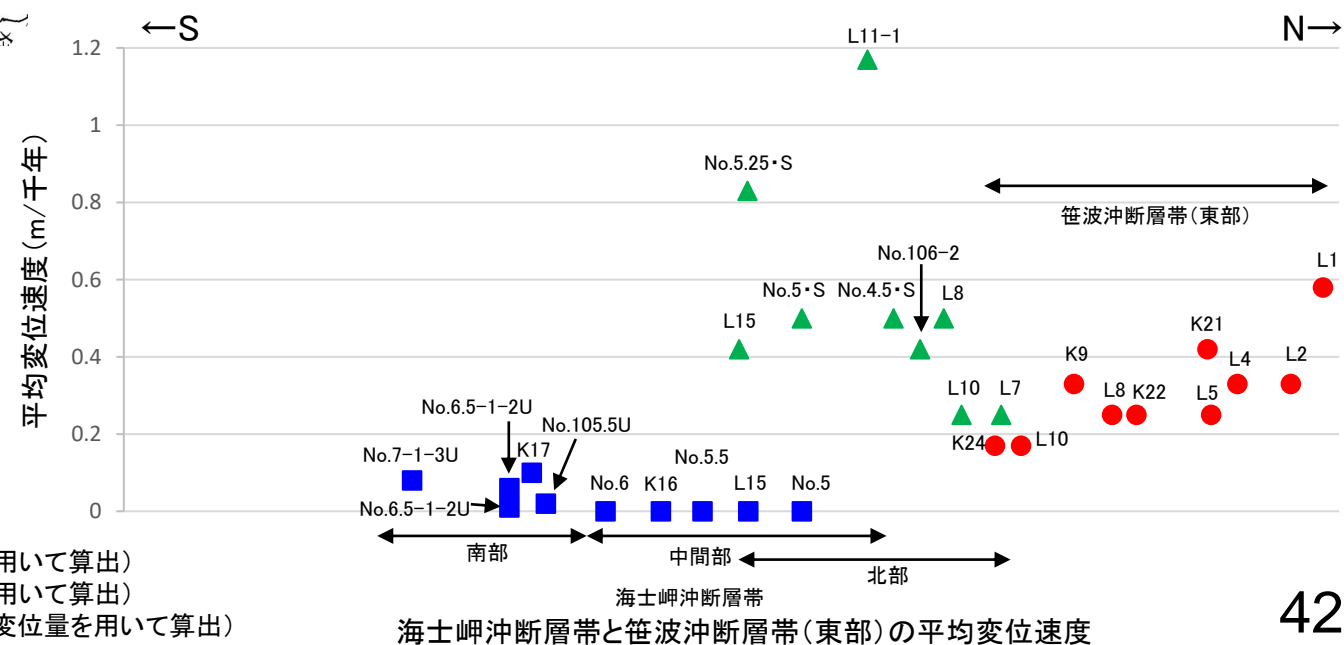
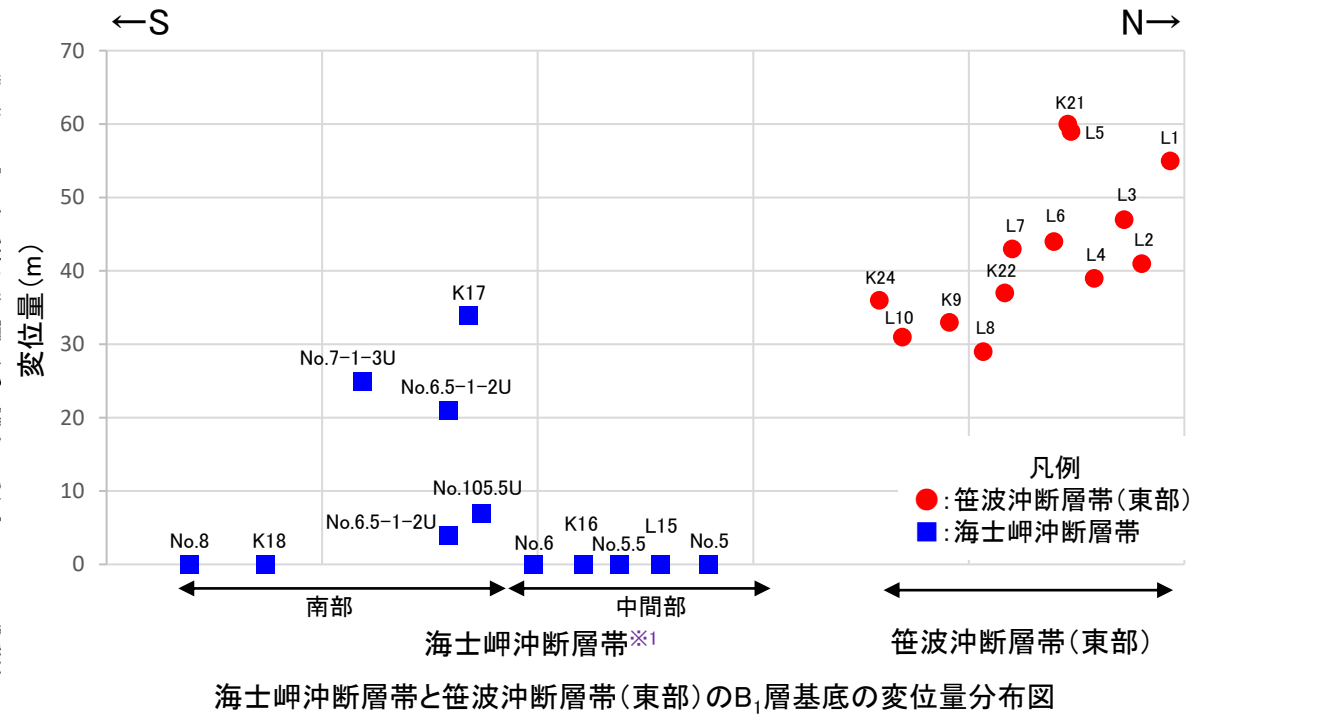


位置図 ○ 断層端点
断層位置
推定区間

・同じ位置で複数の測線で断層が認められる場合は, より解像度が高い測線もしくは走向に直交する測線の変位量を算出した。

※1: 海士岬沖断層帯の北部周辺にはB₁層が分布しないことから, この区間の変位量は示していない。

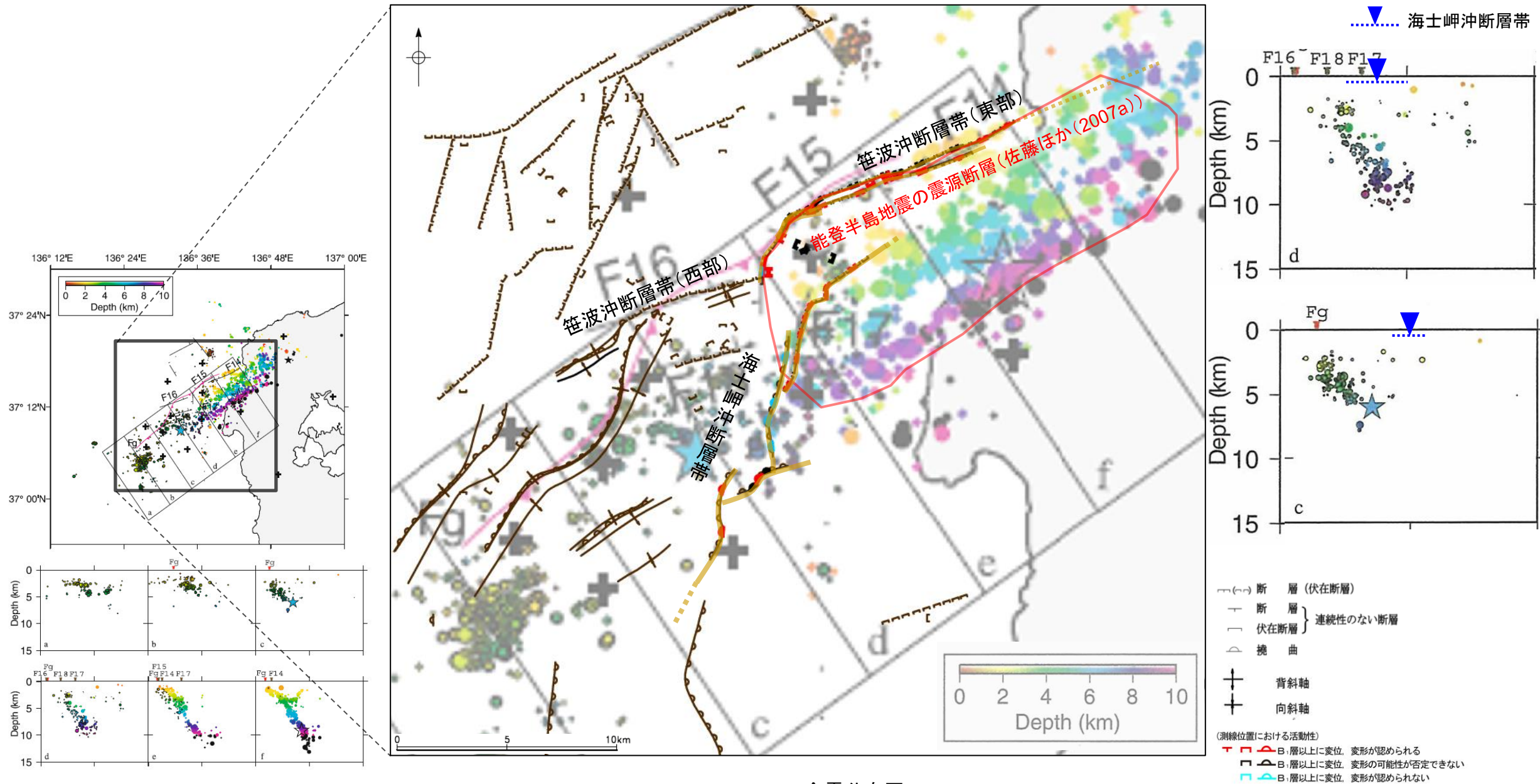
- 凡例
- : 笹波沖断層帯(東部) (A層基底(1.2万年前)の変位量を用いて算出)
 - ▲: 海士岬沖断層帯 北部(A層基底(1.2万年前)の変位量を用いて算出)
 - : 海士岬沖断層帯 中間部, 南部(B₁層基底(33万年前)の変位量を用いて算出)



3.2.4(5) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動の検討 —余震活動—

- 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が海士岬沖断層帯に拡大しているか、地震発生から約2ヵ月間の余震分布(Yamada et al.(2008))を用いて確認を行った。
- その結果、海士岬沖断層帯の深部には、**一様な南傾斜の余震配列は認められないが、余震の発生が一部認められる。**
- なお、余震活動は笹波沖断層帯(西部)に拡大していることから、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動については、**笹波沖断層帯(全長)として評価している(P.120)。**

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所



余震分布図
(Yamada et al.(2008)に一部加筆)

断層位置
推定区間

余白

3.2.5 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の 連動の検討結果

3.2.5(1) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)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羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)については、地表での断層位置・形状を確認した結果、断層トレースが並走しないことから、3.1節の「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。検討にあたっては、近接して分布する羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)を検討対象とした。検討結果は以下の通り。

<同時活動の可能性の検討>

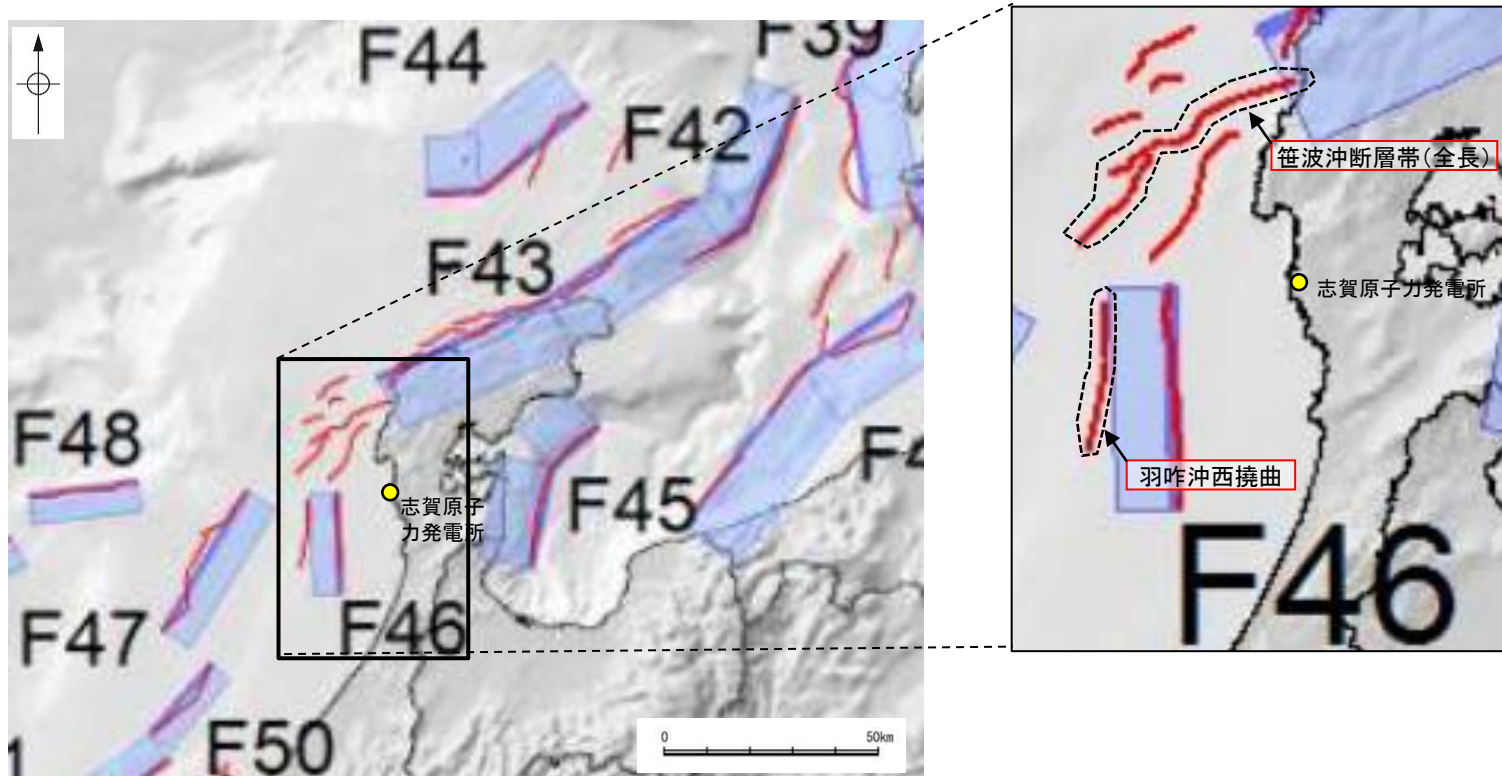
紫下線:第1193回審査会合以降に変更した箇所 青字:連動しない可能性を示唆するデータ

検討内容		検討結果
地形及び地質構造	文献調査	<p>①国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の同時活動を考慮していない(P.428)。</p> <p>②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、笹波沖断層帯(西部)に対応する構造は南東傾斜、羽咋沖西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ている(P.429)。</p> <p>③文科省ほか(2015)は、深部エアガン調査から、笹波沖断層帯(西部)は南東傾斜の断層、羽咋沖西撓曲は西傾斜の断層と判断しており、断層面の傾斜は逆である(P.430)。</p>
	地球物理学的調査	<p>海上音波探査</p> <p>④笹波沖断層帯(西部)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海域に分布し、羽咋沖西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.432)。</p> <p>⑤D層の分布状況を比較すると、羽咋沖西撓曲は断層の西方の標高が高いが、笹波沖断層帯(西部)は断層の東方の標高が高く、断層上盤の隆起が反対側に分布する(P.440)。</p> <p>⑥羽咋沖西撓曲はB₁層以上に東落ちの変形、笹波沖断層帯(西部)はB₁層以上に北西落ちの変位、変形が認められ、羽咋沖西撓曲は西傾斜の逆断層、笹波沖断層帯(西部)は南東傾斜の逆断層であると推定される(P.433~437)。</p> <p>⑦羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)間の音波探査記録(L102-2測線、No.8測線)からは、断層等を示唆するような変位、変形は認められず、両断層は連続しない(P.441)。</p> <p>(参考)羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)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.429, 430, 433~437)。</p>
	重力異常分布	<p>⑧羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)はいずれも走向に対応する重力異常急変部が認められず、連動の可能性については明確に判断できない(P.442)。</p>
断層の活動履歴	B ₁ 層基底の変位量分布	<p>⑨羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の境界でB₁層基底の変位量は収束し、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.443)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 羽咋沖西撓曲のB₁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り収束する。 笹波沖断層帯(西部)のB₁層基底の変位量は、断層の中央付近が大きく、端部に向かって小さくなり、南西端で収束する。
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> 国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の同時活動を考慮していない(①)。 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる(④)。 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)は、上盤の隆起が反対側に分布する(⑤)。 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)は、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(②, ③, ⑥)。 両断層間の音波探査記録に変位、変形は認められず、両断層は連続しない(⑦)。 B₁層基底の変位量分布から、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(⑨)。 <p>[評価結果]</p> <ul style="list-style-type: none"> 以上のことから、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の検討結果を踏まえ、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)は同時活動しないと判断されることから、両断層の連動を考慮しない。

○連動の検討の結果、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)を別々の断層として設定することとする。

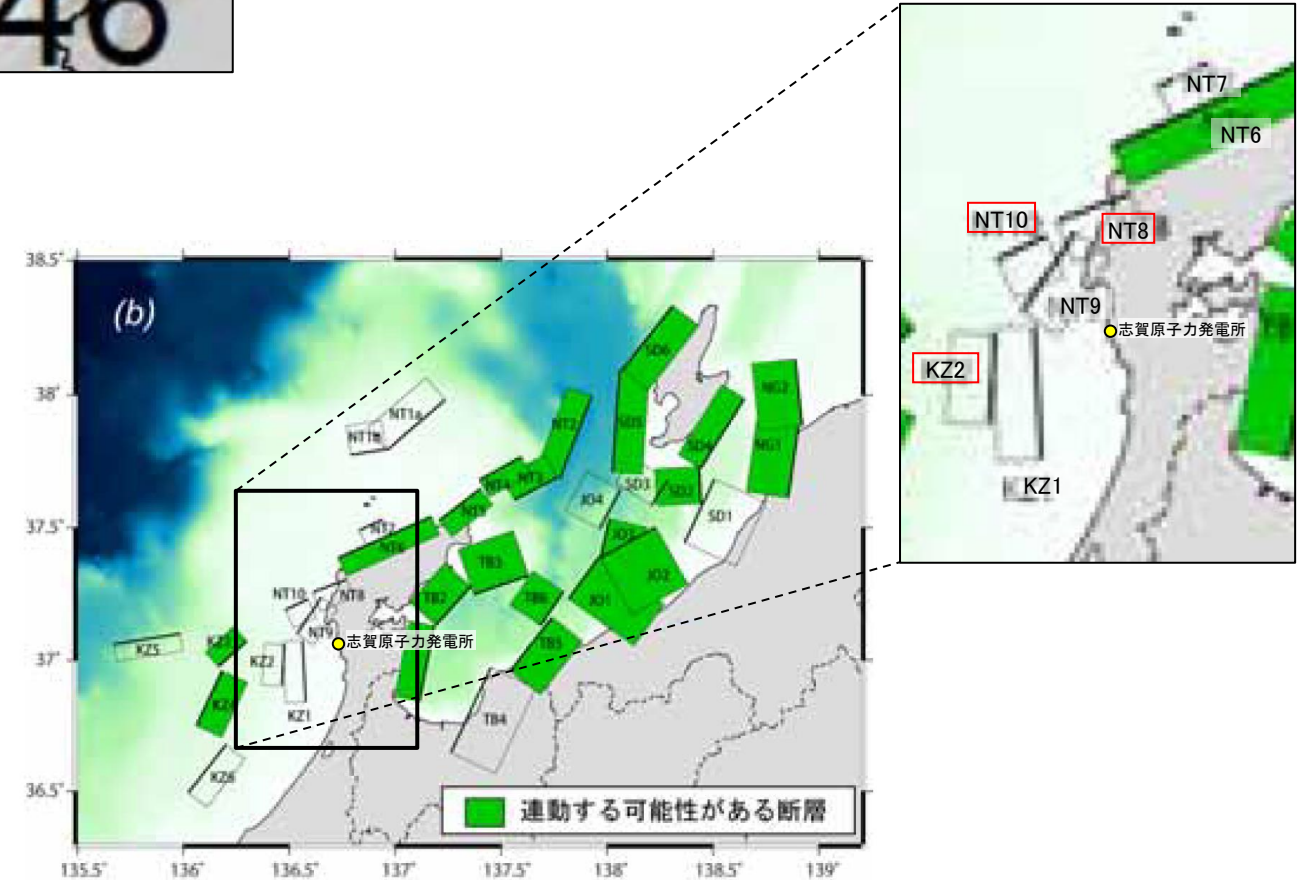
3.2.5(2) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討結果 ー文献調査ー

- 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動に関する文献調査を行った。
- 国交省ほか(2014)は、羽咋沖西撓曲に対応する海底断層トレースと笹波沖断層帯(全長)に対応する海底断層トレースをグルーピングしていない(左上図)。
- 文科省ほか(2016)は、羽咋沖西撓曲に対応するKZ2と笹波沖断層帯(全長)に対応するNT8, NT10の連動を考慮していない(右下図)。



津波断層モデルの位置
(国交省ほか(2014)に一部加筆)

— 海底断層トレース
 ■ 設定断層モデル



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

3.2.5(2) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 —文献調査, 海上音波探査—

○羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)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))に示された音波探査記録(エアガン)を確認した(下図, 次頁)。
○その結果, 羽咋沖西撓曲は西傾斜の逆断層, 笹波沖断層帯(西部)は南東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, 笹波沖断層帯(西部)に対応する構造は南東傾斜, 羽咋沖西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, 羽咋沖西撓曲または笹波沖断層帯(西部)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。

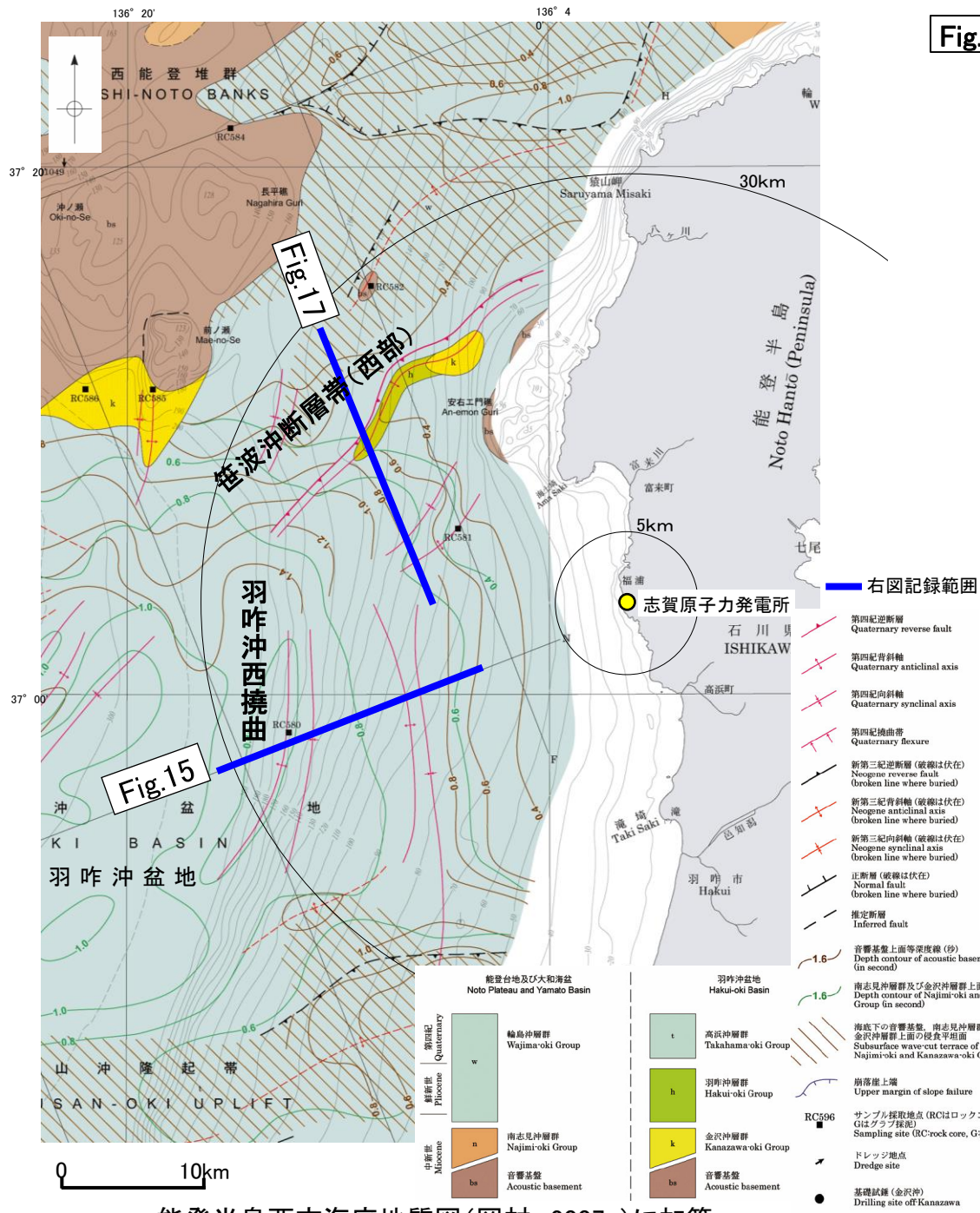
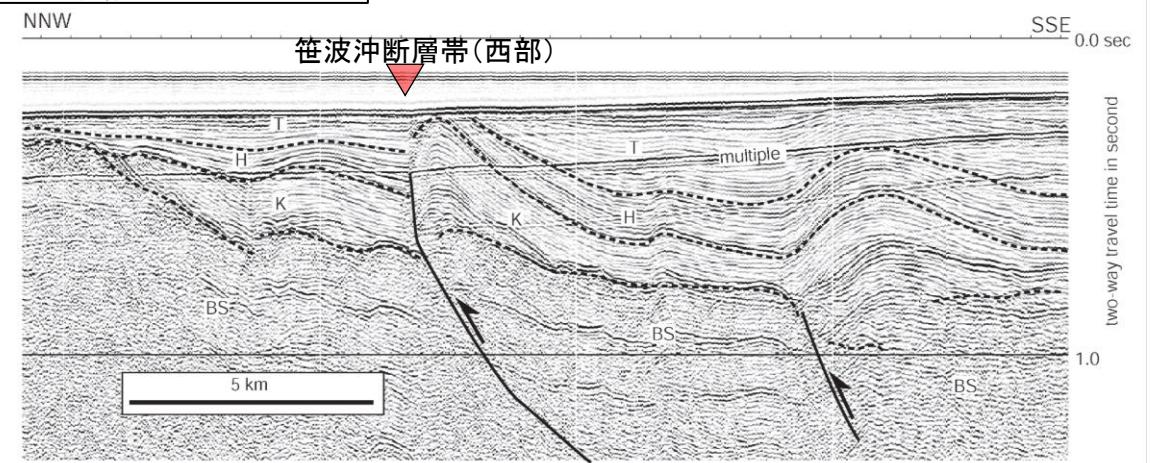


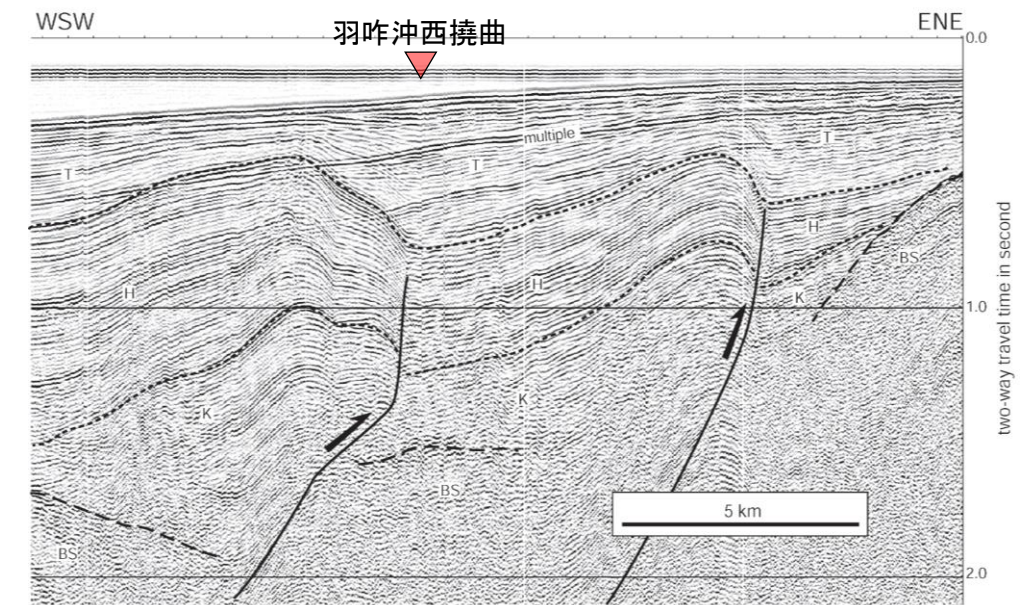
Fig.17(地質調査所エアガン)



羽咋沖の2つの背斜構造は北緯37° 05'付近で消滅し, その北側で北東-南西方向に延びる2-3列の背斜構造が現れる。これらの背斜構造は北西翼が狭く急傾斜する非対称な断面構造を持ち, 北西翼の基底に逆断層が伏在すると推定される。羽咋沖の逆断層とは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。(岡村, 2007a)

Fig.17解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

Fig.15(地質調査所エアガン)



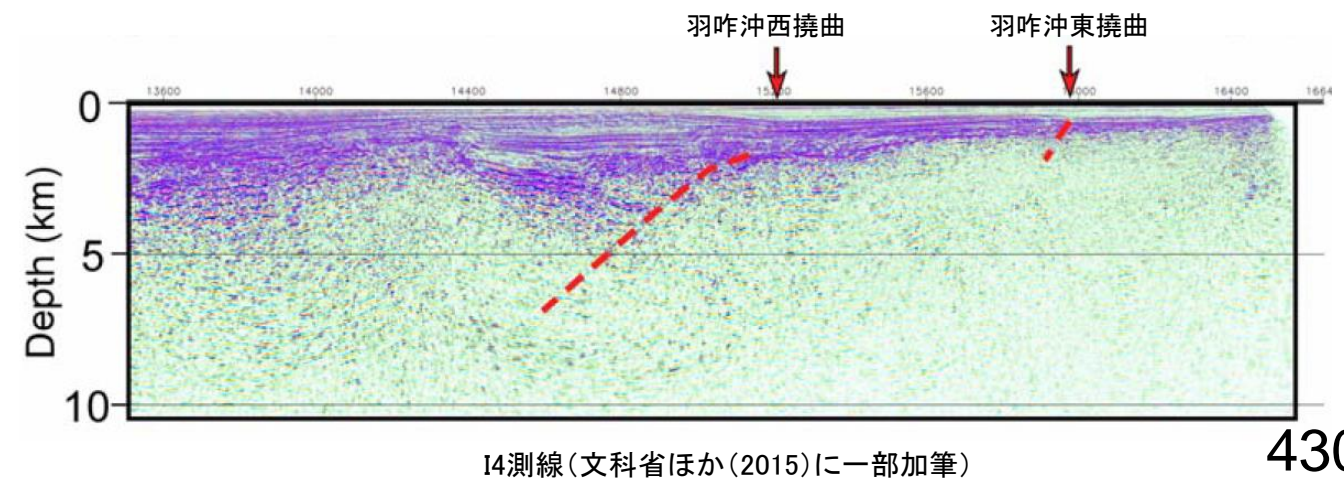
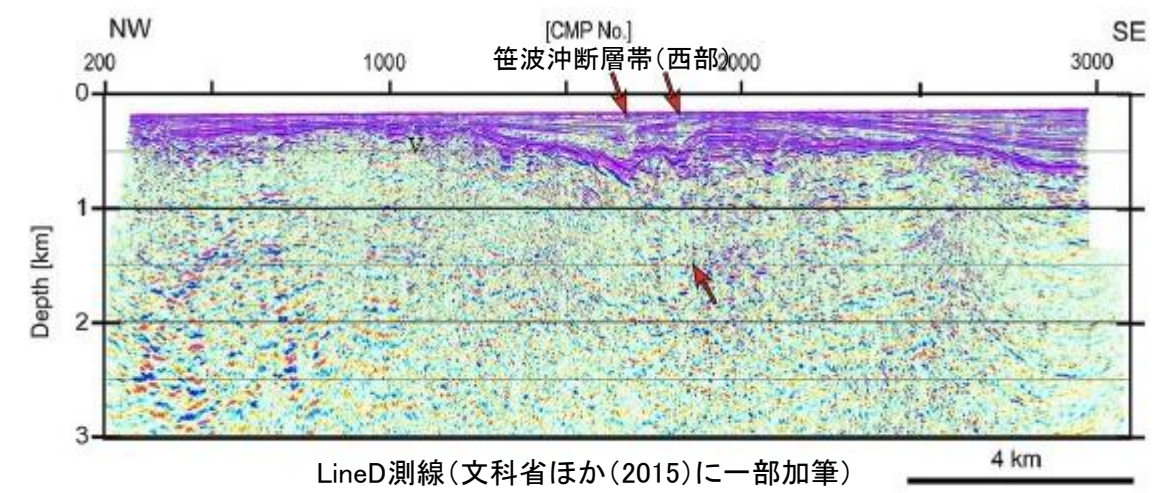
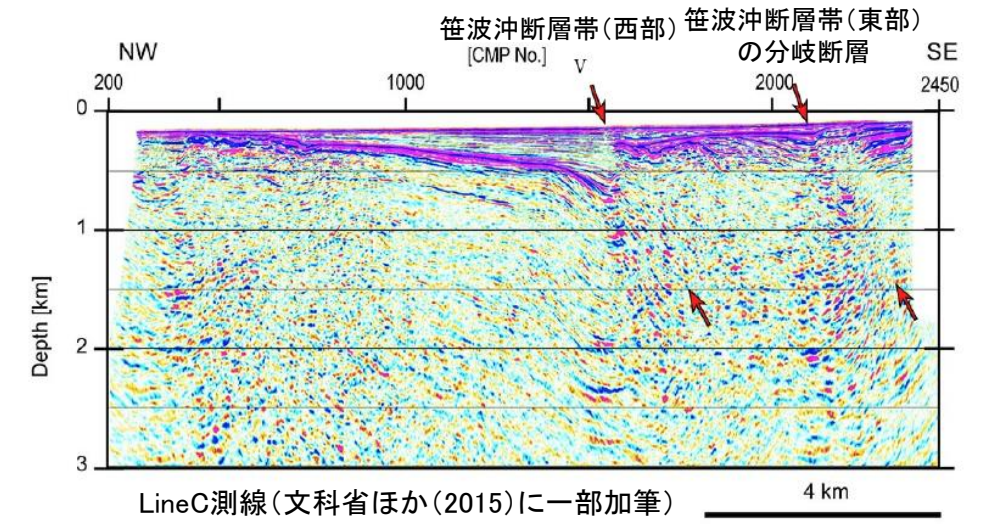
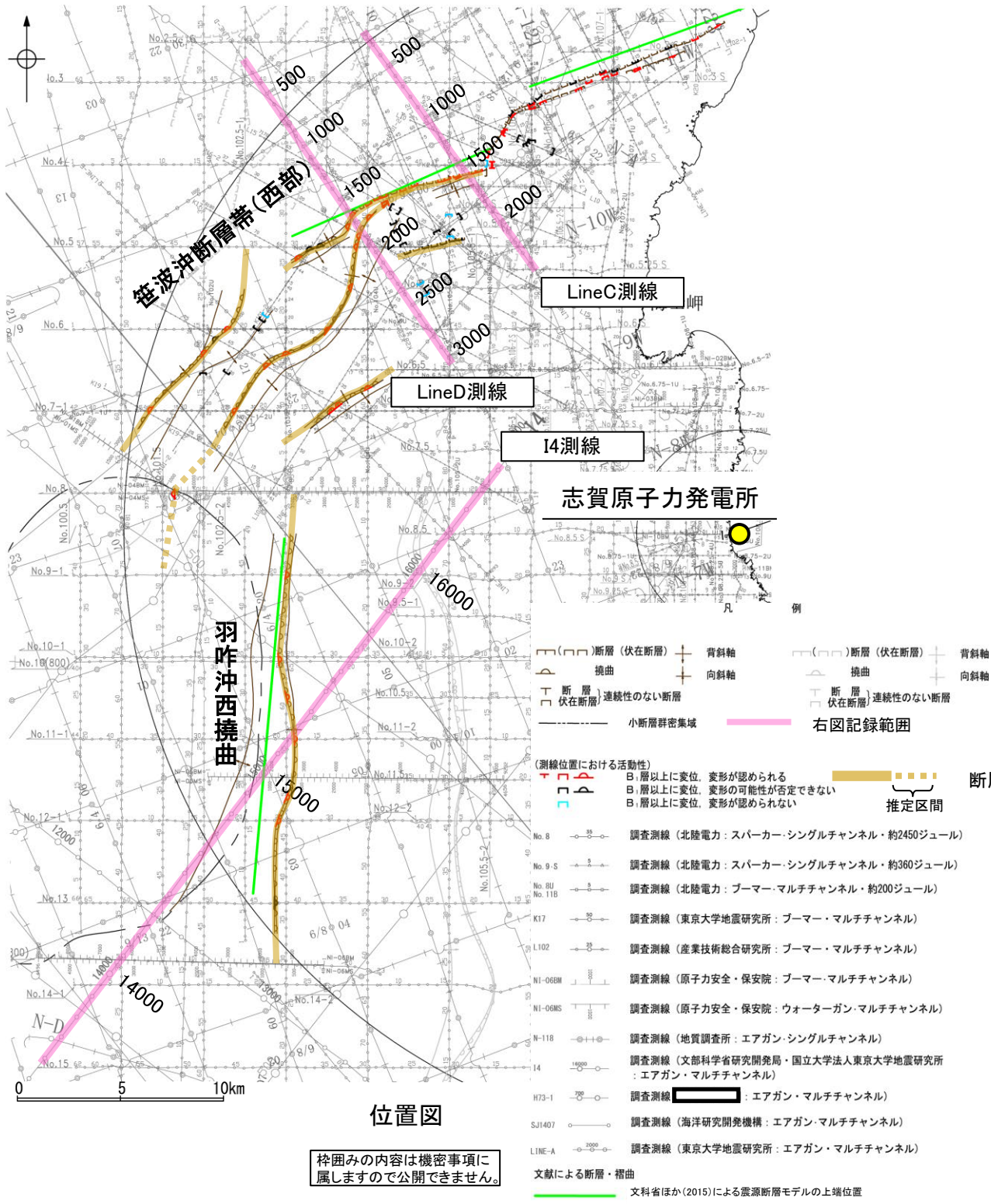
羽咋市の西方沖20-30kmに, ほぼ南北方向の背斜構造が2列形成されている。いずれも東翼が急傾斜で幅が狭く, 西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な背斜構造で, 東翼の基部に逆断層が伏在していると推定される。(岡村, 2007a)

Fig.15解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

【文科省ほか(2015)】

○文科省ほか(2015)は、笹波沖断層帯(西部)を横断する測線(LineC測線, LineD測線)から、笹波沖断層帯(西部)に対応する構造を深度約1.5kmまで確認しており、60°の南東傾斜の断層としている。また、羽咋沖西撓曲を横断する測線(I4測線)から、羽咋沖西撓曲に対応する構造を深度約6km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、羽咋沖西撓曲または笹波沖断層帯(西部)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。



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。

3.2.5(3) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 —海上音波探査—

○音波探査記録の確認の結果から、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の特徴をもとに、地質構造について検討を行った。

笹波沖断層帯(西部)

- 笹波沖断層帯(西部)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海域に分布する(次頁)。
- 笹波沖断層帯(西部)は北西落ちの変形が認められ、南東傾斜の逆断層と推定される。いずれもB₁層以上に変形が認められる(P.433, 434)。
- 笹波沖断層帯(西部)は笹波沖小隆起帯の北縁から北西縁に位置し、北縁から北西縁へ走向が変わるとともに断層及び撓曲が分岐、屈曲しており、断層周辺のD層は深度-200～-300m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い(P.440)。

(参考) 笹波沖断層帯(西部)周辺に、笹波沖断層帯(西部)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.433, 434)。

羽咋沖西撓曲

- 羽咋沖西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海域に分布する(次頁)。
- 羽咋沖西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B₁層以上に変形が認められる(P.435～437)。
- 羽咋沖西撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖西撓曲周辺のD層は深度-600～-800m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い(P.440)。

(参考) 羽咋沖西撓曲周辺に、羽咋沖西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.435～437)。

(両断層間の状況)

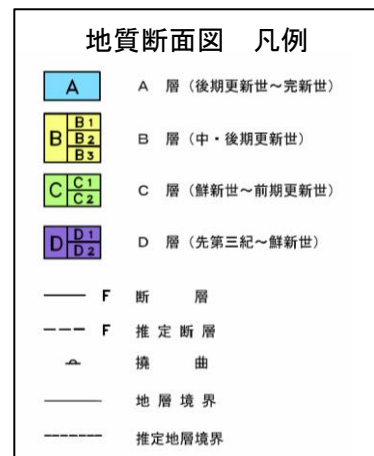
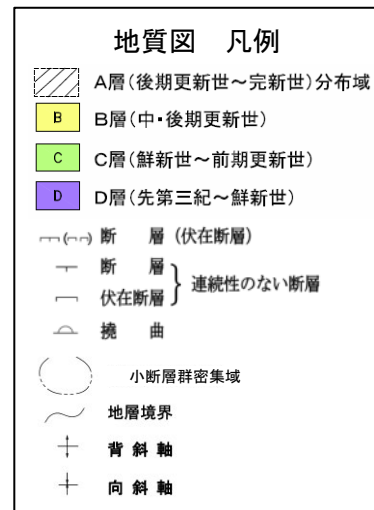
海上音波探査からの検討結果

- 特徴を踏まえると、笹波沖断層帯(西部)と羽咋沖西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、笹波沖断層帯(西部)は断層の東方の標高が高いが、羽咋沖西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。**
- 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)は、**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。**
- 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)間の音波探査記録(L102-2測線, No.8測線)からは、断層等は認められず、両断層は連続しない(P.441)。**

【笹波沖断層帯(西部), 羽咋沖西撓曲周辺の地質図及び地質断面図】

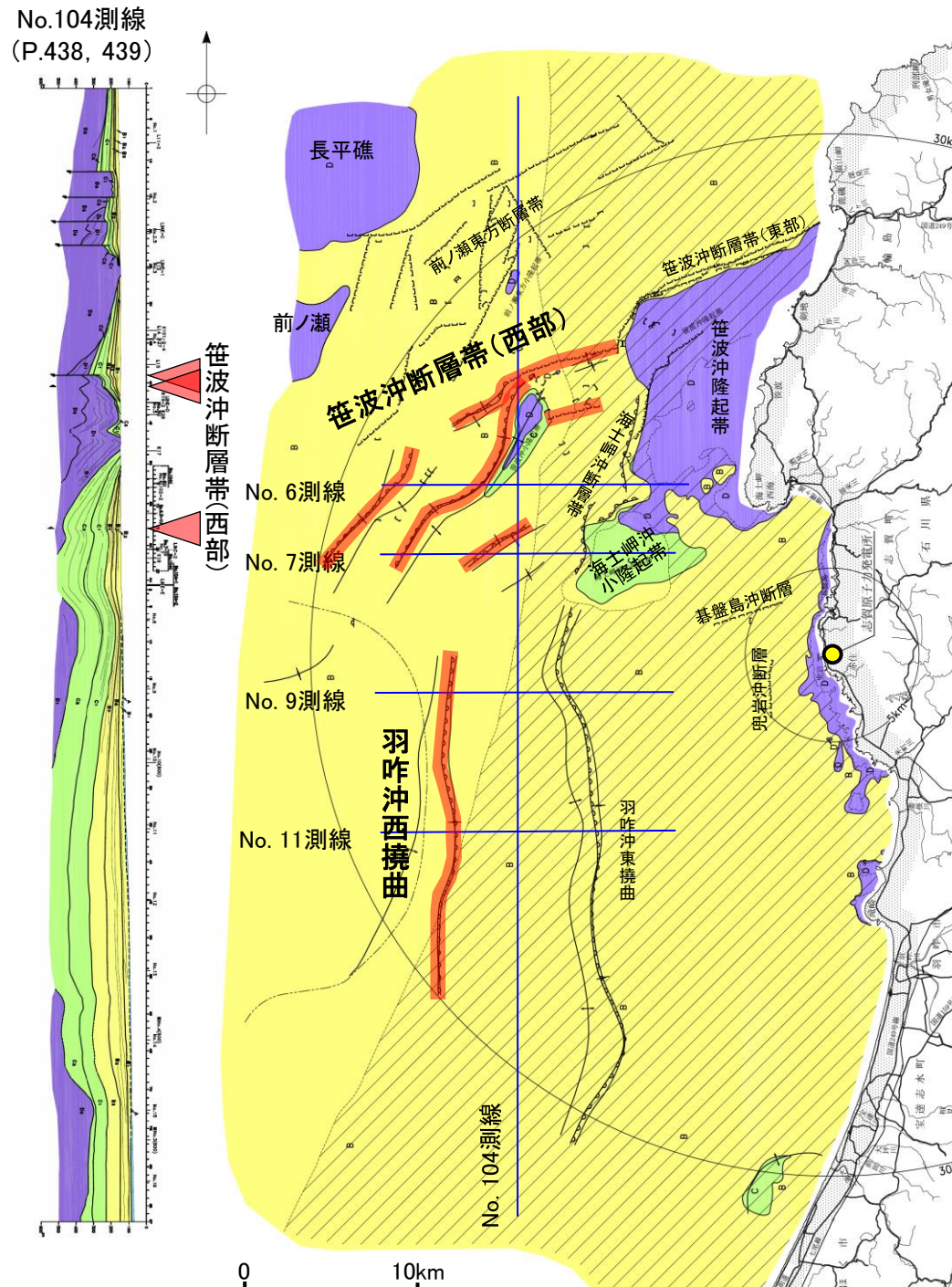
○笹波沖断層帯(西部)は, D層(先第三紀~鮮新世)の隆起や主としてNE-SW~NNE-SSW方向の断層・撓曲の存在で特徴付けられる海域に分布する。
○羽咋沖西撓曲は東落ちの変形が認められ, 第四系が厚く分布する海盆(羽咋沖盆地(岡村, 2007a))でN-S方向の非対称撓曲の存在で特徴付けられる海域に分布する。

○以上のことから, 笹波沖断層帯(西部)と羽咋沖西撓曲の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる。

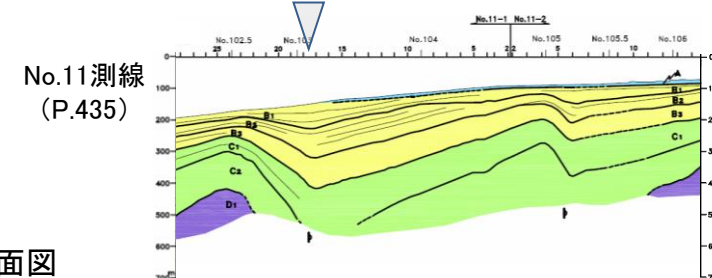
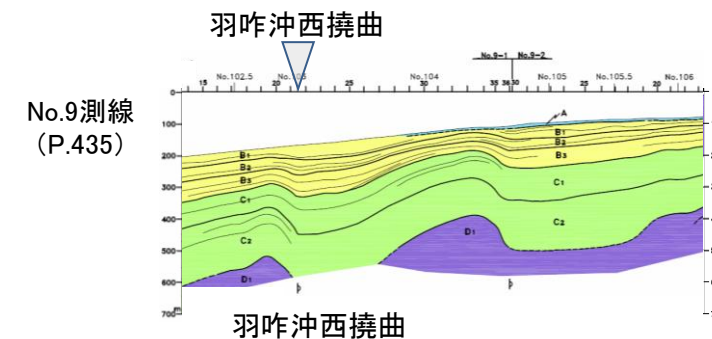
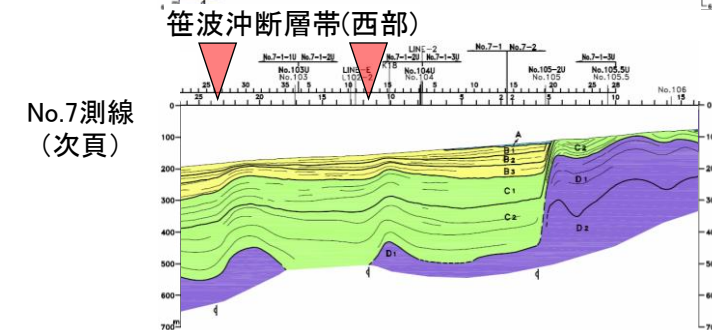
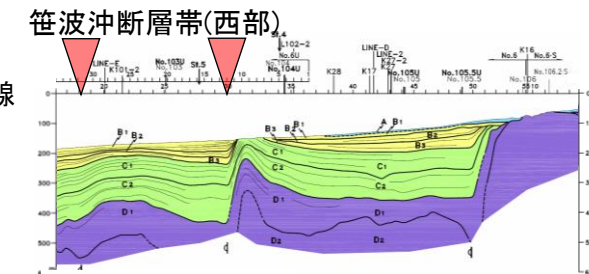


断面図はH:V=1:10

断層位置



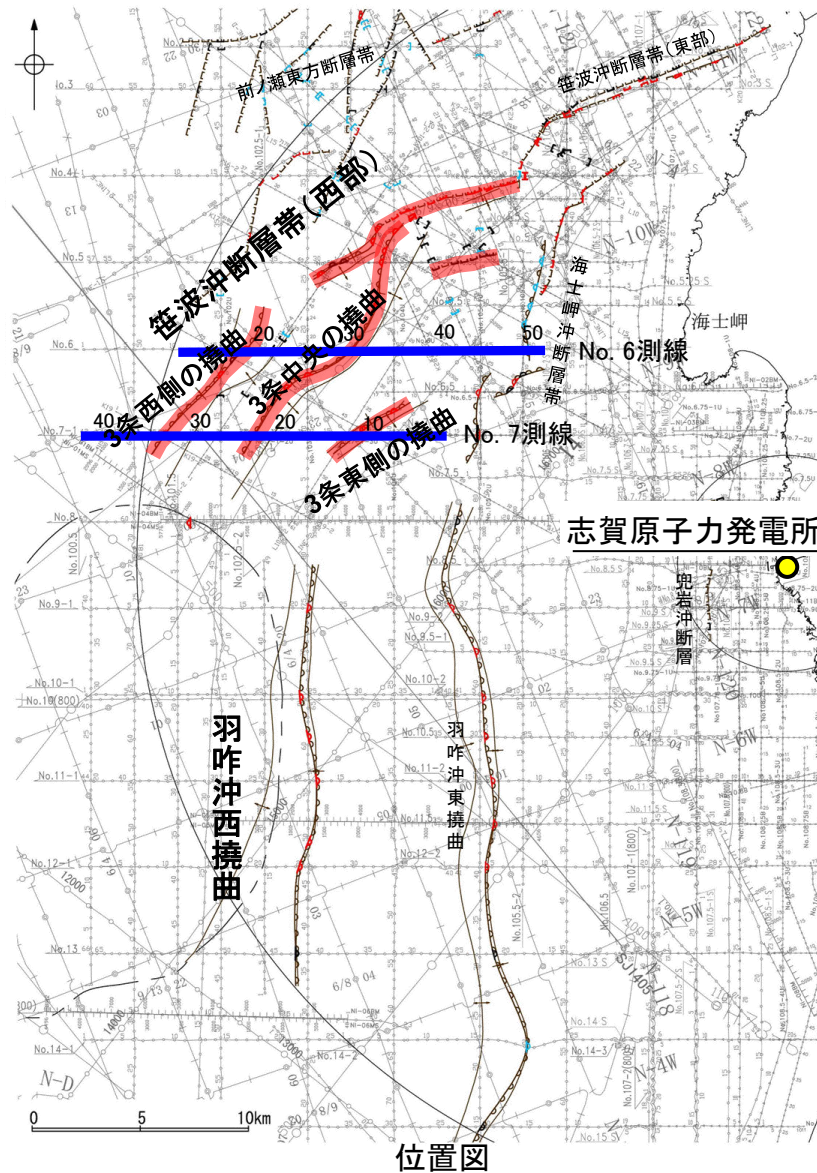
笹波沖断層帯(西部), 羽咋沖西撓曲周辺の地質図及び地質断面図



【笹波沖断層帯(西部)周辺の浅部記録(スーパーカー)】

○笹波沖断層帯(西部)の浅部の音波探査記録(スーパーカー)からは、西落ちの変形が認められ、いずれもB₁層以上に変形が認められる。本撓曲は西翼が急傾斜、東翼が緩傾斜の非対称な撓曲であり、東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

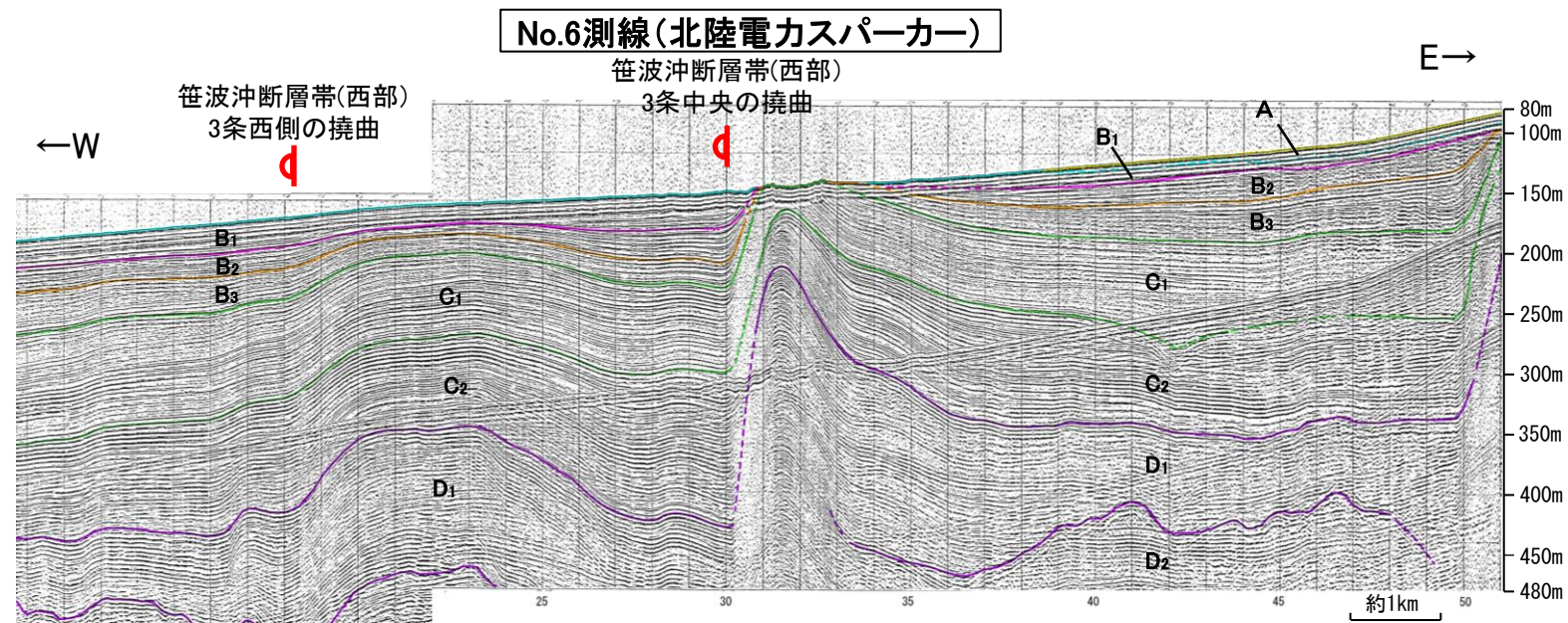
(参考)笹波沖断層帯(西部)の上盤側(東側)の羽咋沖西撓曲延長付近(No.6測線:測点18~45付近, No.7測線:測点3~33付近)のいずれの地層にも、笹波沖断層帯(西部)がバックスラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



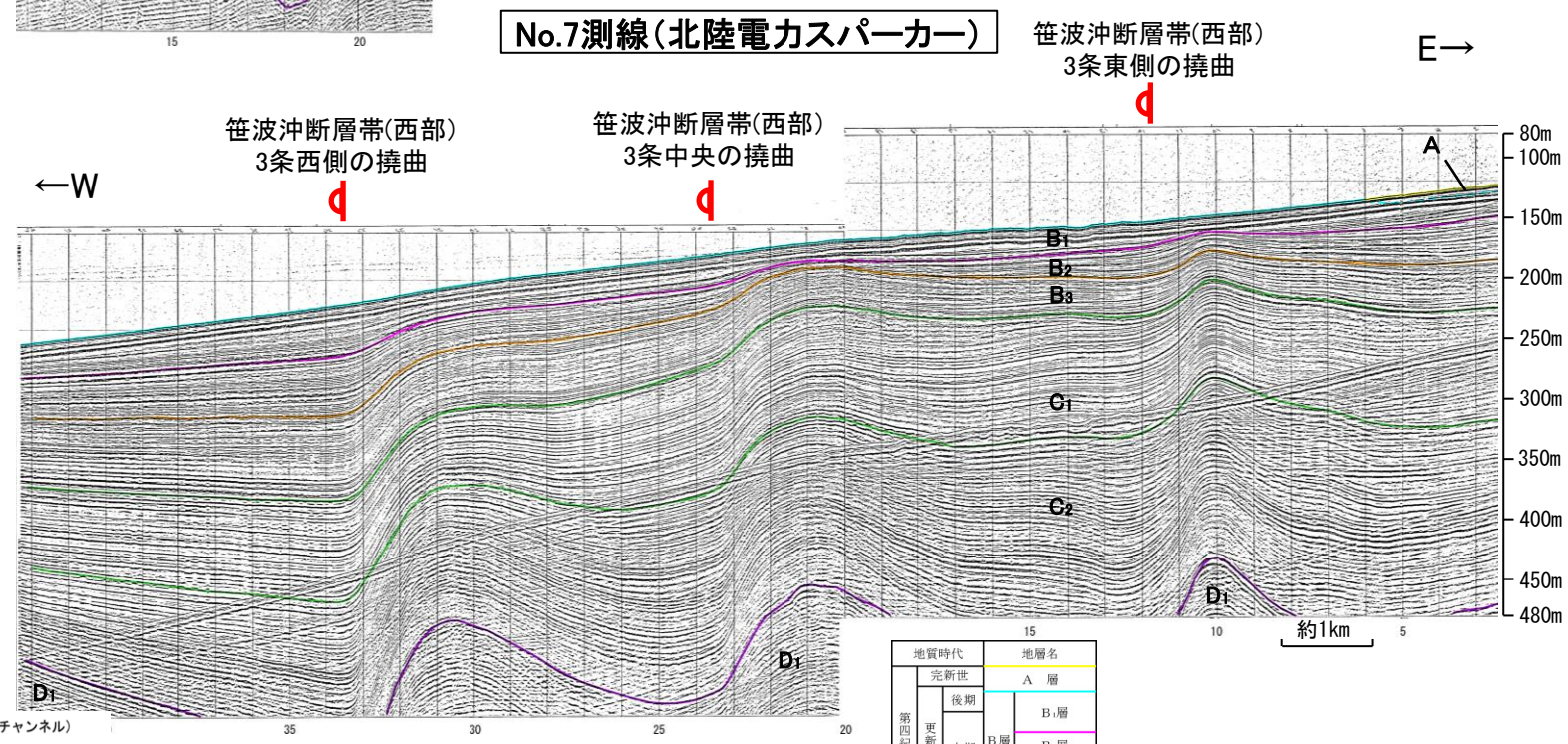
位置図

凡例

- | | | | | | |
|--|--------------|--|---|--|--|
| | 断層(伏在断層) | | 背斜軸 | | (測線位置における活動性) |
| | 断層(正常断層) | | 向斜軸 | | B ₁ 層以上に変位、変形が認められる |
| | 断層(連続性のない断層) | | | | B ₁ 層以上に変位、変形の可能性が否定できない |
| | 断層(伏在断層) | | | | B ₁ 層以上に変位、変形が認められない |
| | 断層(伏在断層) | | 断層位置 | | 右図記録範囲 |
| | 断層(伏在断層) | | 断層位置 | | 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) NI-06MS |
| | 断層(伏在断層) | | 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) NI-118 | | 調査測線(地質調査所:エアガン・シングルチャンネル) |
| | 断層(伏在断層) | | 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.80
No.11B | | 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) |
| | 断層(伏在断層) | | 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) K17 | | 調査測線(エアガン・マルチチャンネル) |
| | 断層(伏在断層) | | 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) L102 | | 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(伏在断層) | | 調査測線(北陸電力:プーマー・マルチチャンネル) NI-06HM | | 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) |

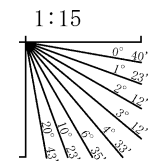


No.6測線(北陸電力スーパーカー)



No.7測線(北陸電力スーパーカー)

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

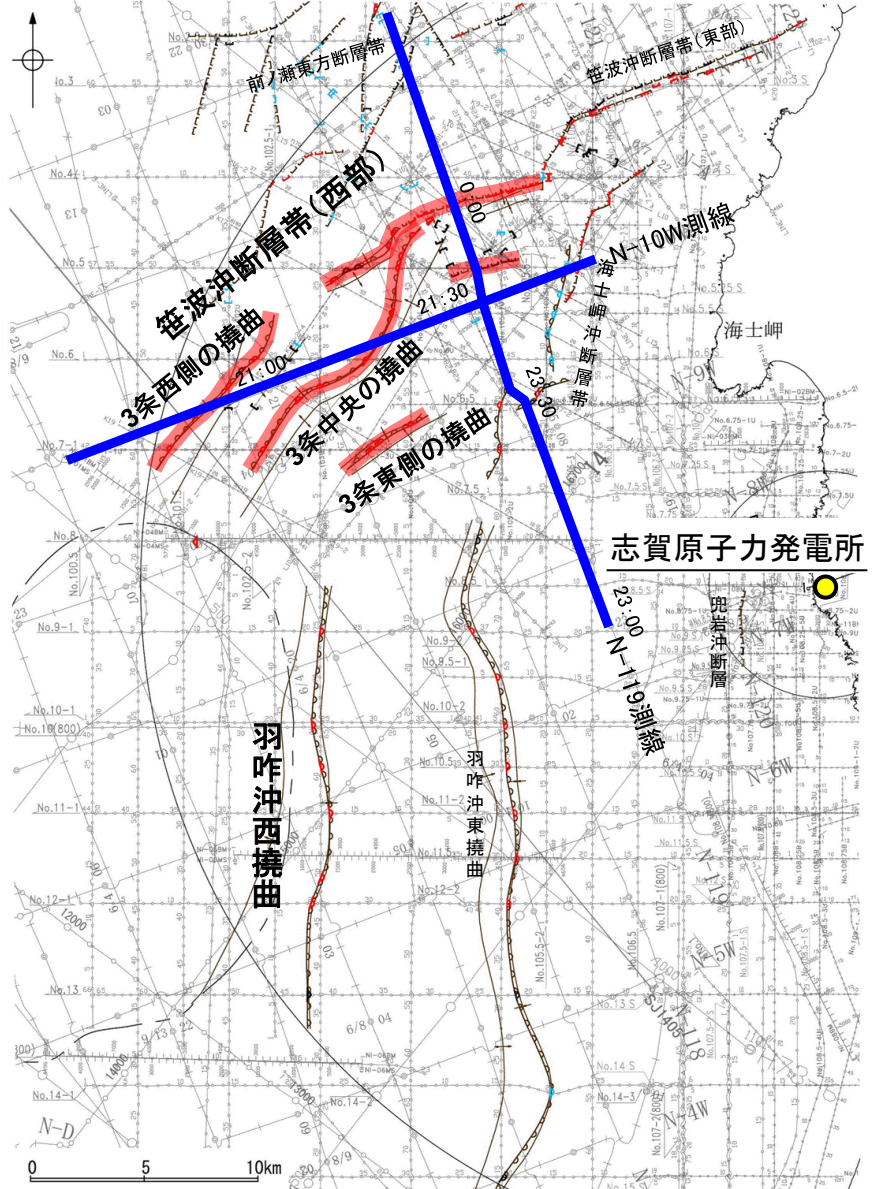


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【笹波沖断層帯(西部)周辺の深部記録(エアガン)】

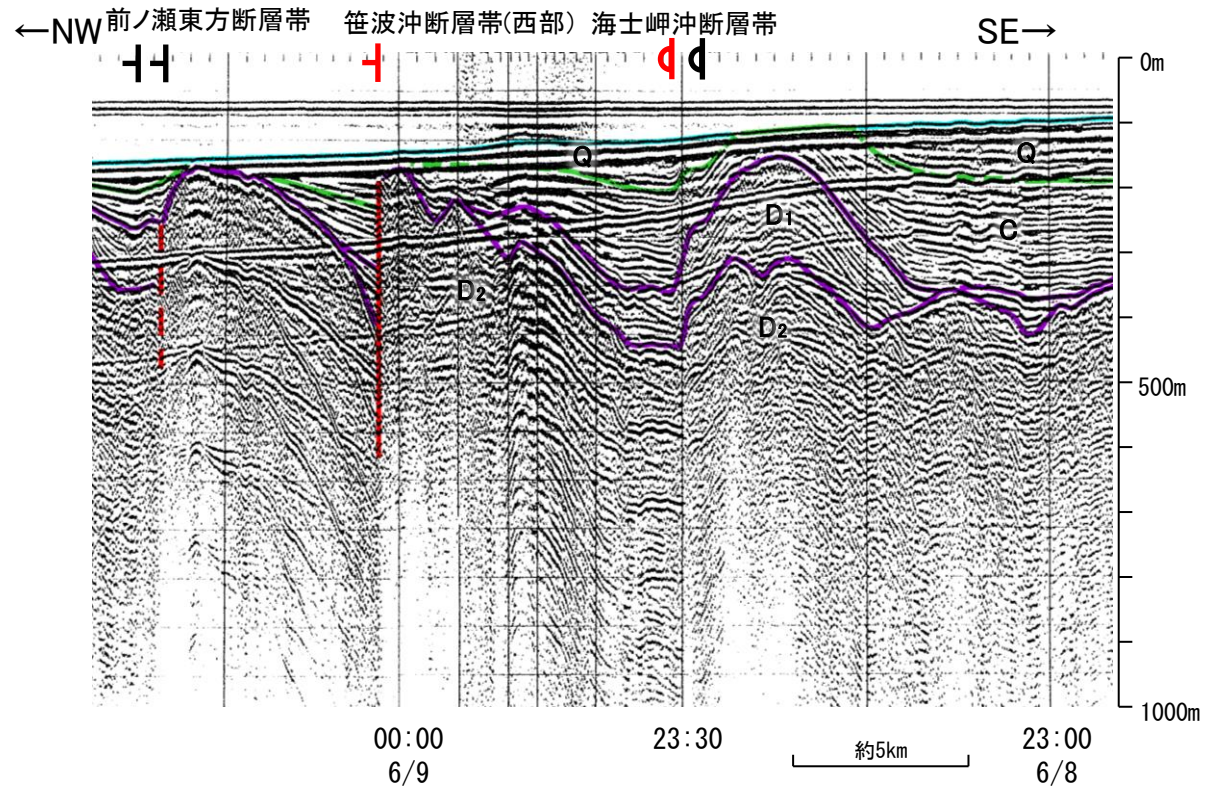
○笹波沖断層帯(西部)付近の深部の音波探査記録(エアガン)を確認した結果、Q層に西落ちの変位、変形が認められる。
 ○N-10W測線において認められる撓曲は西翼が急傾斜、東翼が緩傾斜の非対称な撓曲であり、南東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

(参考) 笹波沖断層帯(西部)の上盤側(東側)の羽咋沖西撓曲延長付近(N-119測線:測点6/8 23:30~6/9 0:00付近、N-10W:測点6/7 21:15~21:40付近)のいずれの地層にも、笹波沖断層帯(西部)がバック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。

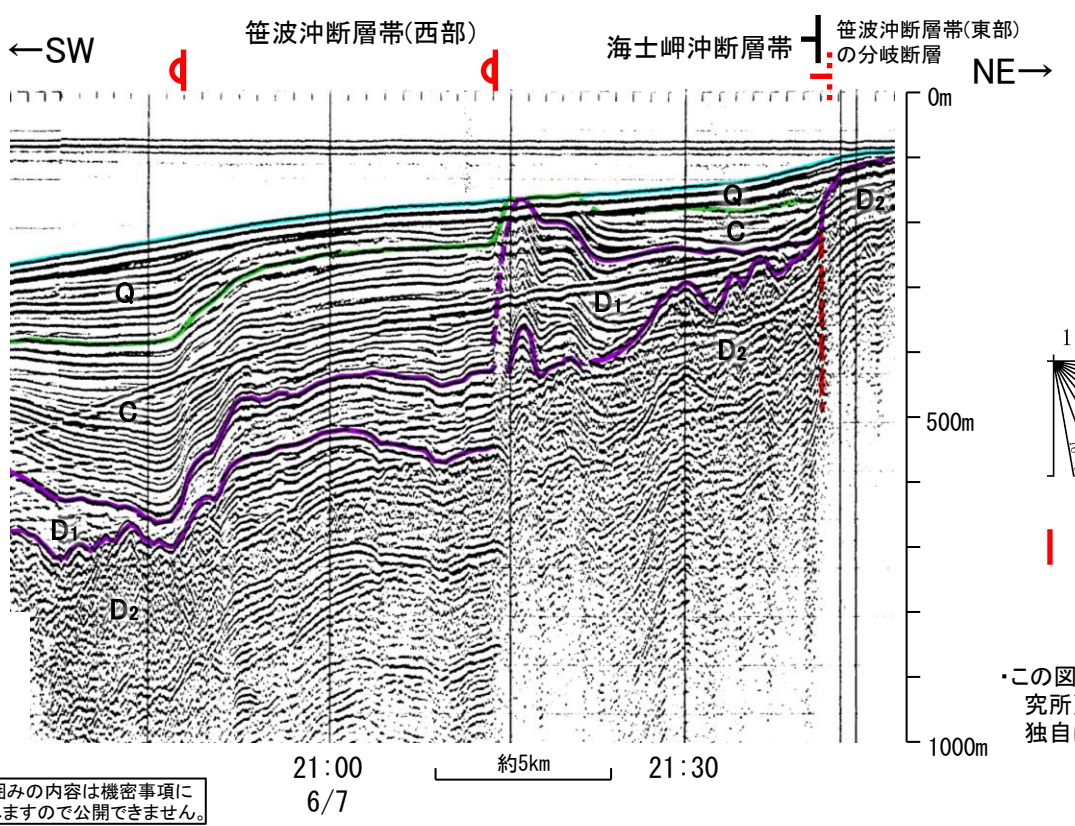


位置図
凡例

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層(伏在断層) 断層(連続性のない断層) 小断層群密集域 No. 8 調査測線(北陸電力:スパーカー・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) NI-06M 調査測線(原子力安全・保安院:ブーマー・マルチチャンネル) | <ul style="list-style-type: none"> 背斜軸 向斜軸 断層位置 右図記録範囲 | <ul style="list-style-type: none"> (測線位置における活動性) B₂層以上に変位、変形が認められる B₂層以上に変位、変形の可能性が否定できない B₂層以上に変位、変形が認められない 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) 14 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) 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) |
|---|--|--|

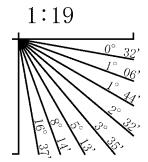


N-119測線
(地質調査所エアガン)



N-10W測線
(地質調査所エアガン)

地質時代		地層名
第四紀	完新世	A層
	後期	B層
	中期	B ₁ 層
	前期	B ₂ 層
第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D層
古第三紀		D ₁ 層
先第三紀		D ₂ 層



断層(破線は推定)

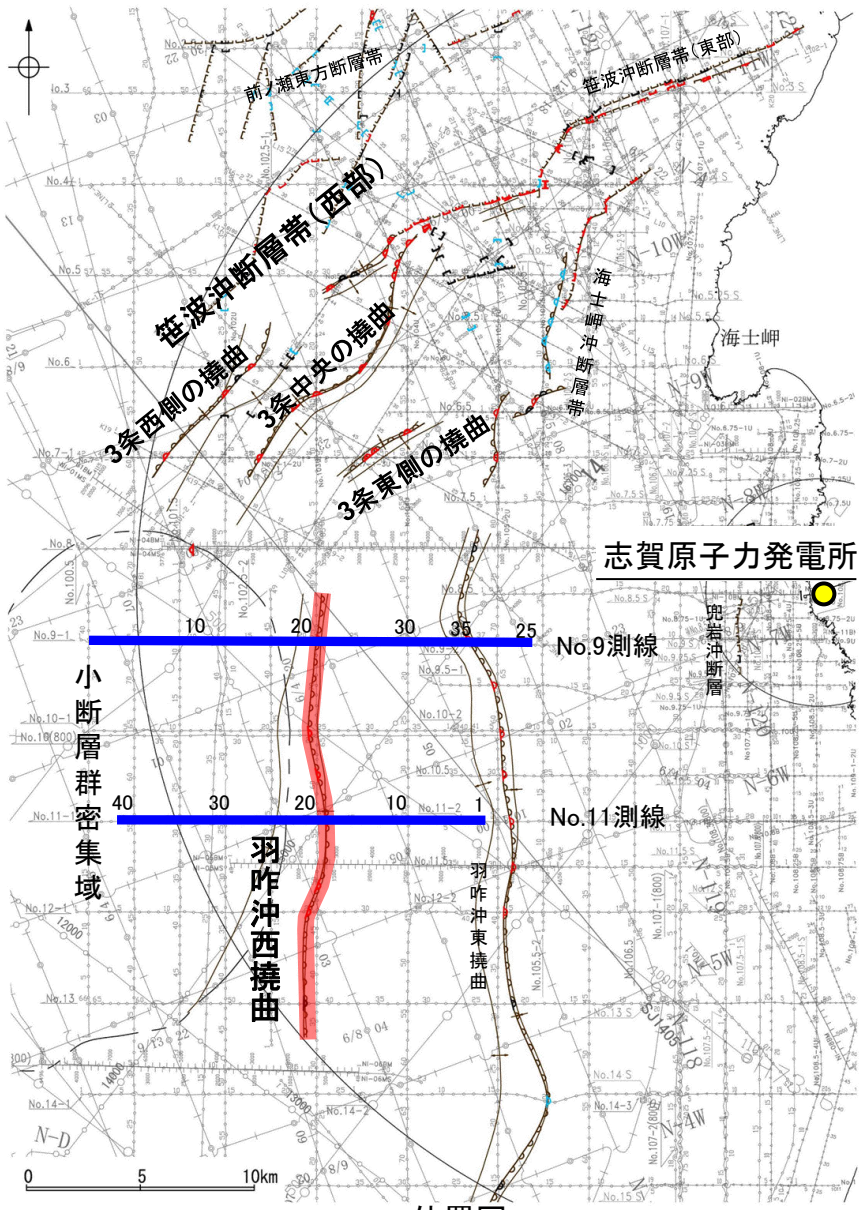
この図面は、地質調査所(現産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

【羽咋沖西撓曲周辺の浅部記録(スーパーカー)】

○羽咋沖西撓曲付近の浅部の音波探査記録(スーパーカー)からは、東落ちの変形が認められ、いずれもB₁層以上に変形が認められる。本撓曲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褶曲であり、西傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

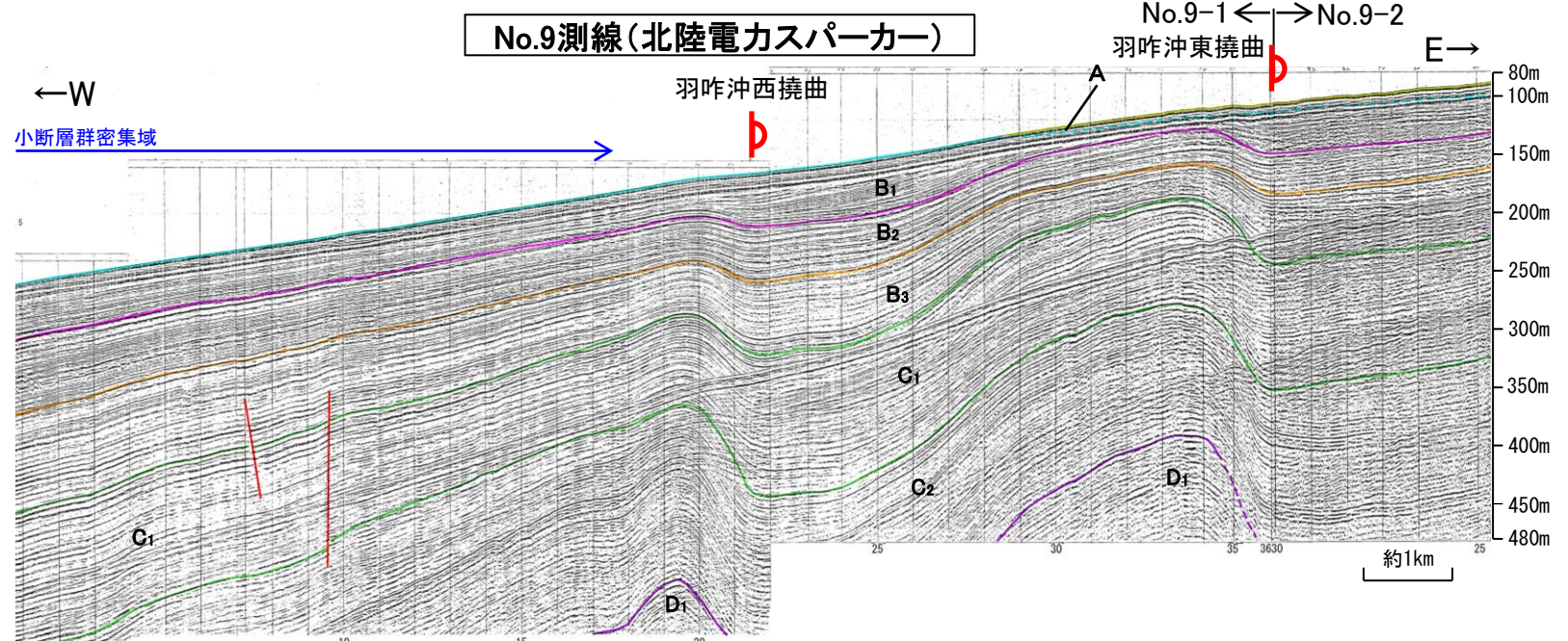
(参考)羽咋沖西撓曲の上盤側(西側)の笹波沖断層帯(西部)延長付近(No.9-1測線:測点2~20付近, No.11測線:測点18~40付近)のいずれの地層にも、羽咋沖西撓曲がバックラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



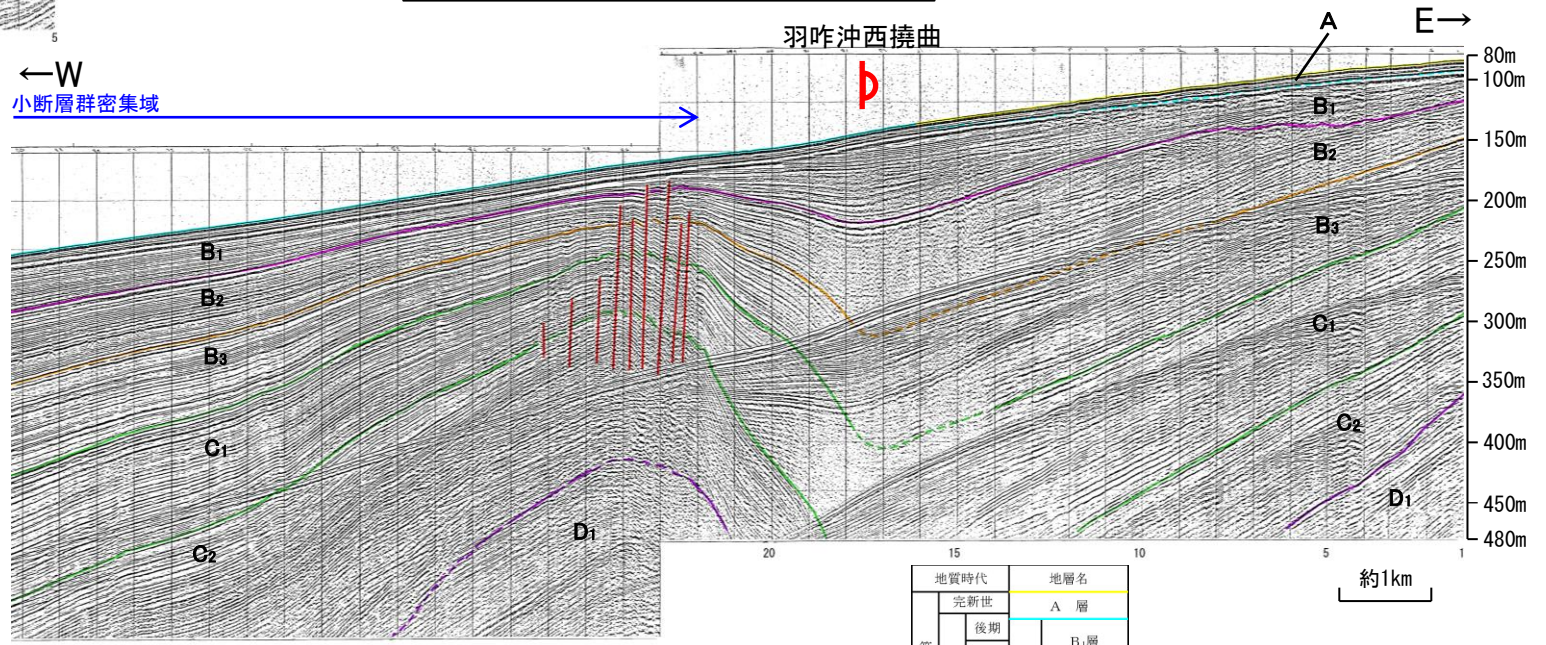
位置図

凡例

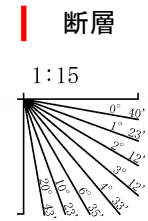
- | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|--|---|
| | 断層(伏在断層) | | 背斜軸 | | (測線位置における活動性) |
| | 撓曲 | | 向斜軸 | | B ₁ 層以上に変位、変形が認められる |
| | 断層 | | 断層 | | B ₂ 層以上に変位、変形の可能性が否定できない |
| | 伏在断層 | | 断層 | | B ₃ 層以上に変位、変形が認められない |
| | 連続性のない断層 | | 断層 | | 断層位置 |
| | 伏在断層 | | 断層 | | 右図記録範囲 |
| | 小断層群密集域 | | 断層位置 | | 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) NI-06MS |
| | 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) | | 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(地質調査所:エアガン・シングルチャンネル) |
| | 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) | | 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(14) |
| | 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(H73-1) | | 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(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(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(NI-06HM) | | 調査測線(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) |



No.11測線(北陸電力スーパーカー)



地質時代	地層名	
	第四紀	完新世
更新世	後期	B ₁ 層
	中期	B ₂ 層
	前期	B ₃ 層
第三紀	鮮新世	C ₁ 層
	中新世	C ₂ 層
		D層
古第三紀		D ₁ 層
先第三紀		D ₂ 層

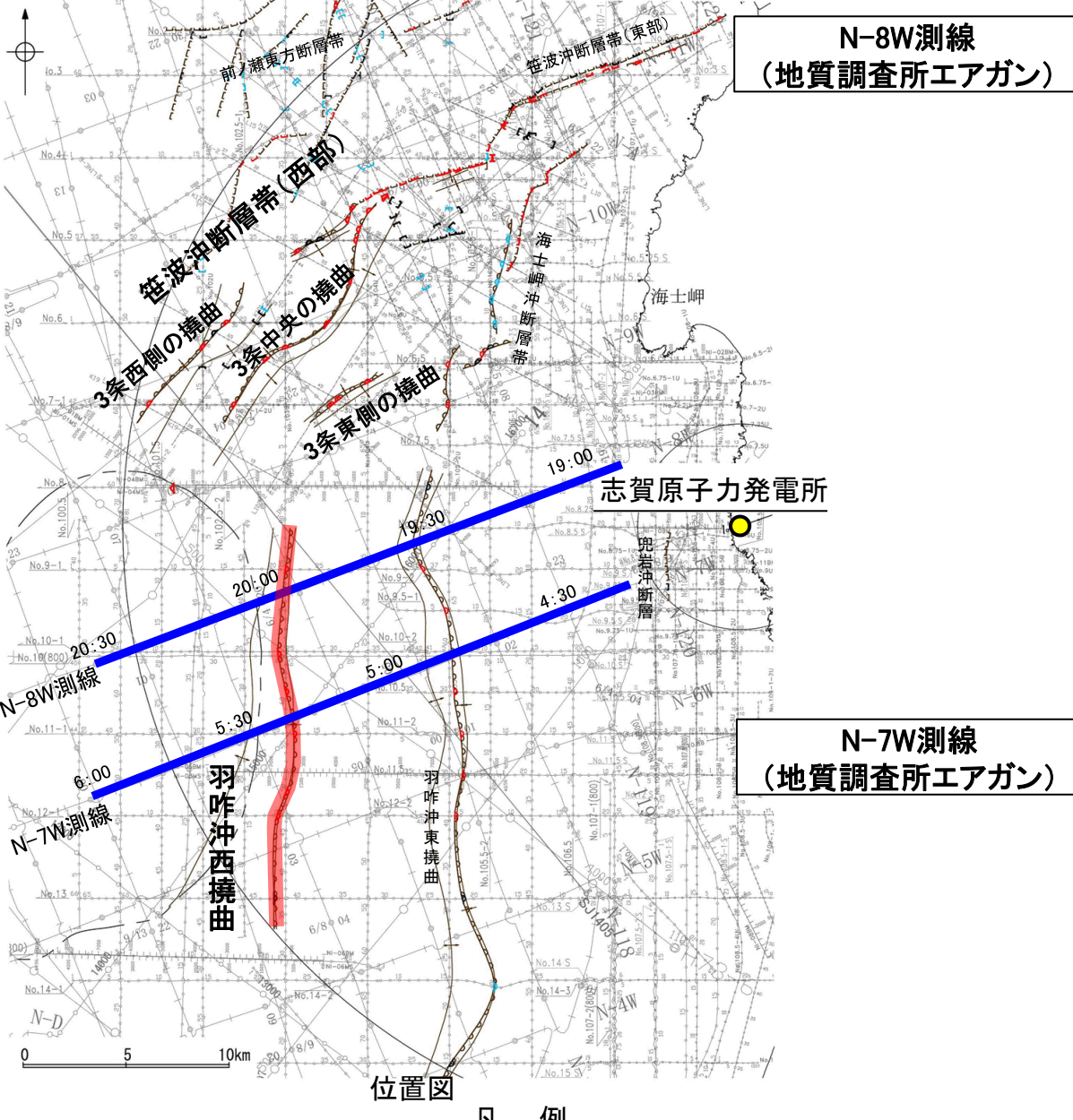


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【羽咋沖西撓曲周辺の深部記録(エアガン) 1/2】

○羽咋沖西撓曲付近の深部の音波探査記録(エアガン)を確認した結果、Q層に東落ちの変形が認められる(下図、次頁)。本撓曲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撓曲であり、西傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

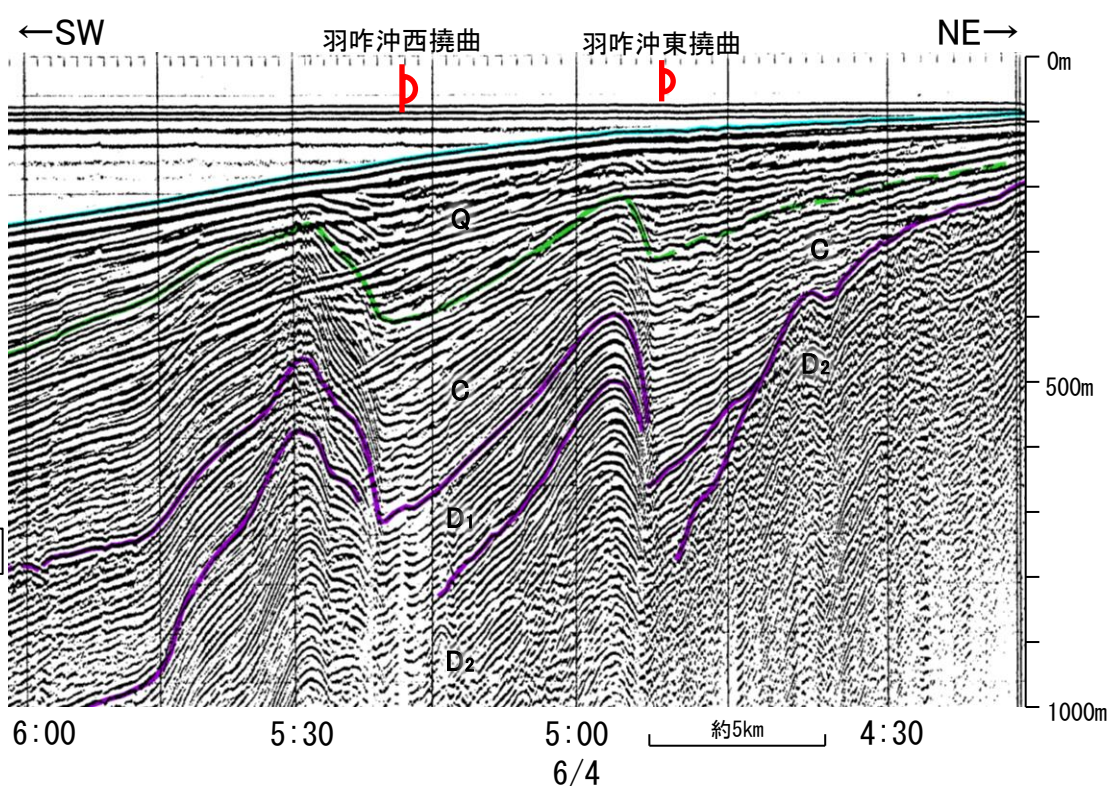
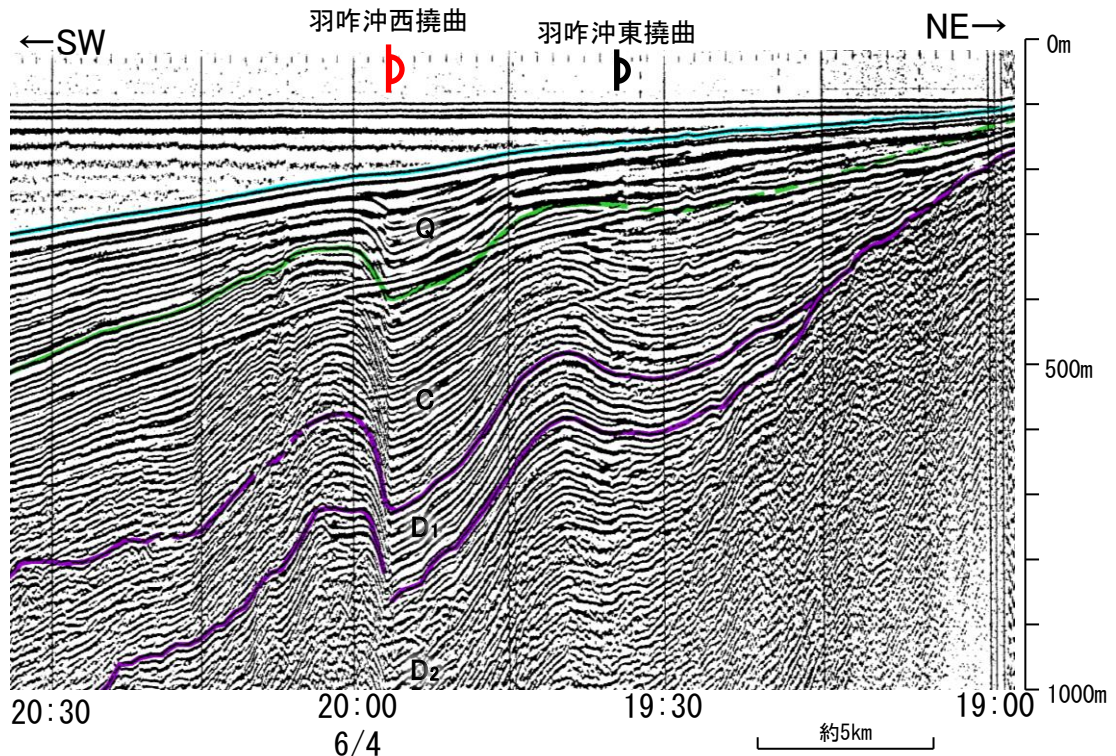
(参考)羽咋沖西撓曲の上盤側(西側)の笹波沖断層帯(西部)延長付近(N-8W測線:測点19:55~20:30付近、N-7W測線:測点5:20~6:00付近、N-6W測線:測点2:30~2:50付近)のいずれの地層にも、羽咋沖西撓曲がバックラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



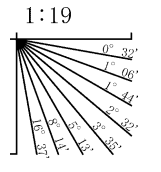
**N-8W測線
(地質調査所エアガン)**

**N-7W測線
(地質調査所エアガン)**

- 凡例
- 断層(伏在断層) 背斜軸 向斜軸
 - 撓曲
 - 断層 連続性のない断層 伏在断層
 - 小断層群密集域
 - 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) N1-06MS
 - 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) N-118
 - 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. 80, No. 118
 - 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) K17
 - 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) L102
 - 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) N1-06M
 - (測線位置における活動性)
 - B層以上に変位、変形が認められる
 - B層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 - B層以上に変位、変形が認められない
 - 断層位置
 - 右図記録範囲
- 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。
- 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 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - 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)
 - 調査測線 (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)
 - 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)

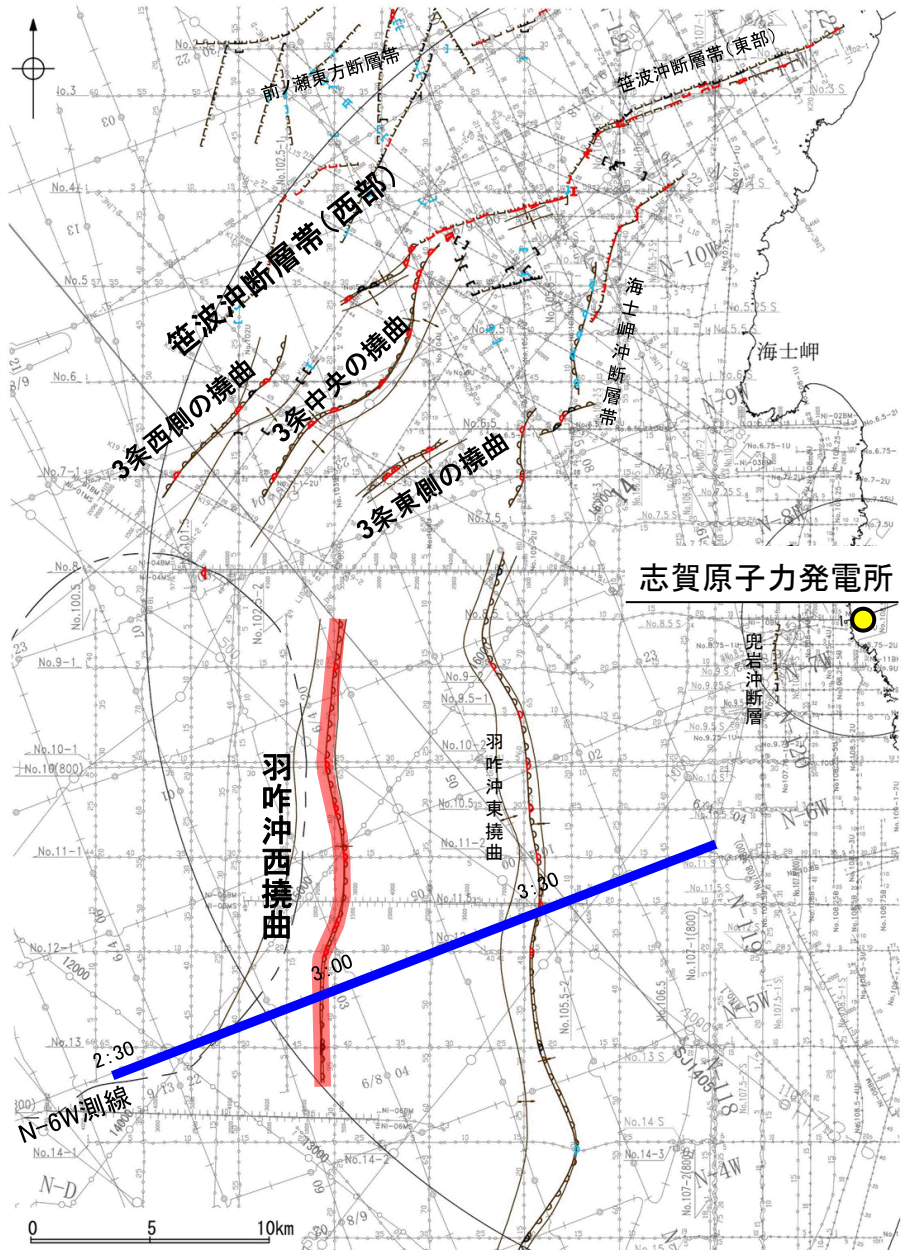


地質時代		地層名	
第四紀	完新世	Q層	A層
	更新世 後期		B ₁ 層
	更新世 中期		B ₂ 層
新第三紀	鮮新世	C層	C ₁ 層
	中新世		C ₂ 層
古第三紀		D層	D ₁ 層
			D ₂ 層
先第三紀			



・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

【羽咋沖西撓曲周辺の深部記録(エアガン) 2/2】

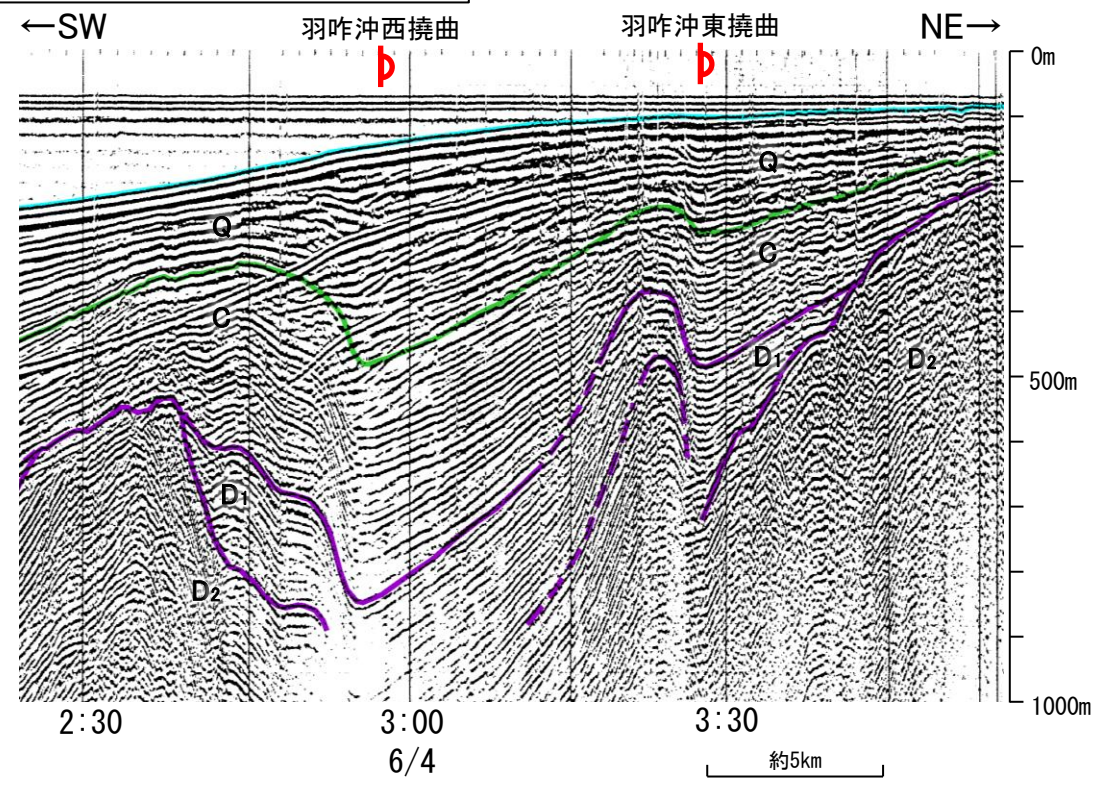


位置図

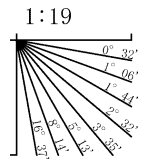
凡例

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> □(□)断層 (伏在断層) ∩ 撓曲 T 断層 (連続性のない断層) ┆ 伏在断層 ----- 小断層群密集域 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: プーマー・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: プーマー・マルチチャンネル) L102 ○-○-○ 調査測線 (産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル) NI-06HM ○-○-○ 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) | <ul style="list-style-type: none"> ⊕ 背斜軸 ⊖ 向斜軸 (測線位置における活動性) ┆ B層以上に変位, 変形が認められる ┆ B層以上に変位, 変形の可能性が否定できない ┆ B層以上に変位, 変形が認められない ┆ 断層位置 | <ul style="list-style-type: none"> NI-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) NI-118 ○-○-○ 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル) 14 ○-○-○ 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) 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) |
|--|--|---|

N-6W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
	後期		B ₁ 層
	中期		B ₂ 層
	更新世	前期	B ₃ 層
新第三紀	鮮新世	C層	C ₁ 層
	中新世	D層	C ₂ 層
			D ₁ 層
古第三紀		D ₂ 層	
先第三紀			D ₂ 層

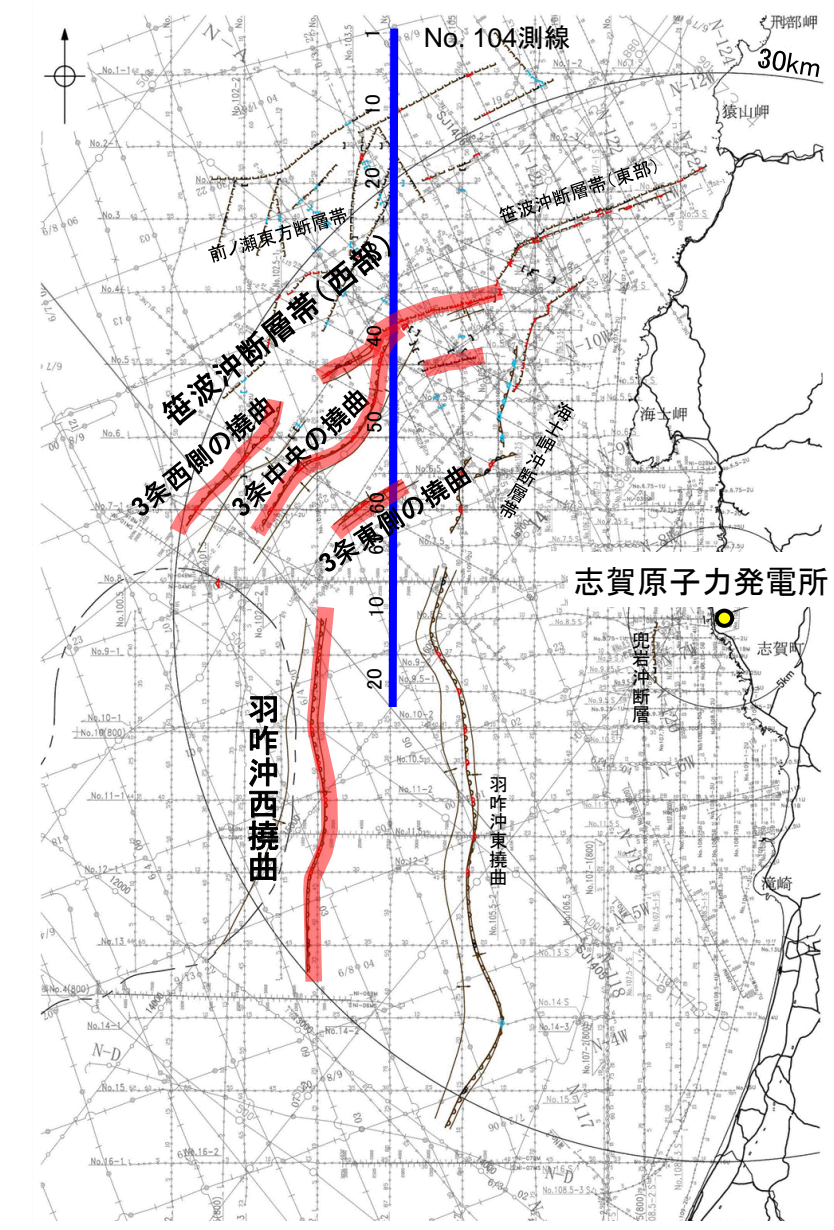


この図面は、地質調査所(現産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

【笹波沖断層帯(西部), 羽咋沖西撓曲周辺の浅部記録(スーパーカー) 1/2】

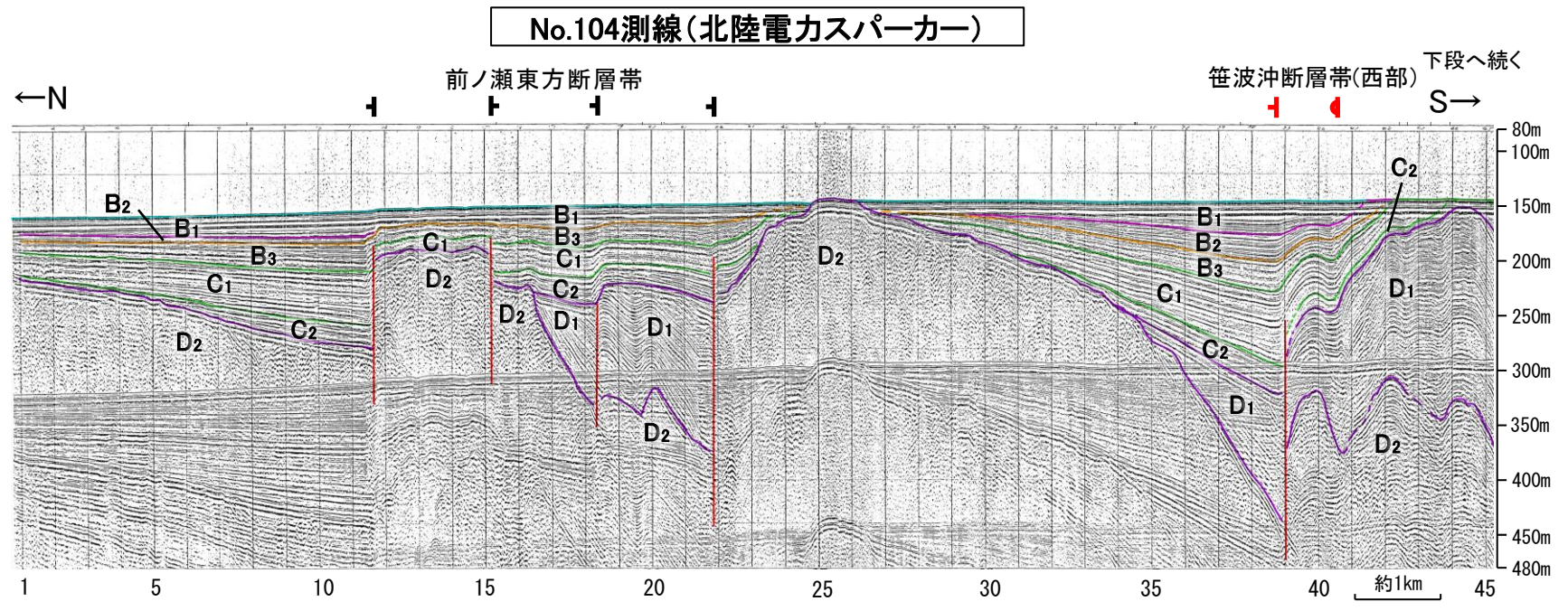
○No.104測線はD層の隆起や断層, 撓曲が複数認められる一方で, No.104-2測線は第四系が厚く分布し断層や撓曲を示唆するような構造は認められない(下図, 次頁)。



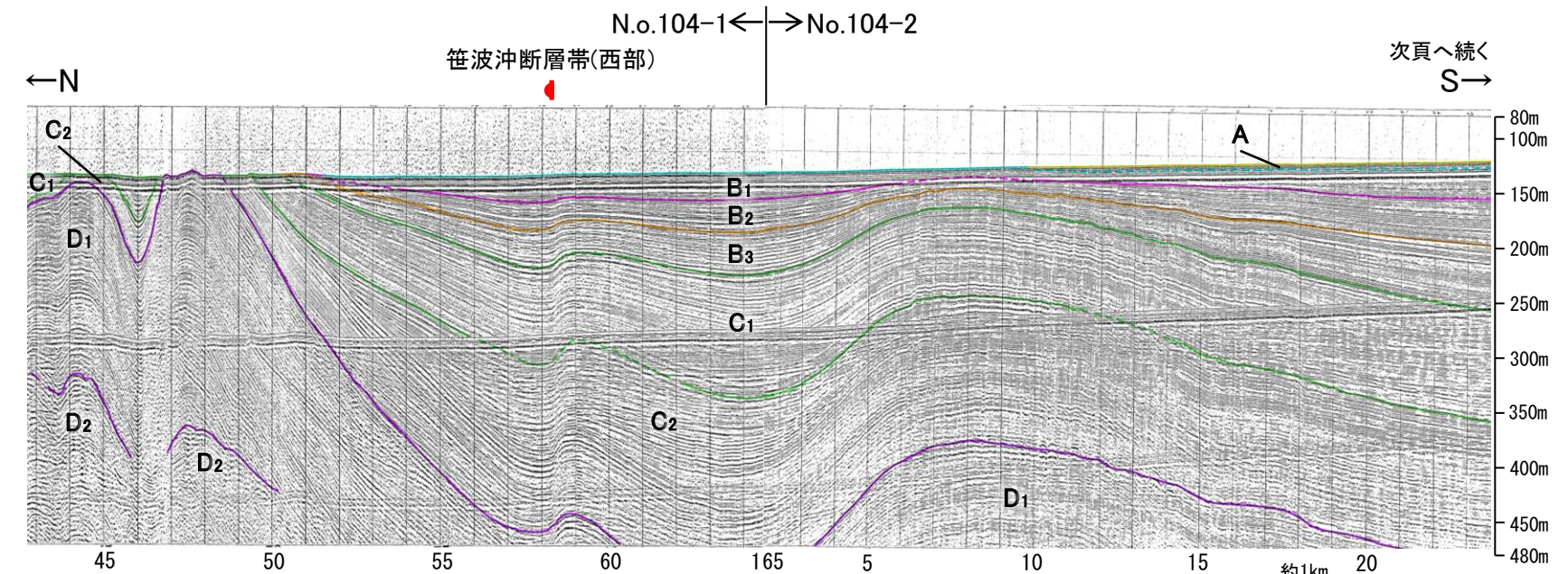
位置図

凡例

- | | | | | | |
|-------------------|---|---------|--|--|--------------------------------------|
| | 断層 (伏在断層) | | 背斜軸 | | (測線位置における活動性) |
| | 撓曲 | | 向斜軸 | | B ₂ 層以上に変位, 変形が認められる |
| | 断層 (連続性のない断層) | | | | B ₂ 層以上に変位, 変形の可能性が否定できない |
| | 断層 (連続性のある断層) | | | | B ₂ 層以上に変位, 変形が認められない |
| | 小断層群密集域 | | 右図記録範囲 | | |
| 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) | NI-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) | | |
| 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) | NI-118 | 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル) | | |
| No. 8U
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) | 14 | 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) | | |
| K17 | 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) | H73-1 | 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル) | | |
| L102 | 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) | 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) | | |
| NI-06M | 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) | 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) | | |

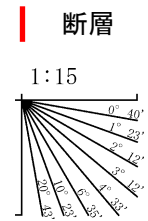


No.104測線(北陸電力スーパーカー)



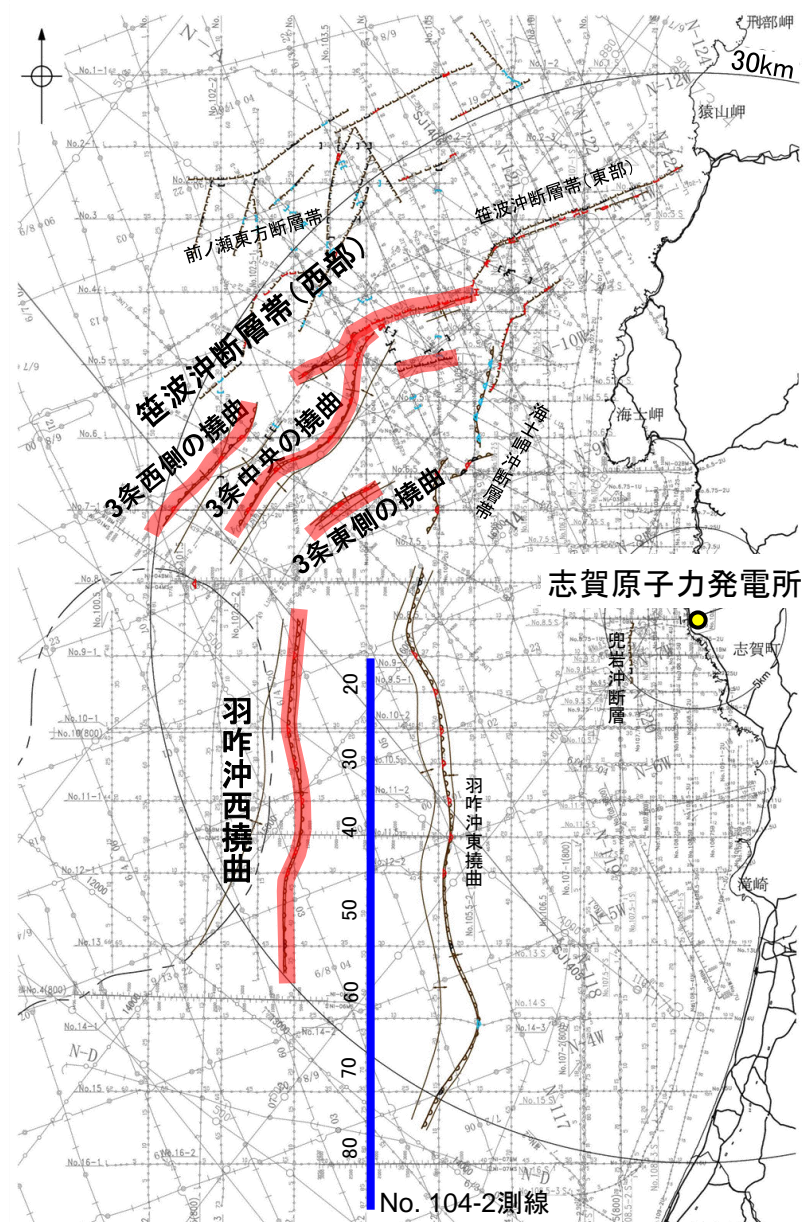
No.104-1 ← No.104-2

地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
第三紀	鮮新世	C ₁ 層	
	中新世	C ₂ 層	
		D ₁ 層	
		D ₂ 層	
古第三紀			
先第三紀			



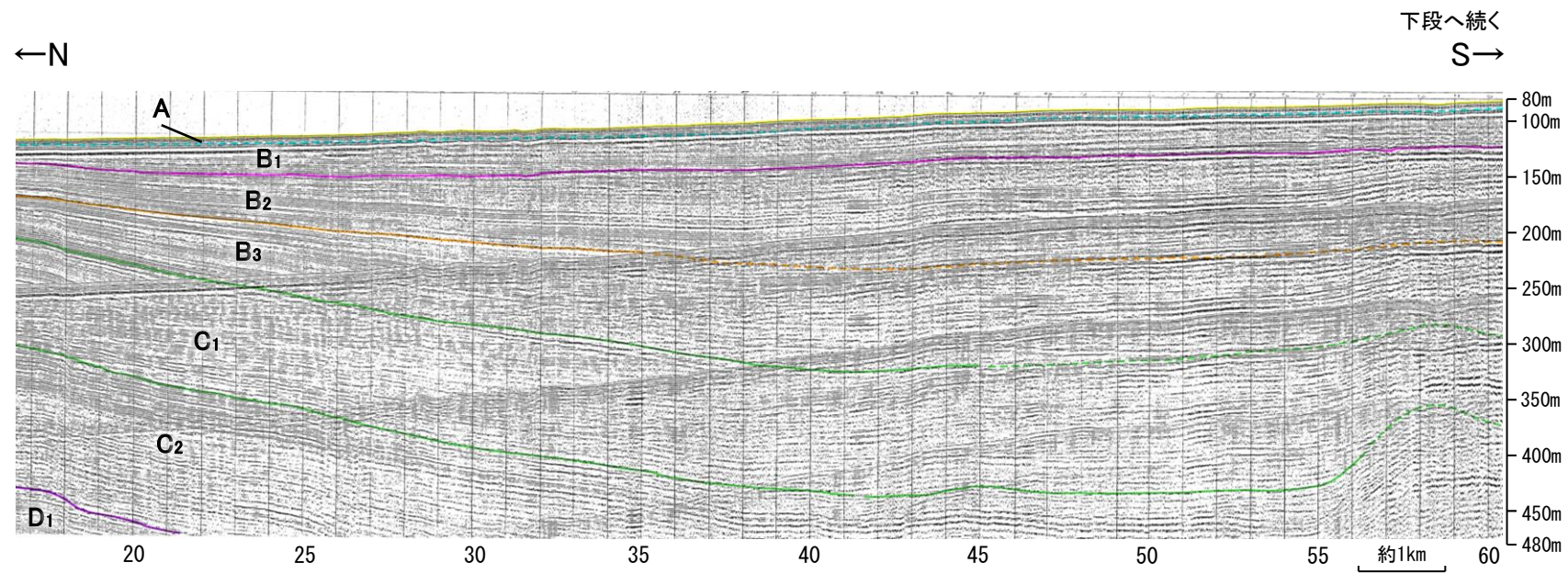
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【笹波沖断層帯(西部), 羽咋沖西撓曲周辺の浅部記録(スパーカー) 2/2】

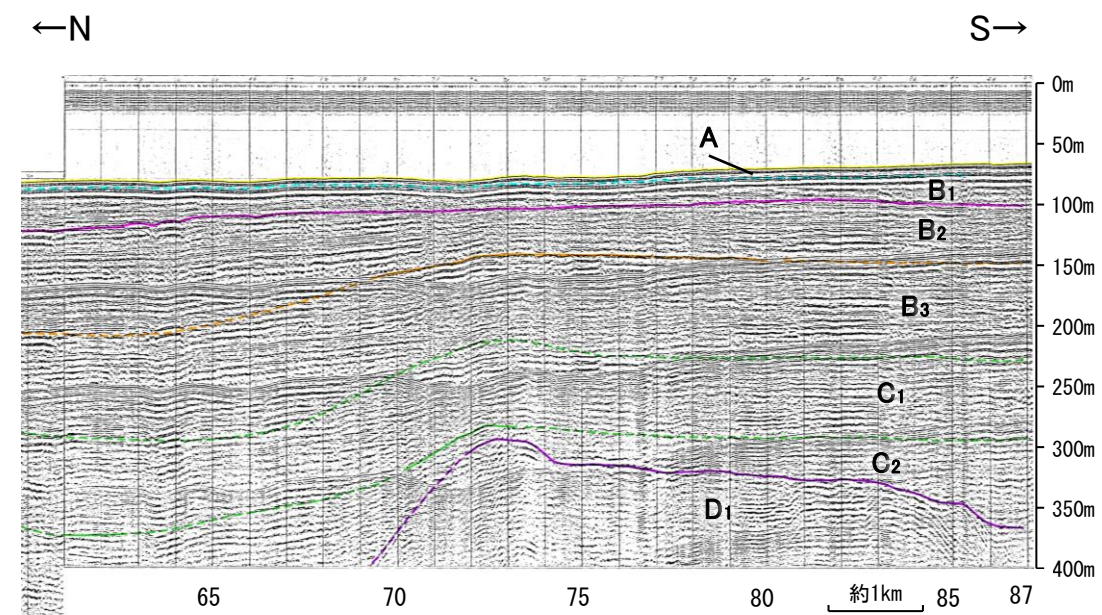


位置図

No.104測線(北陸電力スパーカー)



下段へ続く
S→

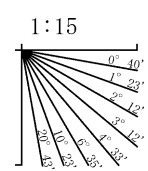


凡例

- | | | | |
|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層 (伏在断層) 撓曲 断層 (連続性のない断層) 伏在断層 小断層群密集域 No. 8 No. 9-S No. 8U No. 11B K17 L102 NI-06M | <ul style="list-style-type: none"> 背斜軸 向斜軸 断層位置 右図記録範囲 | <p>(測線位置における活動性)</p> <ul style="list-style-type: none"> B₁層以上に変位, 変形が認められる B₂層以上に変位, 変形の可能性が否定できない B₃層以上に変位, 変形が認められない | <ul style="list-style-type: none"> 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール) NI-06MS 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール) NI-118 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 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル) H73-1 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) SJ1407 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) LINE-A 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 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル) 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) 調査測線 (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) 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。

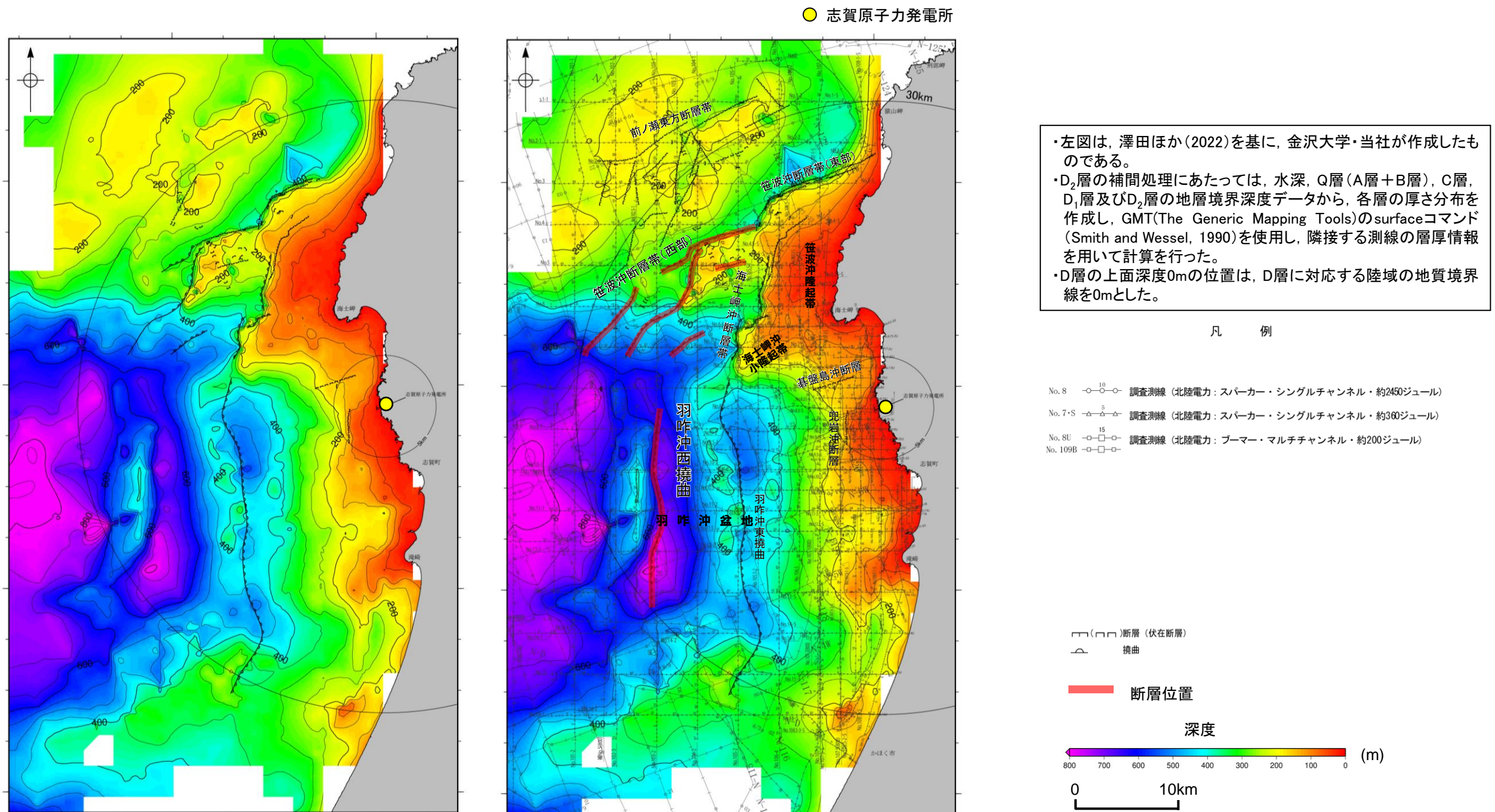
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	後期	B ₁ 層	B ₂ 層
	中期	B ₃ 層	C ₁ 層
更新世	前期	C ₂ 層	D ₁ 層
	鮮新世	D ₂ 層	
新第三紀	中新世		
古第三紀			
先第三紀			



3.2.5(4) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 — D層の分布状況 —

- 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)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。
- 羽咋沖西撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖西撓曲周辺のD層は深度-600~-800m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い。
- 笹波沖断層帯(西部)は笹波沖小隆起帯の北縁から北西縁に沿って位置し、笹波沖断層帯(西部)周辺のD層は深度-200~-300m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い。

○以上のことから、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)は、上盤の隆起が反対側に分布する。

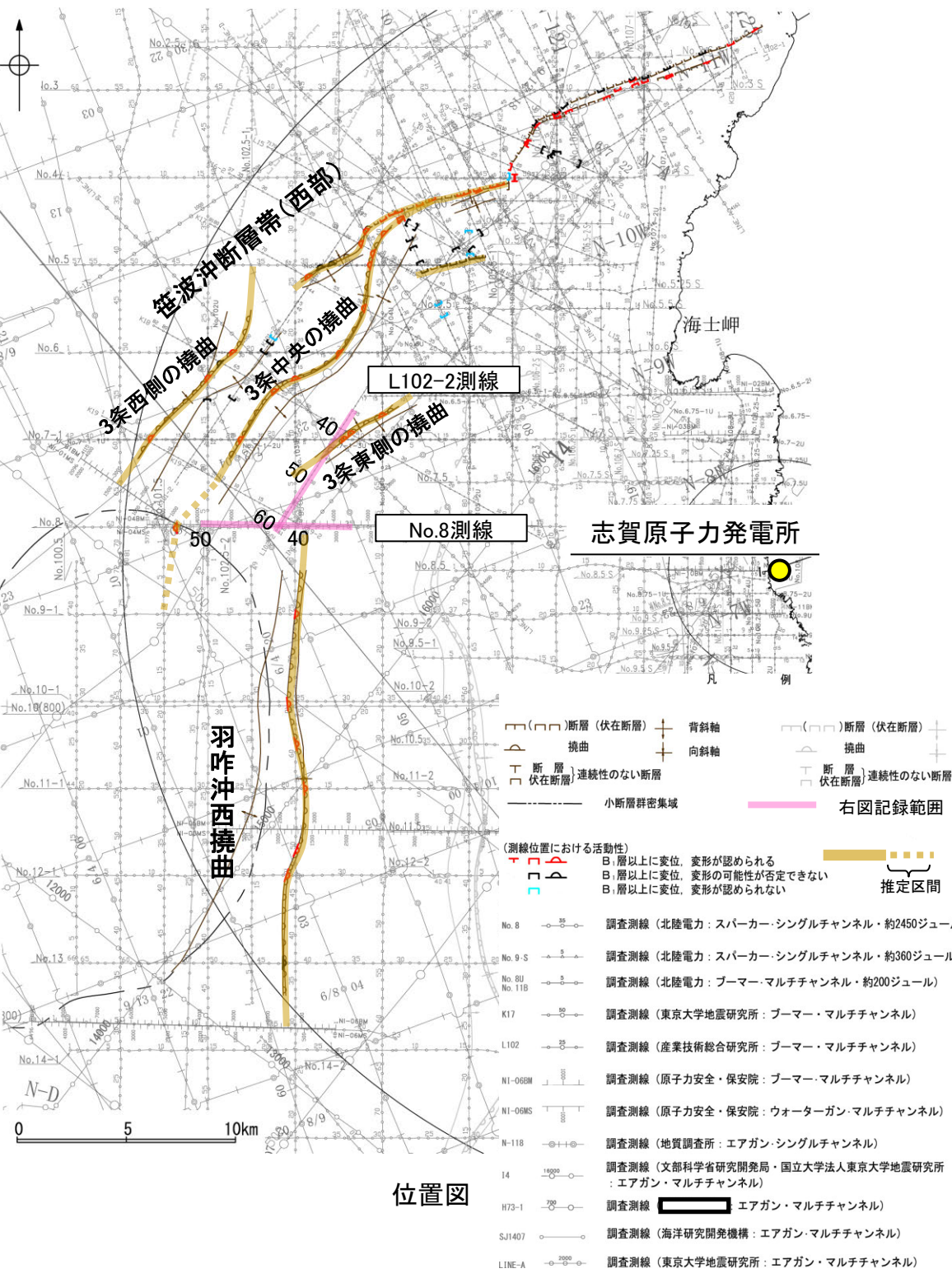


D層等深線図

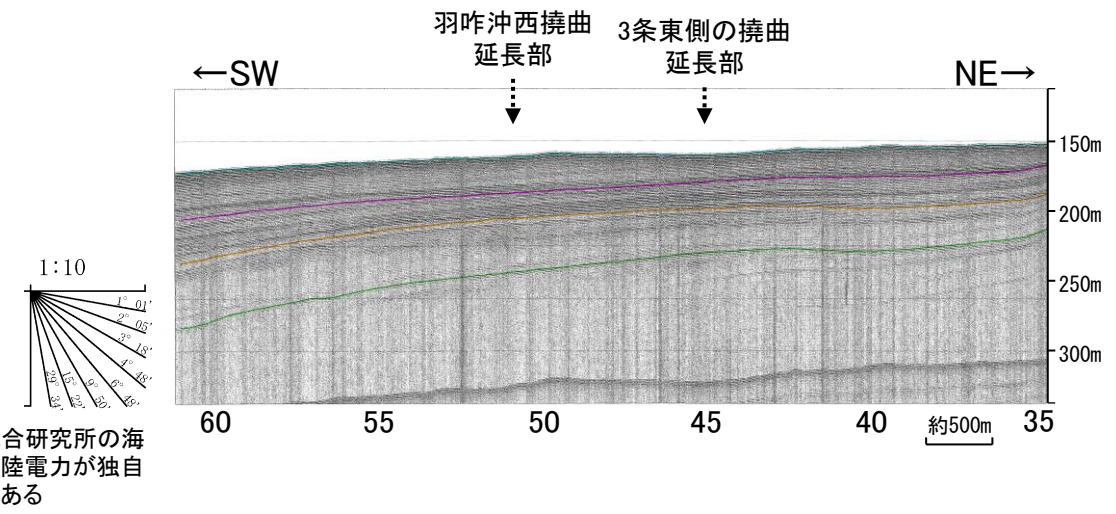
D層等深線図
(音波探査測線等を加筆)

3.2.5(5) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 —海上音波探査(地質構造の連続性)—

○羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)間の地質構造の連続性を検討するため、両断層間の浅部の海上音波探査記録(ブーマー, スパークー)を確認した。
○その結果、羽咋沖西撓曲～笹波沖断層帯(西部)間の2測線(L102-2測線, No.8測線)に断層等は認められず、両断層は連続しない。

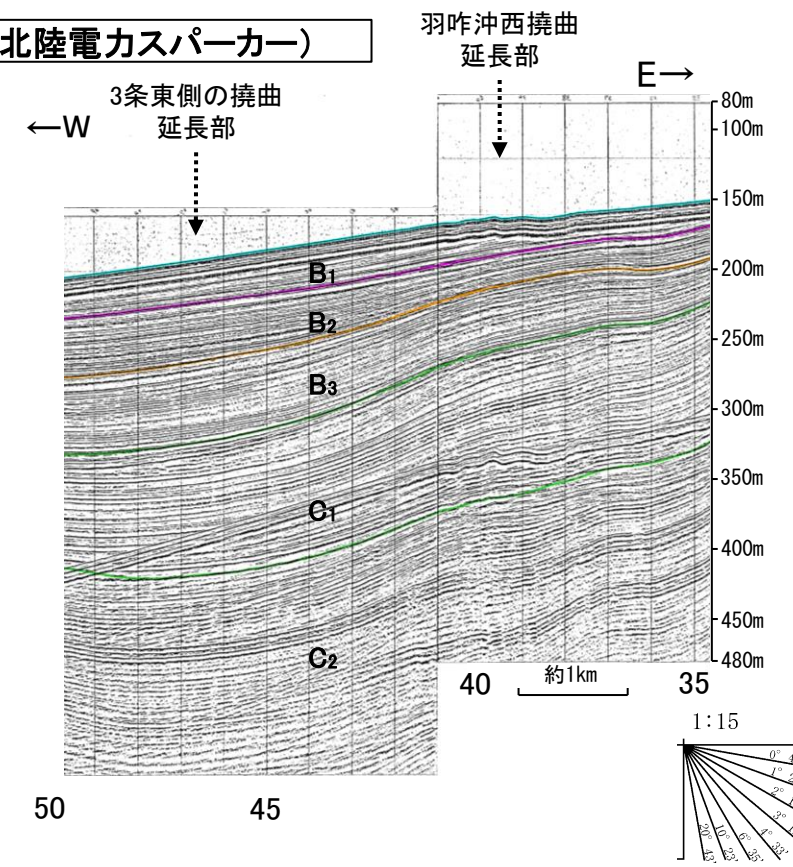


L102-2測線(産業技術総合研究所ブーマー)



この図面は、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

No.8測線(北陸電力スパークー)

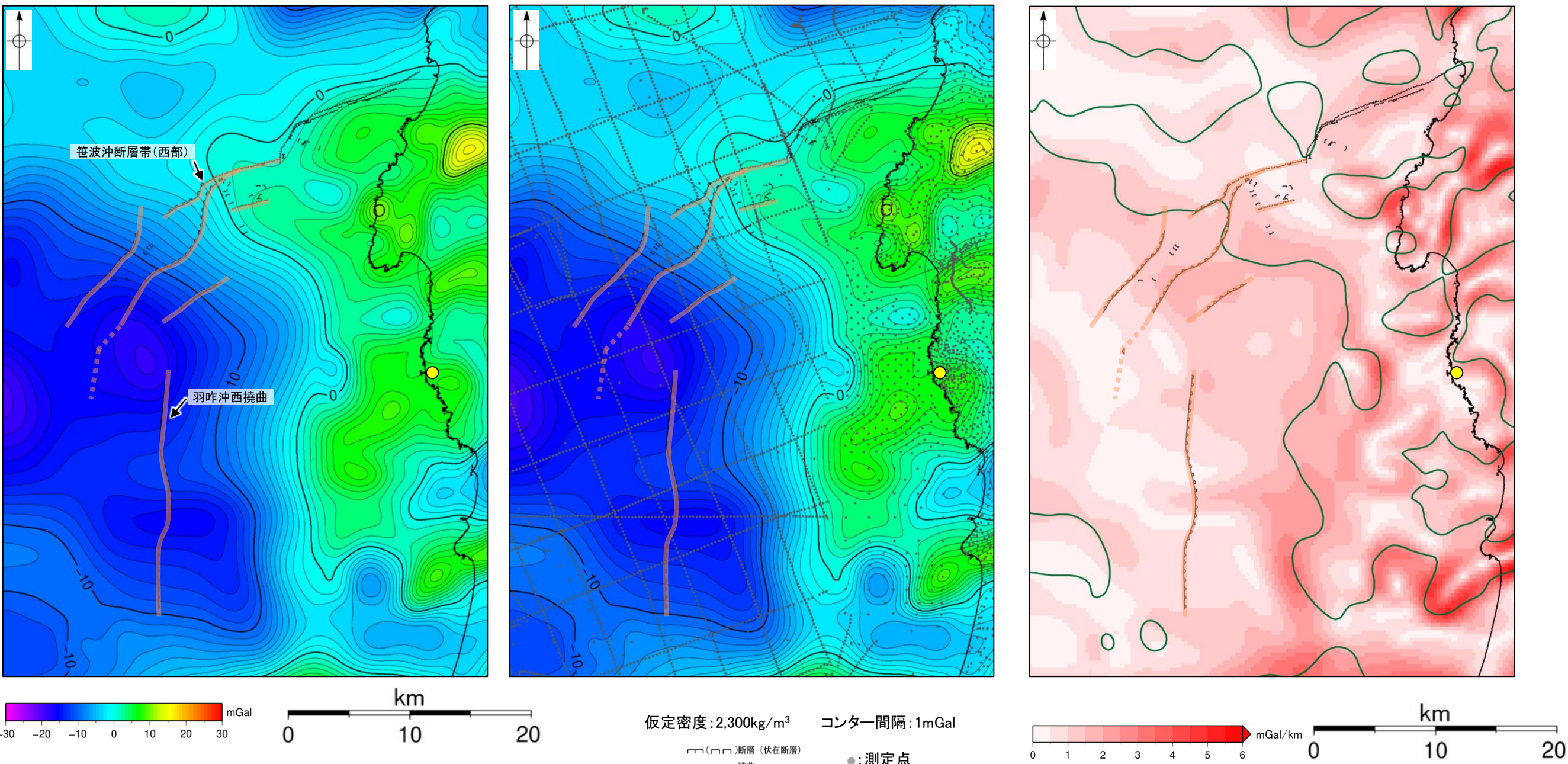


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

3.2.5(6) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 —重力異常分布—

○羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)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。
○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、連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。

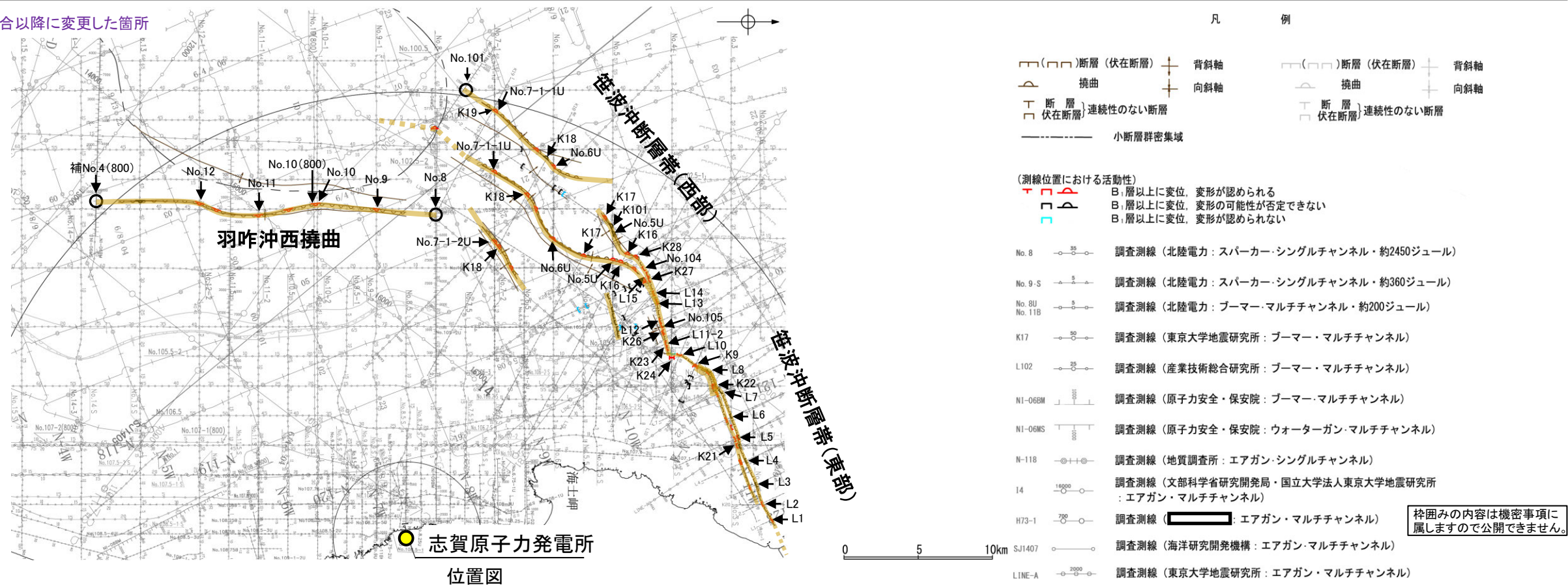
水平一次微分図

・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。

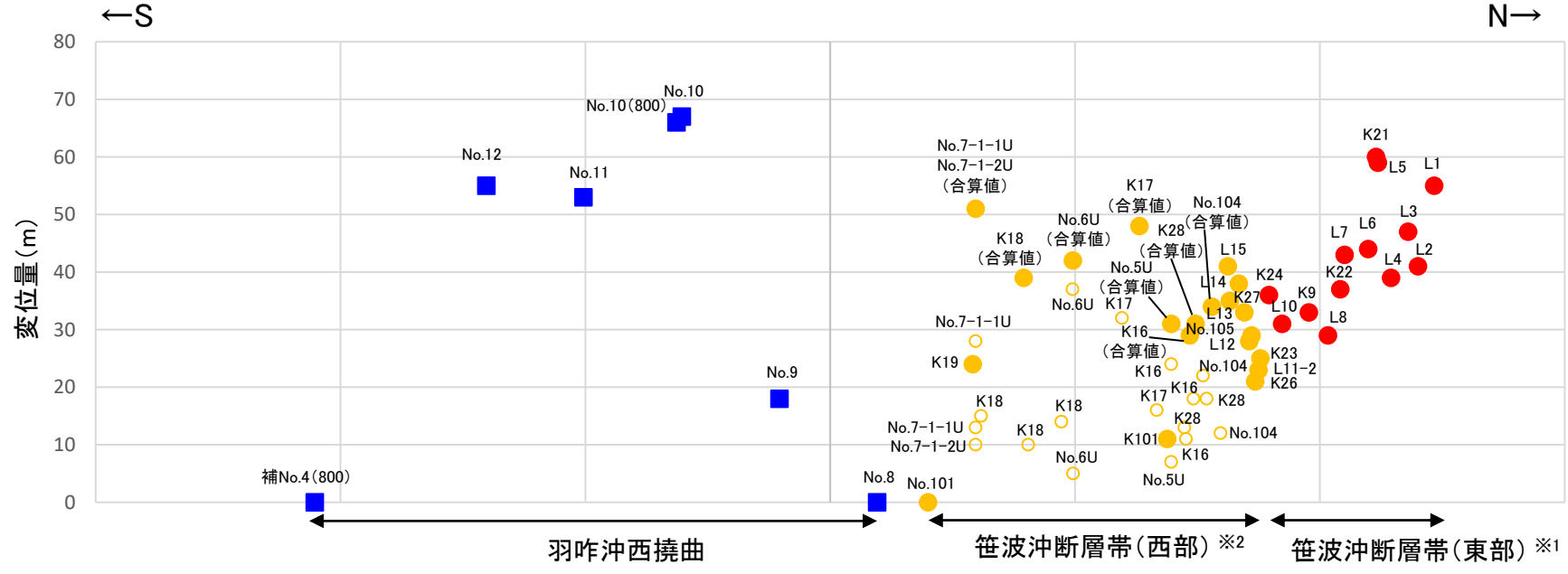
3.2.5(7) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 - B₁層基底の変位量分布 -

○羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の後期更新世以降の活動の傾向を比較するため、B₁層基底の変位量分布を確認した。
 ○羽咋沖西撓曲のB₁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り収束する。
 ○笹波沖断層帯(西部)のB₁層基底の変位量は、断層の中央付近が大きく、端部に向かって小さくなり、南西端で収束する。
 ○以上のことから、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)の境界でB₁層基底の変位量は収束し、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。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所



位置図



B₁層基底の変位量分布図

凡例

(測線位置における活動性)

- B₁層以上に変位、変形が認められる
- B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できない
- B₁層以上に変位、変形が認められない

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)

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)

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 (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 (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 (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: ウォーターガン・マルチチャンネル)

調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)

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 (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)

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。

○ 断層端点

断層位置
推定区間

・同じ位置で複数の測線で断層が認められる場合は、より解像度が高い測線もしくは走向に直交する測線の変位量を算出した。

※1: 笹波沖断層帯(東部)の分岐断層周辺にはB₁層が分布しないことから、分岐断層の変位量は示していない。

※2: 笹波沖断層帯(西部)の3条に分岐する撓曲区間については、同一測線で複数の構造が認められた測線を対象とし、合算値で算出した。

凡例

- : 笹波沖断層帯(東部)
- : 笹波沖断層帯(西部)
- : 笹波沖断層帯(西部) 合算前
- : 羽咋沖西撓曲

3.2.6 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の 連動の検討結果

3.2.6(1) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4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笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4については、地表での断層位置・形状を確認した結果、断層トレースが並走しないことから、3.1節の「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。検討にあたっては、近接して分布する笹波沖断層帯(西部)とKZ3を検討対象とした。検討結果は以下の通り。

<同時活動の可能性の検討>

青字: 連動しない可能性を示唆するデータ

検討内容		検討結果	
地形及び地質構造	文献調査	<p>①国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(西部)とKZ3の同時活動を考慮していない(P.446)。</p> <p>②岡村(2007a)によれば、笹波沖断層帯(西部)の南東方には羽咋沖層群、金沢沖層群の隆起が認められる。また、KZ3の北西方には高浜沖隆起帯が位置し、KZ3はその東縁付近に位置する(P.447)。</p> <p>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、笹波沖断層帯(西部)に対応する構造は南東傾斜としている。また、岡村(2007a)によれば、KZ3に対応する背斜構造は西側のほうが隆起量が大きく、笹波沖断層帯(西部)とは逆方向の隆起量が大きい傾向にある(P.448)。</p> <p>④文科省ほか(2015)は、深部エアガン調査から、笹波沖断層帯(西部)は東傾斜の断層、KZ3は北西傾斜の逆断層と判断しており、笹波沖断層帯(西部)とKZ3の断層面の傾斜は逆である(P.449)。</p>	
	地球物理学的調査	海上音波探査	<p>⑤笹波沖断層帯(西部)とKZ3間の音波探査記録(No.101測線)からは、断層等を示唆するような変位、変形は認められず、両断層は連続しない(P.450)。</p> <p>(参考) 笹波沖断層帯(西部)とKZ3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.448, 449)。</p>
		重力異常分布	<p>⑥笹波沖断層帯(西部)とKZ3はいずれも走向に対応する重力異常急変部が認められず、連動の可能性については明確に判断できない(P.451)。</p>
総合評価		<p>・国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(西部)とKZ3の同時活動を考慮していない(①)。</p> <p>・笹波沖断層帯(西部)とKZ3は分布する隆起帯が異なる(②)。</p> <p>・笹波沖断層帯(西部)とKZ3は、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、④)。</p> <p>・両断層間の音波探査記録に変位、変形は認められず、両断層は連続しない(⑤)。</p> <p>[評価結果]</p> <p>・以上のことから、笹波沖断層帯(西部)とKZ3の検討結果を踏まえ、笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4は同時活動しないと判断されることから、両断層の連動を考慮しない。</p>	

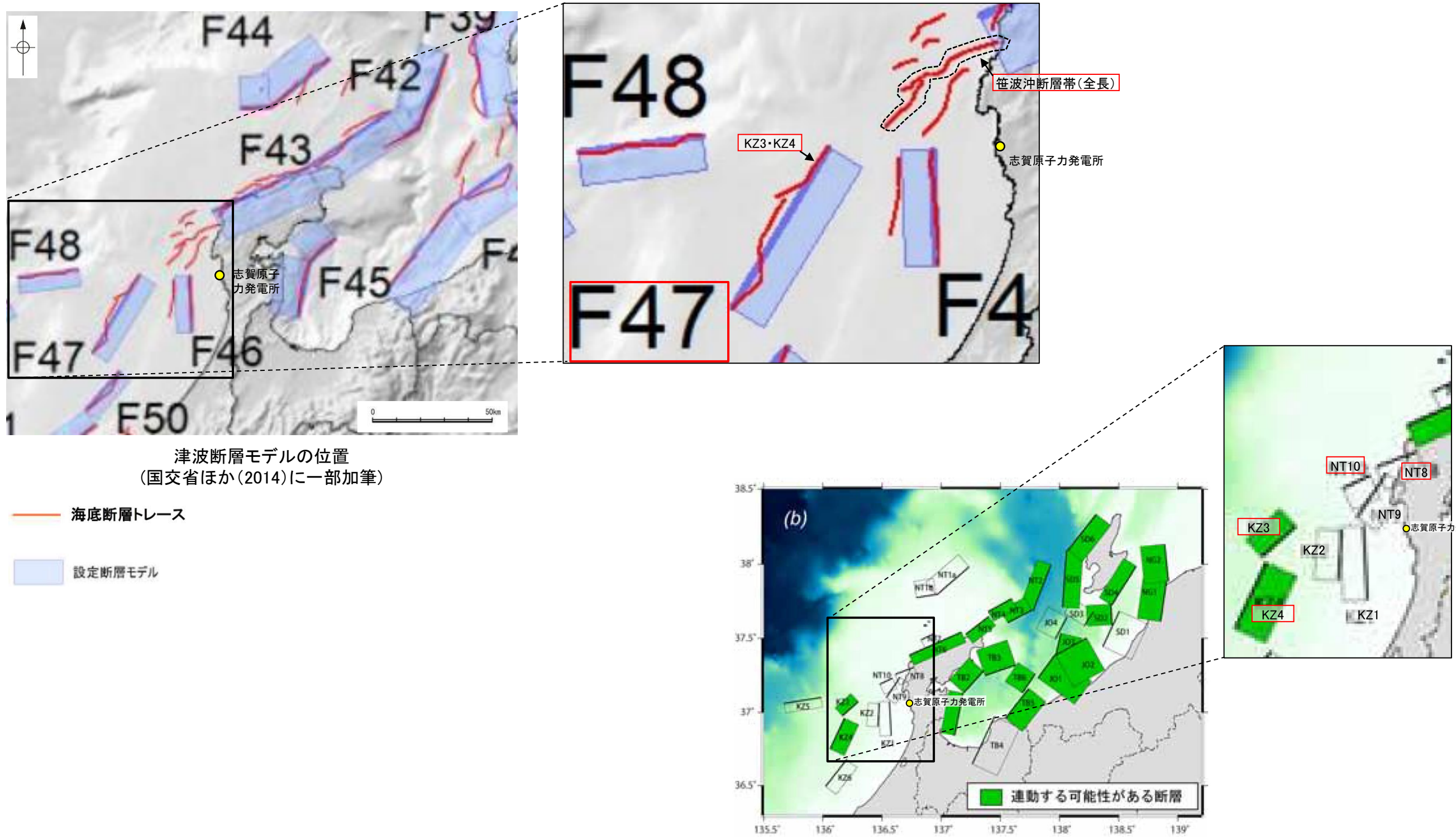
○連動の検討の結果、笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4を別々の断層として設定することとする。

連動の検討

断層モデルの設定方法

3.2.6(2) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 —文献調査—

- 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動に関する文献調査を行った。
- 国交省ほか(2014)は、笹波沖断層帯(全長)に対応する海底断層トレースとKZ3・KZ4に対応するF47をグルーピングしていない(左上図)。
- 文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(全長)に対応するNT8, NT10とKZ3・KZ4の連動を考慮していない(右下図)。



津波断層モデルの位置
(国交省ほか(2014)に一部加筆)

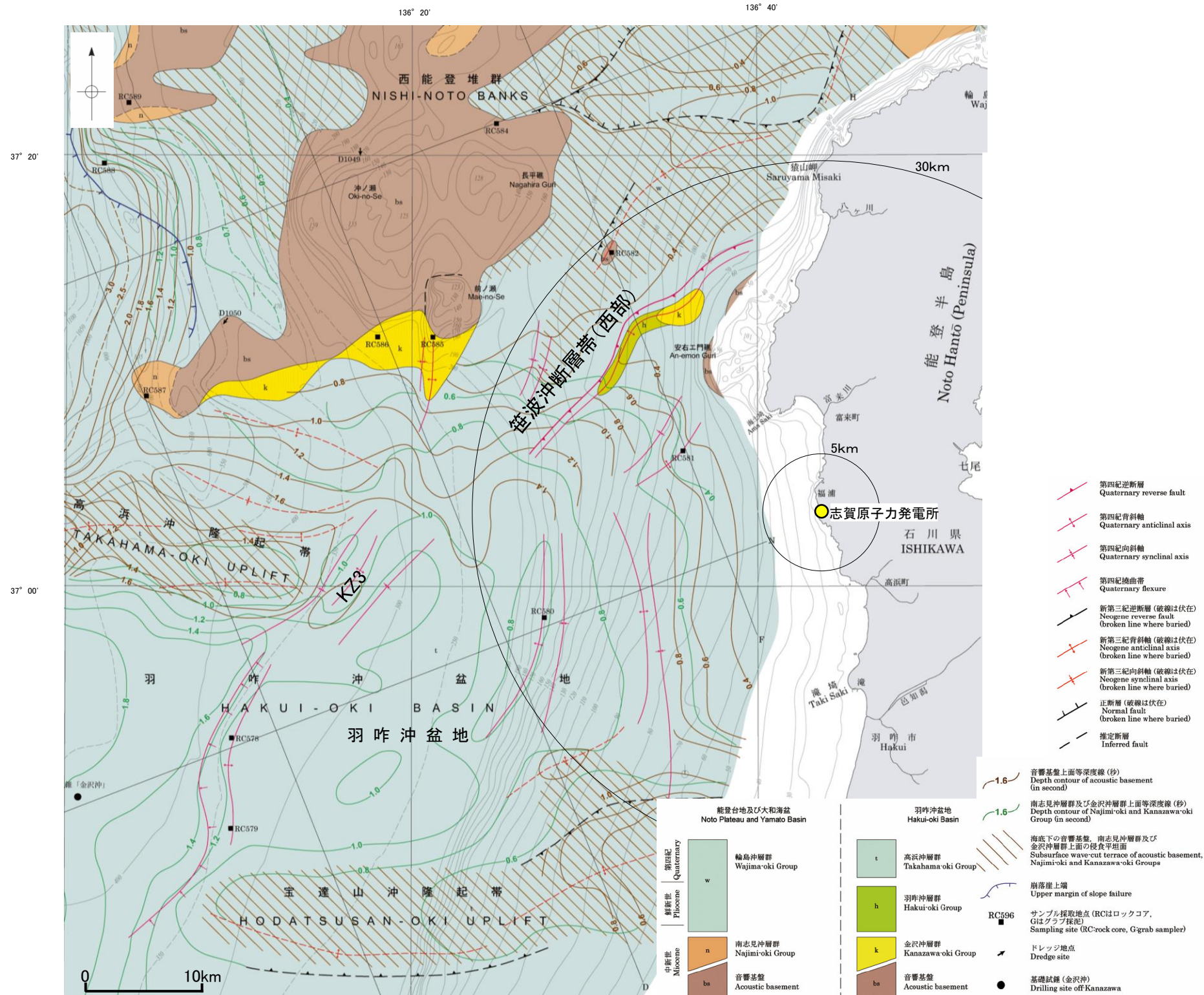
— 海底断層トレース
 ■ 設定断層モデル

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

3.2.6(3) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 ー文献調査ー

○岡村(2007a)によれば, 笹波沖断層帯(西部)の南東方には羽咋沖層群, 金沢沖層群の隆起(笹波沖小隆起帯に対応)が認められる。
○また, KZ3の北西方には高浜沖隆起帯が位置し, KZ3はその東縁付近に位置する。

○以上のことから, 笹波沖断層帯(西部)とKZ3は分布する隆起帯が異なる。



能登半島西方海底地質図(岡村, 2007a)に一部加筆

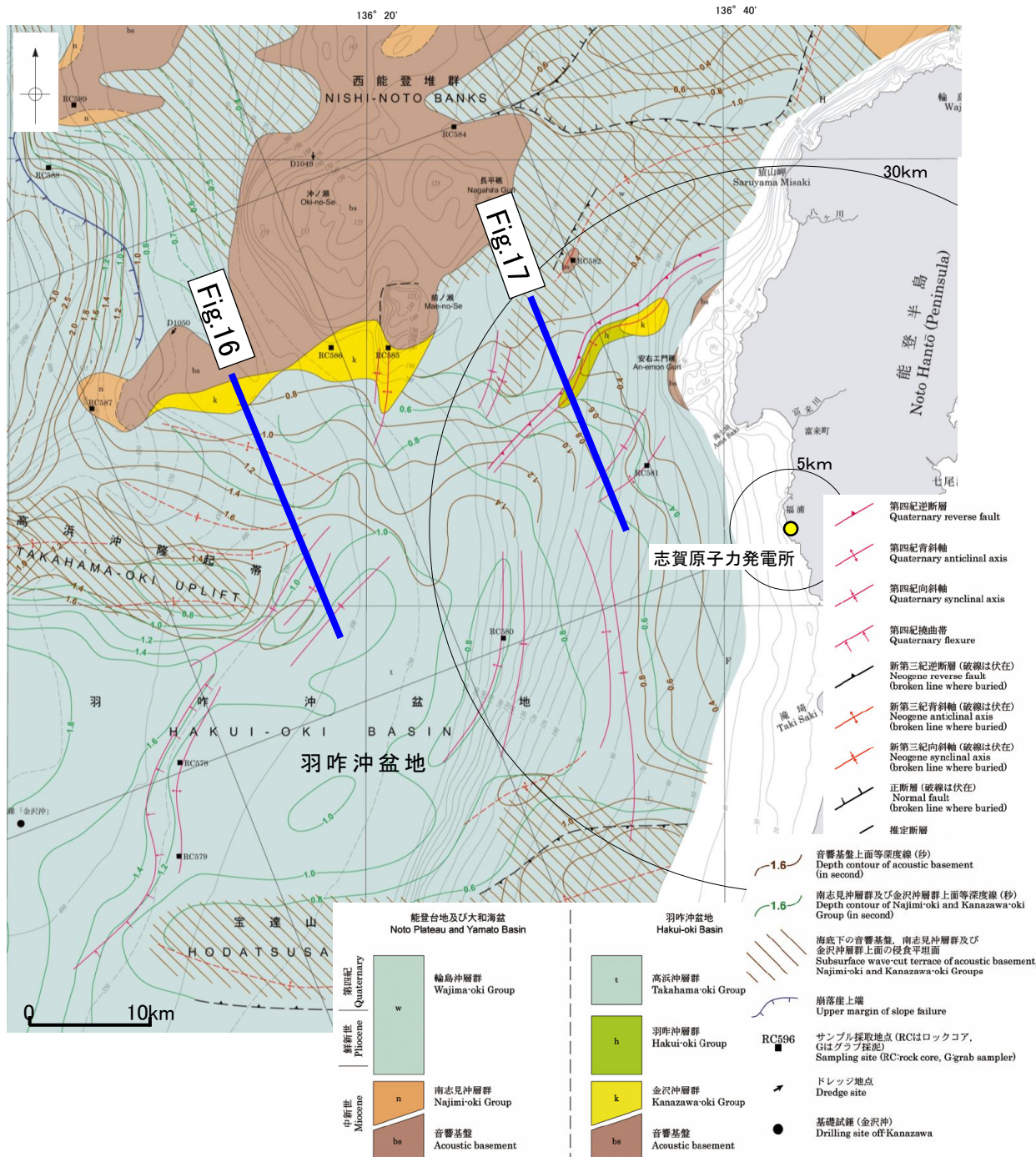
3.2.6(2) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 —文献調査, 海上音波探査—

○笹波沖断層帯(西部)とKZ3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))に示された音波探査記録(エアガン)を確認した(下図, 次頁)。○その結果, 笹波沖断層帯(西部)は南東傾斜の逆断層, KZ3は北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, 笹波沖断層帯(西部)に対応する構造は南東傾斜としている。○また, 岡村(2007a)によれば, KZ3に対応する背斜構造は西側の方が隆起量が大きく, 笹波沖断層帯(西部)とは逆方向の隆起量が大きい傾向にある。

(参考)岡村(2007a)の解釈断面図に, 笹波沖断層帯(西部)またはKZ3がバックラストとなるような逆傾斜の断層は推定されていない。



能登半島西方海底地質図(岡村, 2007a)に一部加筆

Fig.17(地質調査所エアガン)

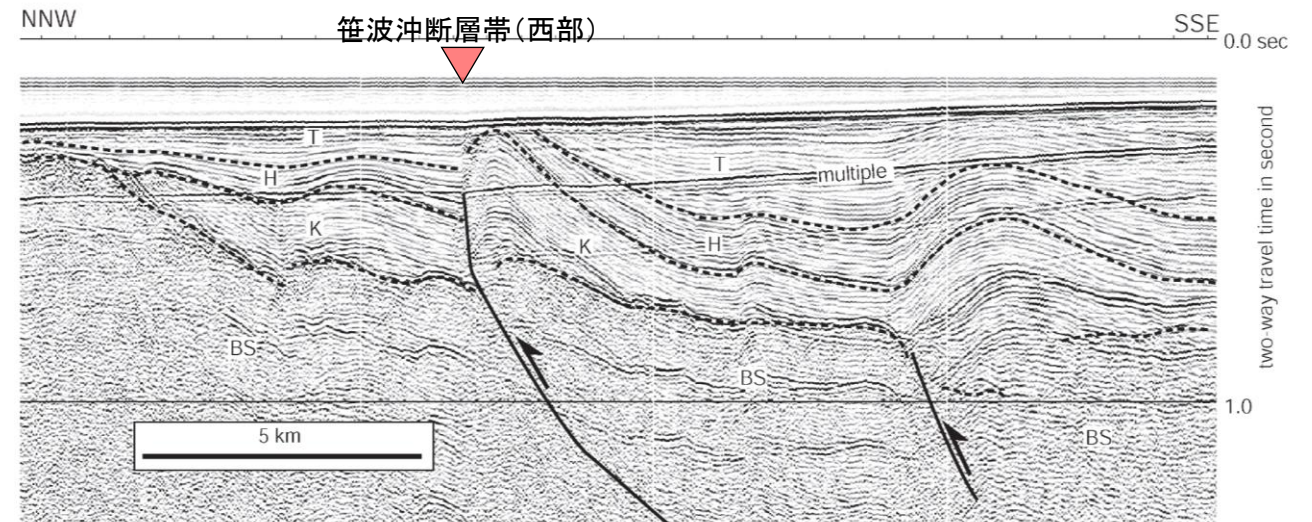


Fig.17解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

Fig.16(地質調査所エアガン)

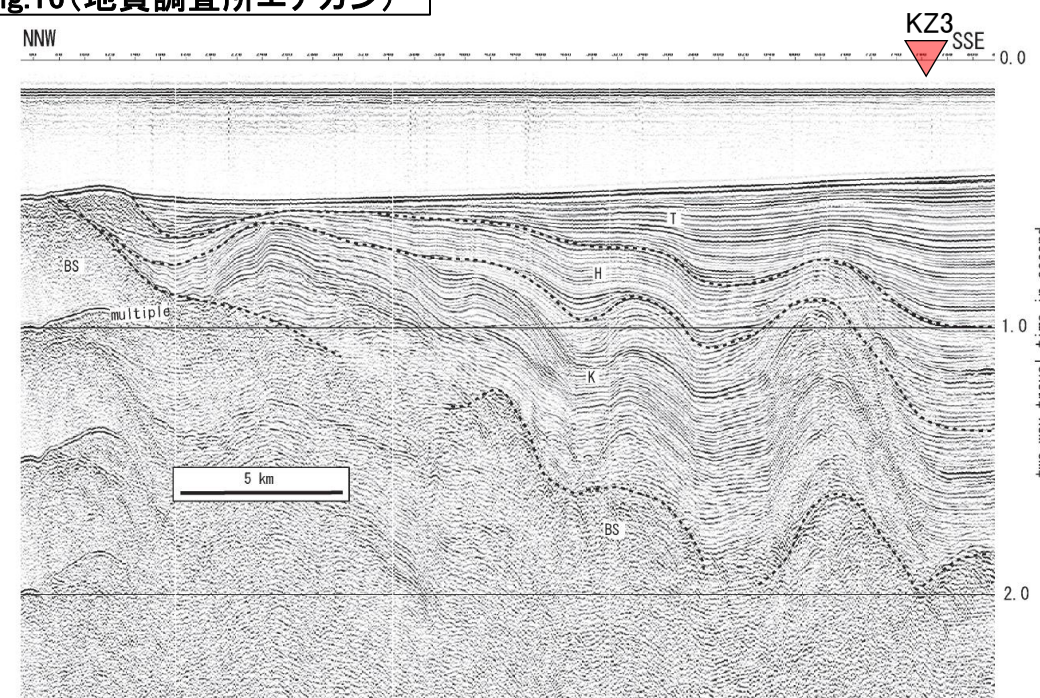
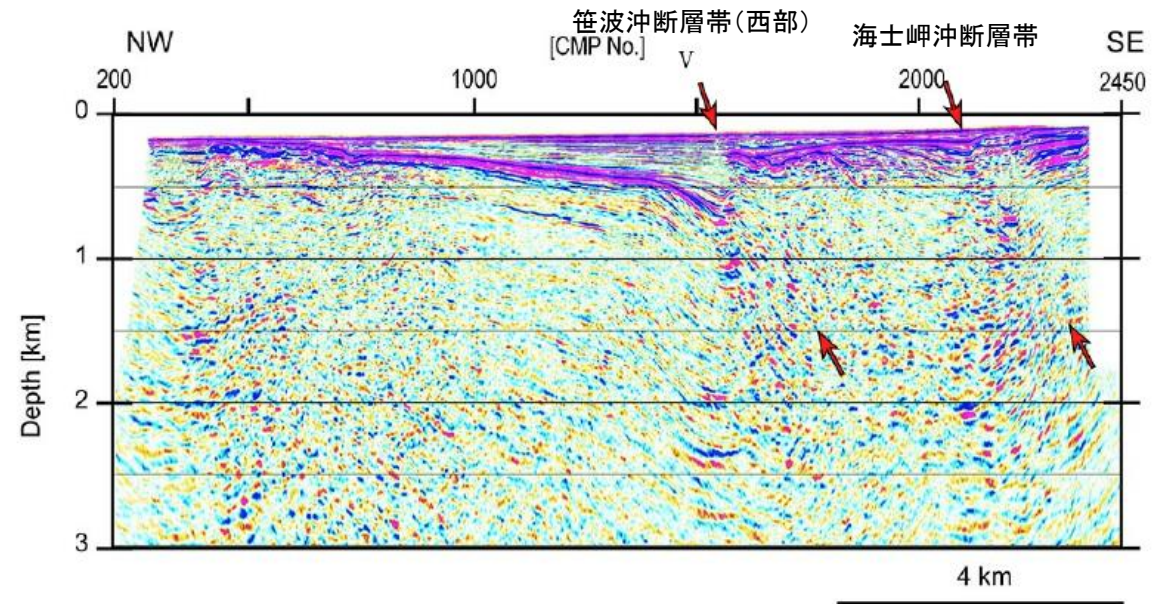
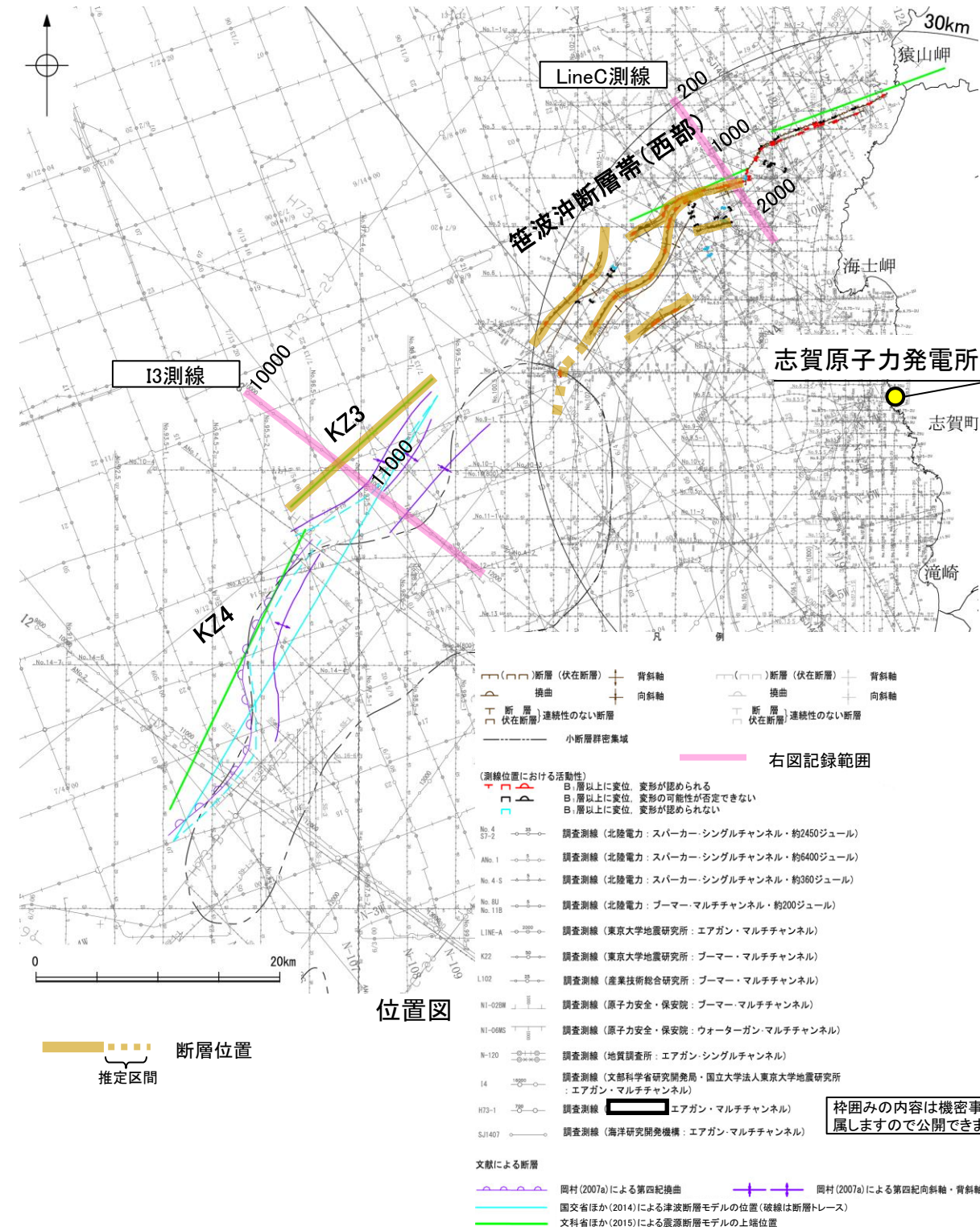


Fig.16解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

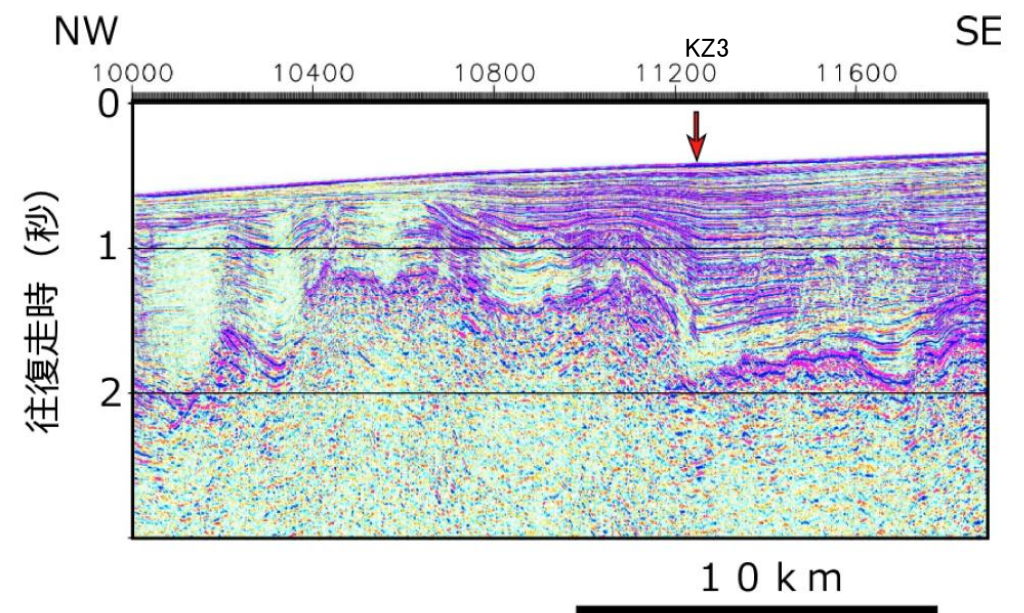
【文科省ほか(2015)】

○文科省ほか(2015)は、笹波沖断層帯(西部)を横断する測線(LineC測線)から、笹波沖断層帯(西部)に対応する断層は、 60° の東傾斜の断層と判断している。また、KZ3を横断する測線(I3測線)から、KZ3に対応する断層は、北西傾斜の逆断層と判断している。

(参考)文科省ほか(2015)の解釈断面図に、笹波沖断層帯(西部)またはKZ3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。



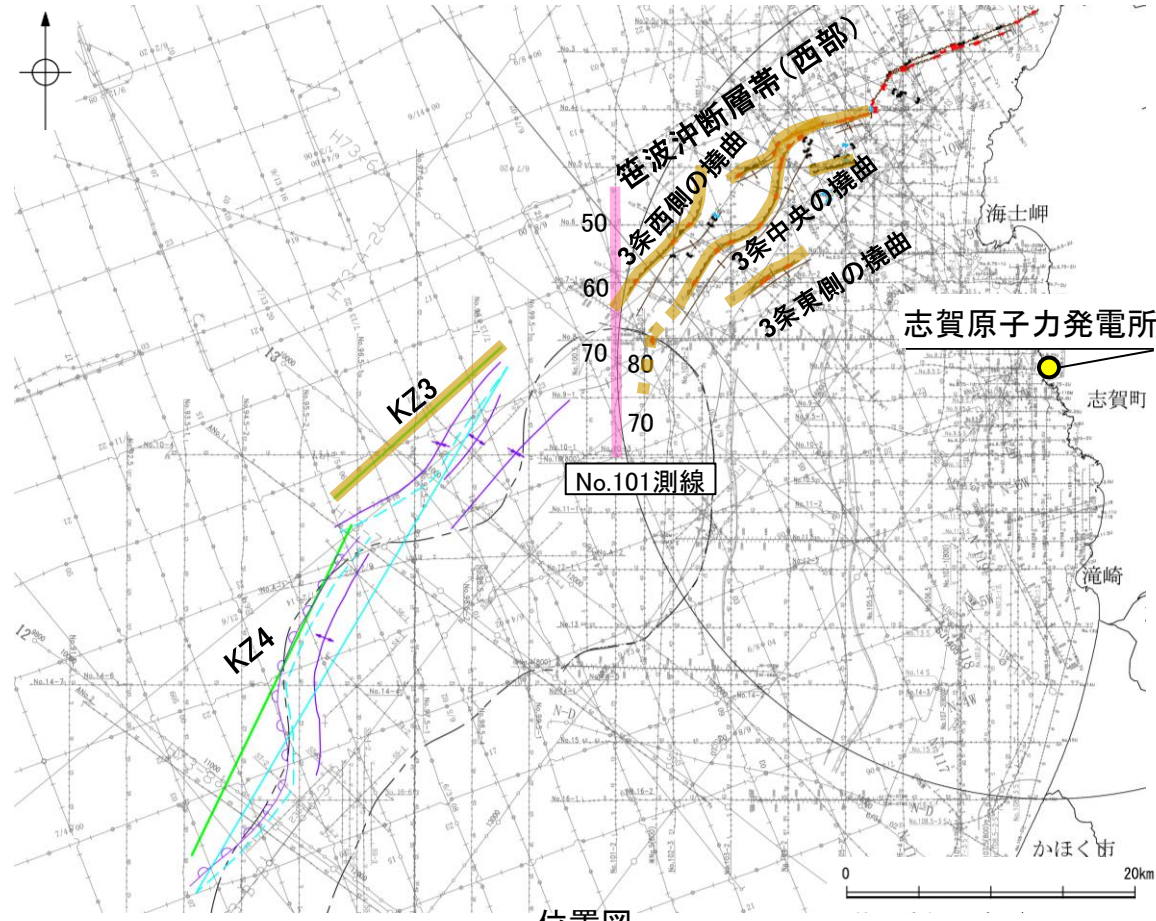
LineC測線(文科省ほか(2015)に一部加筆)



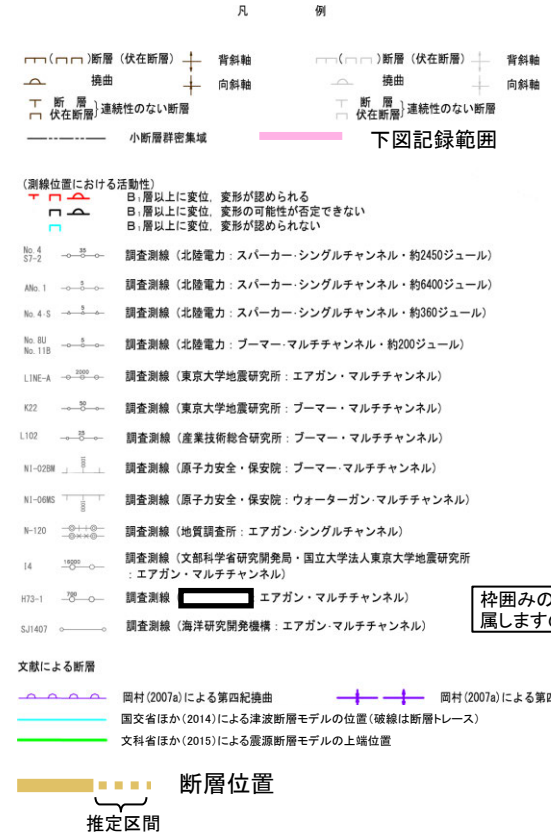
I3測線
(文科省ほか(2015)に一部加筆)

3.2.6(3) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 —海上音波探査(地質構造の連続性)—

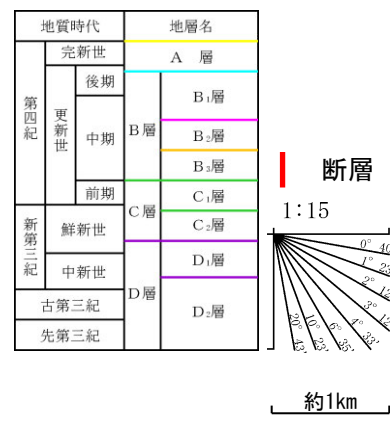
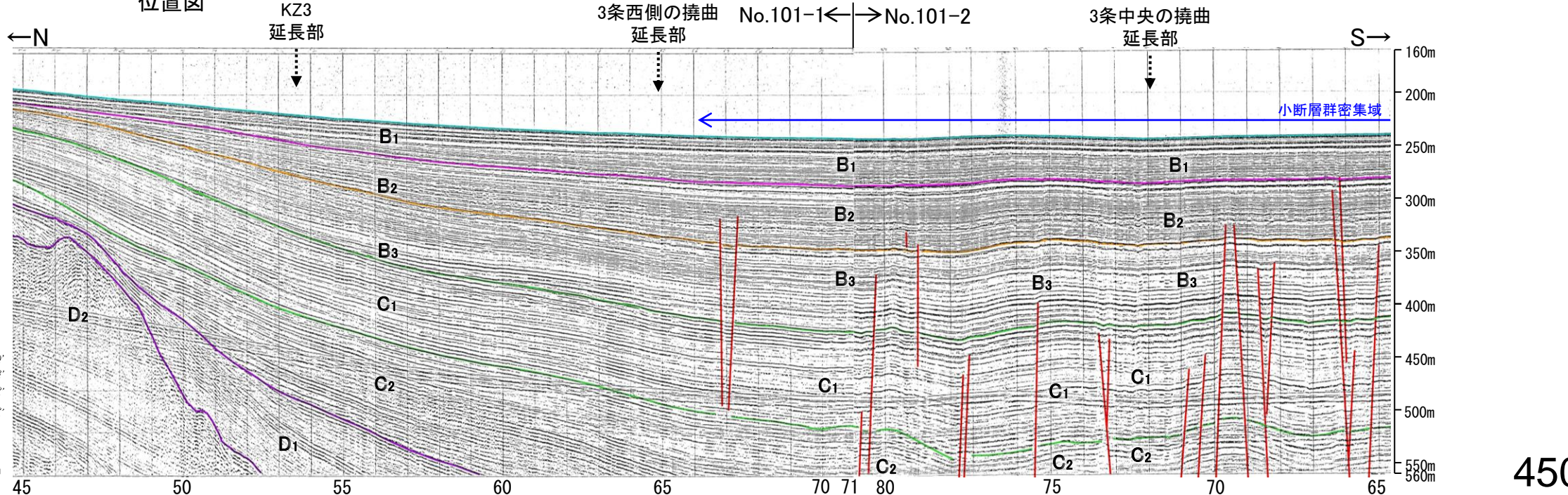
○笹波沖断層帯(西部)とKZ3間の地質構造の連続性を検討するため、両断層間の浅部の海上音波探査記録(スーパーカー)を確認した。
 ○その結果、笹波沖断層帯(西部)~KZ3間のNo.101測線に断層等は認められず、両断層は連続しない。
 ○No.101-1測線の測点66~No.101-2測線の測点65付近で認められるわずかな地層の変位、変形は深部方向に連続しない小断層であり、隆起運動に伴い、表層付近に生じた局所的な応力により形成されたものと推定される(P.316)。



位置図

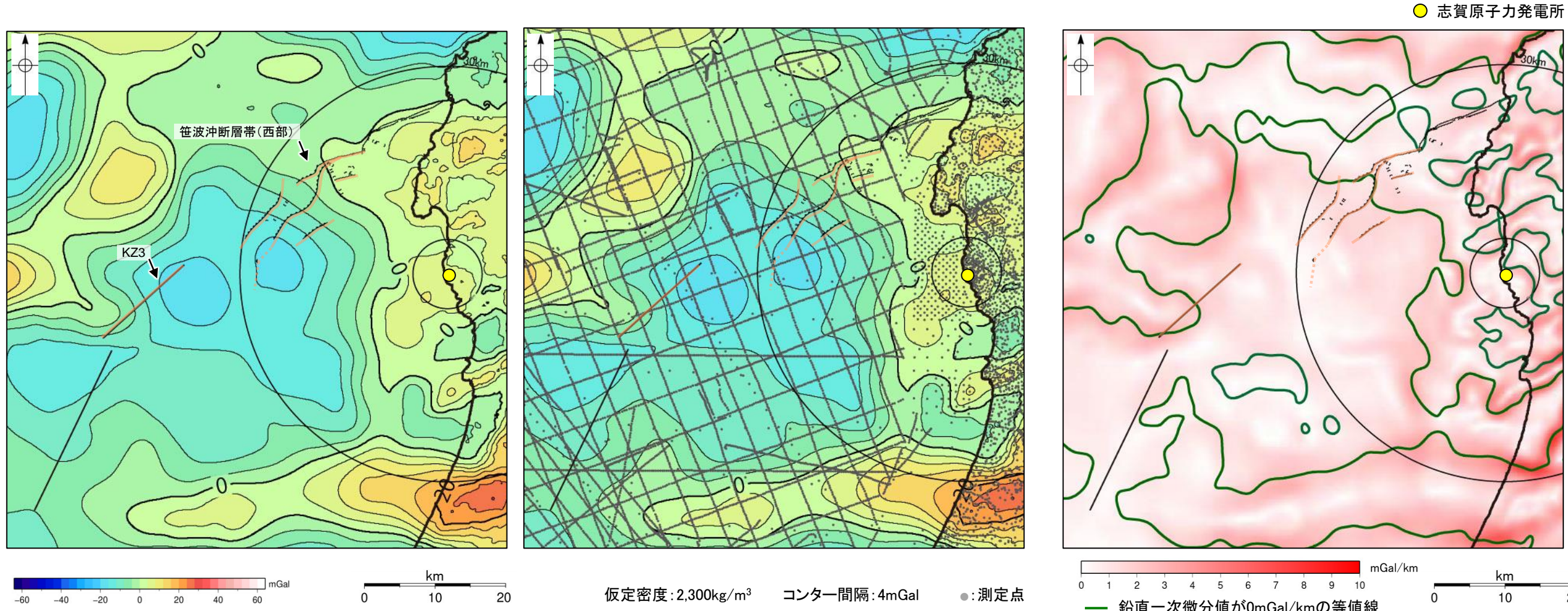


No.101測線(北陸電力スーパーカー)



3.2.6(4) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 —重力異常分布—

○笹波沖断層帯(西部)とKZ3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。
○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、連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(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を行っている。

●: 測定点
 () 断層 (伏在断層)
 〰 撓曲
 断層位置
 推定区間

・水平一次微分図は、平面トレンドを除去及び遮断波長4kmのローパスフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。

この図は、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・当社が作成したものである。

3.2.7 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の 連動の検討結果

3.2.7(1) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討結果 ー概要ー

○検討対象とする断層の組合せとして抽出した笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯については、地表での断層位置・形状を確認した結果、断層トレースが並走しないことから、3.1節の「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。検討にあたっては、近接して分布する笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントを検討対象とした。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 青字: 連動しない可能性を示唆するデータ

>

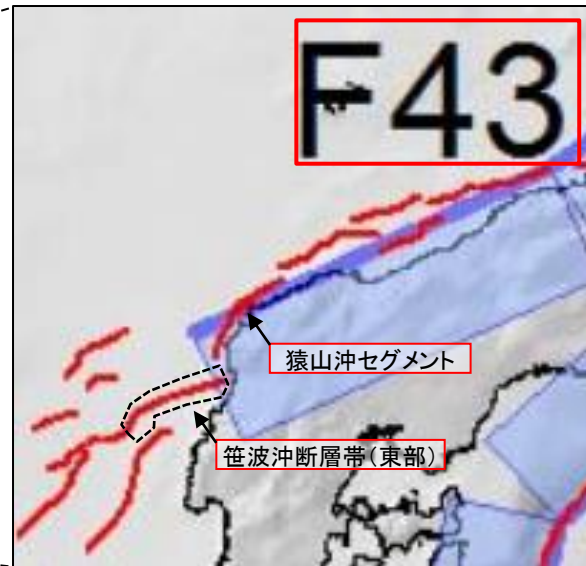
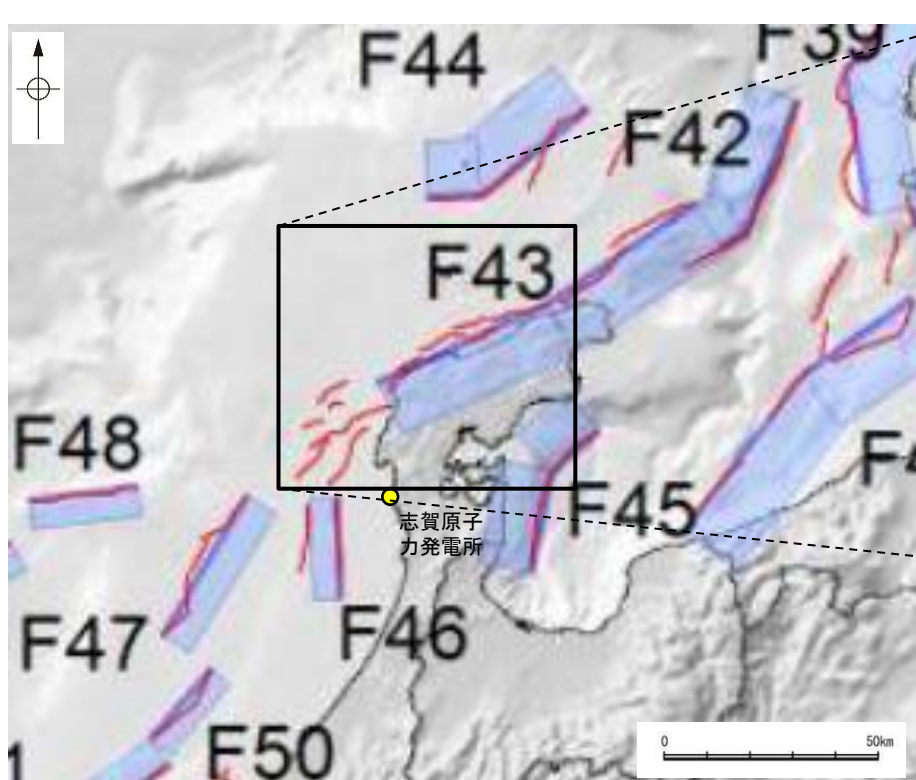
検討内容		検討結果	
地形及び地質構造	文献調査	①国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの同時活動を考慮していない(次頁)。 ②佐藤ほか(2007c)は、2007年能登半島地震震源陸域で行った反射法地震探査の結果により、2007年能登半島地震は笹波沖断層帯(東部)の下部延長が逆断層成分と右横ずれ成分を伴って変位したことにより発生したものと判断している(P.455)。	
	地球物理学的調査	海上音波探査	③笹波沖断層帯(東部)はB ₁ 層以上に北西落ちの変位、変形が認められ、走向がENE-WSW方向(屈曲部:NNE-SSW方向)、南東傾斜の逆断層と推定される(P.456)。 ④猿山沖セグメントは、B ₁ 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(屈曲部:N-S~NNE-SSW方向)、南東傾斜(屈曲部:東~南東傾斜)の逆断層と推定される(P.457)。 ⑤笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の音波探査記録を確認した結果、 笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の音波探査記録(No.108-1・S測線, No.2・S測線)からは、断層等は認められず、両セグメントは連続しない (P.458)。
		重力異常分布	⑥重力異常の等重力線に対して、いずれの断層も走向はほぼ一致しているが、 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 (P.459)。
		比抵抗構造*	⑦深度5km~15kmにわたって、笹波沖断層帯(東部)の東端付近に認められた 高比抵抗ブロック が、北西方向に延長して分布しており、 猿山沖セグメントと笹波沖断層帯(東部)間に位置している (P.460)。
断層の活動履歴	B ₁ 層基底の変位量分布	⑧ 笹波沖断層帯(東部)の変位量は陸域部の北東端にかけて収束すると推定され、猿山沖セグメントの変位量は南西端で収束することから、両セグメント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.461)。 ・笹波沖断層帯(東部)のB ₁ 層基底の変位量は、海域部では約30~60mであり、陸域部にかけて収束すると推定される。 ・猿山沖セグメントのB ₁ 層基底の変位量は、笹波沖断層帯(東部)と同じ走向を示すENE-WSW方向の区間は約10~40mであり、南西端付近の屈曲部(N1, N2測線)で一部大きな値を示すものの、南西端(No.108-1・S, No.2・S測線)で収束する。	
	最新活動時期	⑨ 笹波沖断層帯(東部)は2007年能登半島地震の震源断層であり(地震調査委員会, 2010)(P.95)、猿山沖セグメントと最新活動時期が異なる。	
	余震活動	⑩2007年能登半島地震の震源断層である笹波沖断層帯(東部)の余震活動は、笹波沖断層帯(西部)に拡大しているが、猿山沖セグメントには余震活動が認められない(P.465)。	
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> ・国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの同時活動を考慮していない(①)。 ・両セグメント間の音波探査記録に断層等は認められず、さらに笹波沖断層帯(東部)は猿山沖セグメント方向には延びておらず、両セグメントは連続しない(②, ⑤)。 ・両セグメントの境界部の走向差は約60°(斜めT字状)あり、境界部付近の傾斜方向が異なる(③, ④)。 ・重力異常分布からは、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの連動が想定されるような連続する構造は認められない(⑥)。 ・笹波沖断層帯(東部)の東端付近に認められた高比抵抗ブロックが、猿山沖セグメントと笹波沖断層帯(東部)との間に位置している(⑦)。 ・B₁層基底の変位量分布から、両セグメント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(⑧)。 ・笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントは最新活動時期が異なる(⑨)。 <p>[評価結果]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以上のことから、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの検討結果を踏まえ、笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯は同時活動しないと判断されることから、両断層の連動を考慮しない。 ・なお、この評価結果は、余震活動の検討結果(⑩)と整合する。 	

※: 重力異常分布と同様に地下深部構造を推定する比抵抗構造についても、地下構造推定に重要であるとされている(地震調査委員会, 2010)ことから、連動評価の検討データとして用いる。

○連動の検討の結果、笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯を別々の断層として設定することとする。

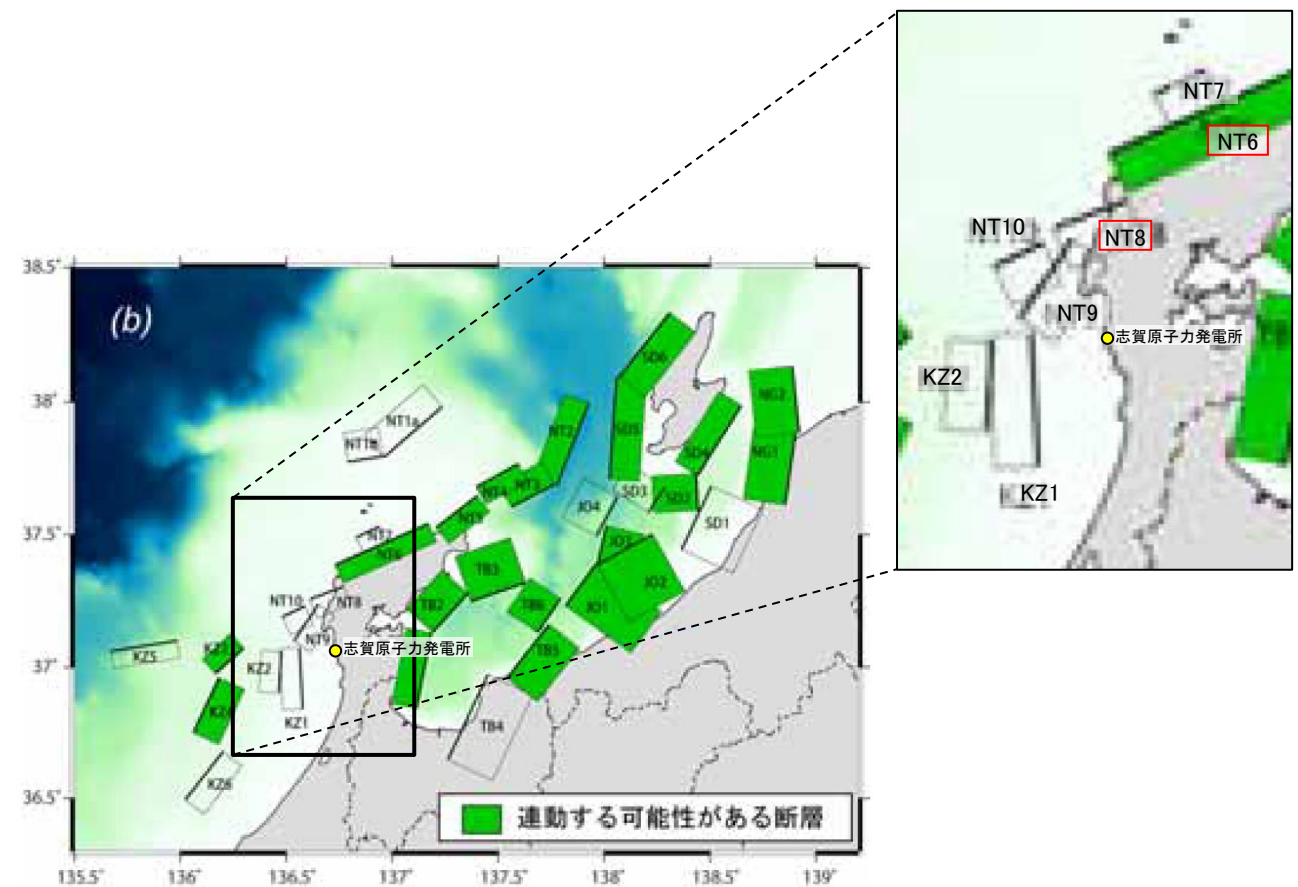
3.2.7(2) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 ー文献調査ー

- 笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの連動に関する文献調査を行った。
- 国交省ほか(2014)は、笹波沖断層帯(東部)に対応する海底断層トレースと猿山沖セグメントに対応するF43をグルーピングしていない(左上図)。
- 文科省ほか(2016)は、笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8と猿山沖セグメントに対応するNT6の連動を考慮していない(右下図)。



津波断層モデルの位置
(国交省ほか(2014)に一部加筆)

— 海底断層トレース
■ 設定断層モデル

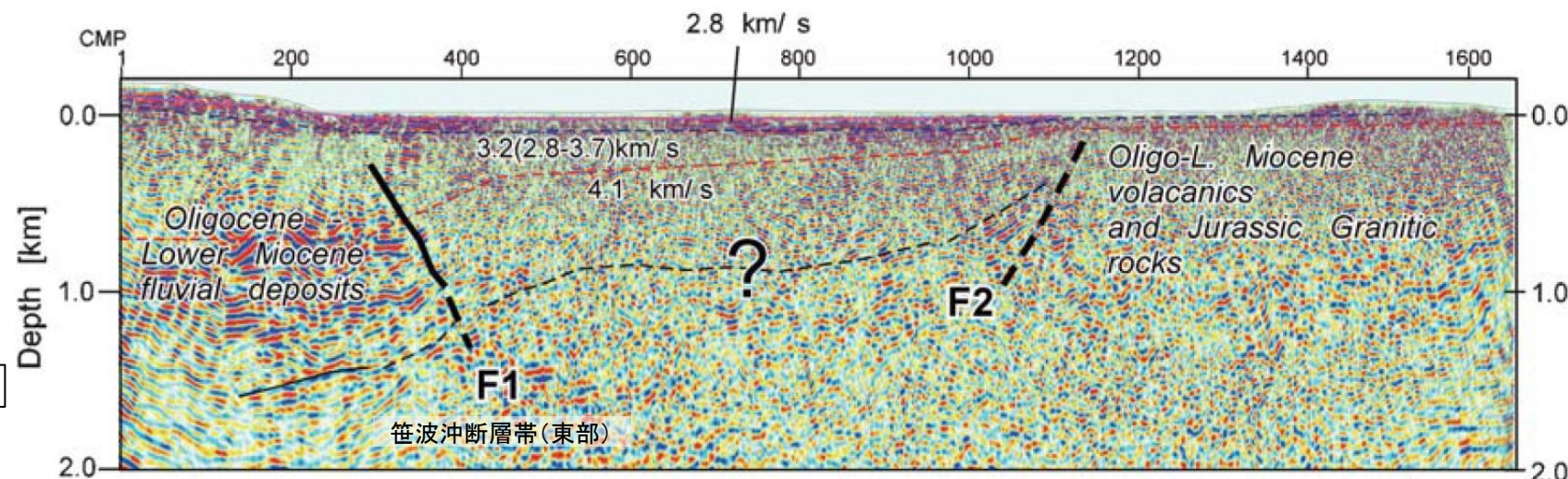
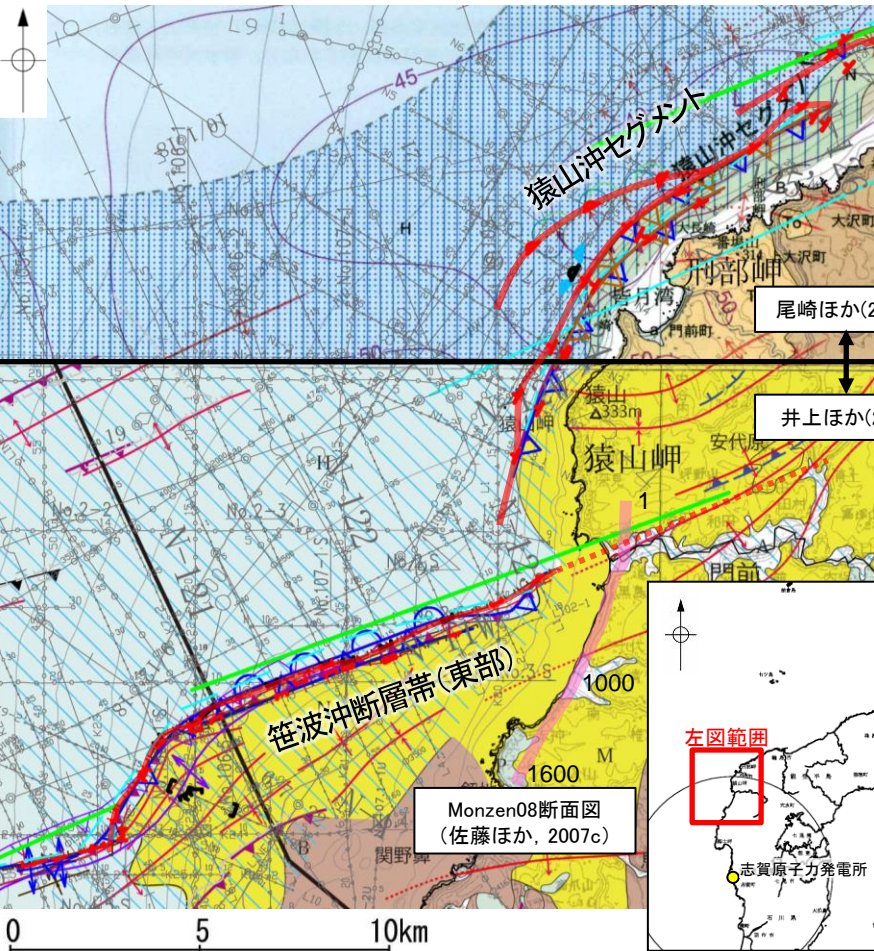


連動する可能性が考えられる21断層(緑色)
文科省ほか(2016)を編集, 一部加筆

3.2.7(2) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 ー文献調査ー

○佐藤ほか(2007c)は, 2007年能登半島地震震源陸域で行った反射法地震探査の結果(Monzen08)により, 2007年能登半島地震はF1(笹波沖断層帯(東部))に対応の下部延長が逆断層成分と右横ずれ成分を伴って変位したことにより発生したものと判断している。

○このことから笹波沖断層帯(東部)は陸域まで延びており, 猿山沖セグメント方向には延びていないと判断した。



Monzen08断面図(佐藤ほか(2007c)に一部加筆)

位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

凡 例

地質時代	地層名	
第四紀	完新世	A層
	後期	B ₁ 層
	中期	B ₂ 層
更新世	前期	B ₃ 層
	鮮新世	C層
第三紀	中新世	D ₁ 層
	古第三紀	D ₂ 層
先第三紀	D ₃ 層	

断層位置 推定区間

(測線位置における活動性)

- 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)
- 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)
- 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 (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: 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)
- 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 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
- 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)

文献による断層・褶曲

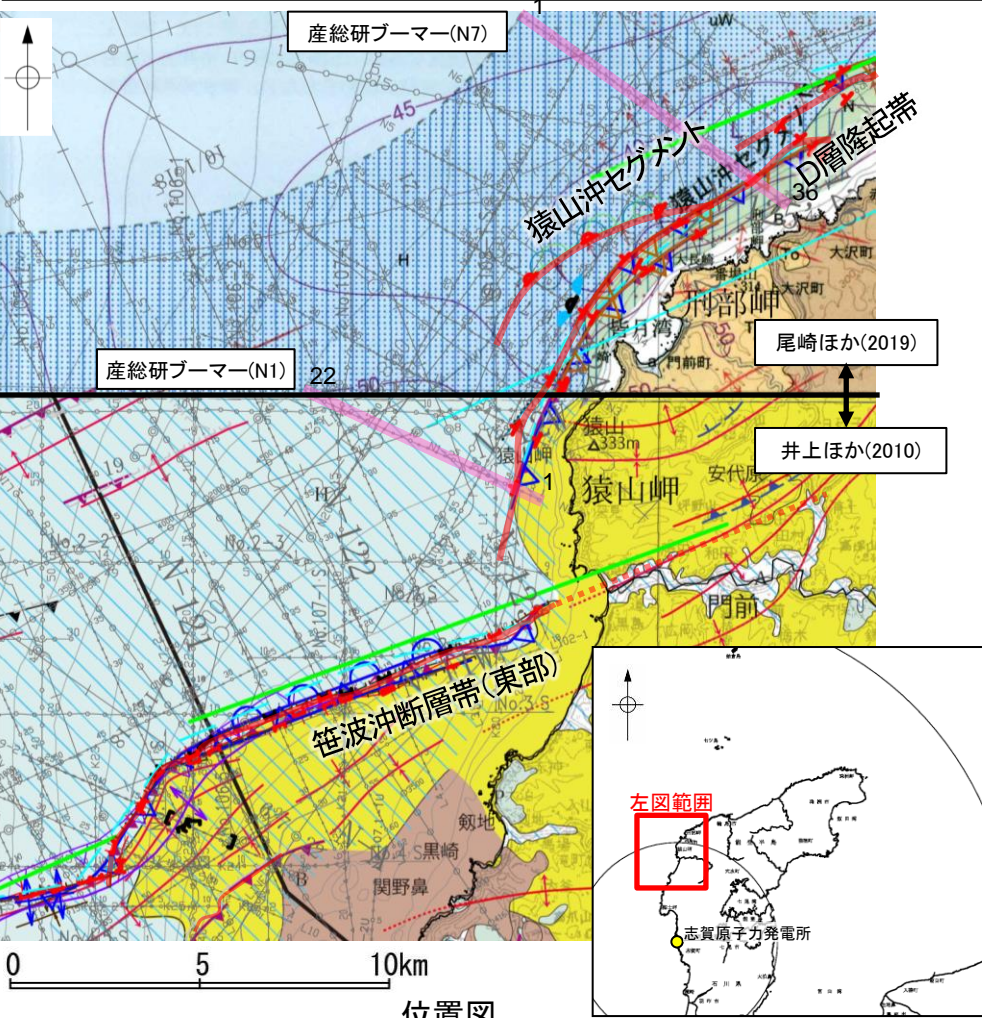
- 岡村(2007a)による第四紀逆断層
- 岡村(2007a)による第四紀向斜軸・背斜軸
- 井上他(2007)による向斜軸・背斜軸(逆断層の伏在を推定)
- 井上他(2007)による断層(赤: 完新統に変位, 変形有り)
- 井上・岡村(2010)による活逆断層
- 井上・岡村(2010)による活拗曲軸
- 井上・岡村(2010)による逆断層
- 井上・岡村(2010)による拗曲軸
- 尾崎他(2019)による逆断層
- 尾崎他(2019)による拗曲軸
- 尾崎他(2019)による活逆断層
- 国交省ほか(2014)による津波断層モデルの位置(破線は断層トレース)
- 文科省ほか(2015)による震源断層モデルの上端位置

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。

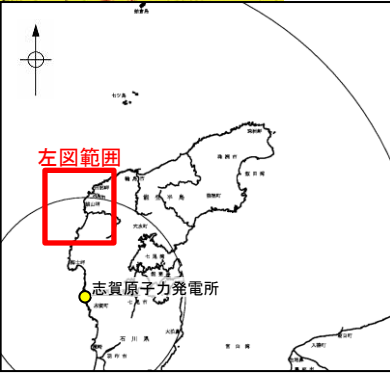
【猿山沖セグメントの特徴】

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

○猿山沖セグメントは、中新世堆積岩類が分布する猿山山地の北西縁の沿岸海域であるD層隆起帯北縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の北西落ちの変位から推定された南東傾斜の逆断層(屈曲部: 東~南東傾斜)であり、後期更新世以降の活動が認められる。
○猿山沖セグメントの走向はENE-WSW方向で、南西端付近でN-S~NNE-SSW方向に屈曲している。

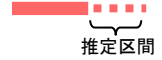


位置図
(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)



地質時代	地層名	
第四紀	完新世	A層
	後期	B ₀ 層
	中期	B ₁ 層 B ₂ 層 B ₃ 層
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層 C ₂ 層
	中新世	D ₁ 層
古第三紀	D ₂ 層	
先第三紀	D ₃ 層	

断層位置

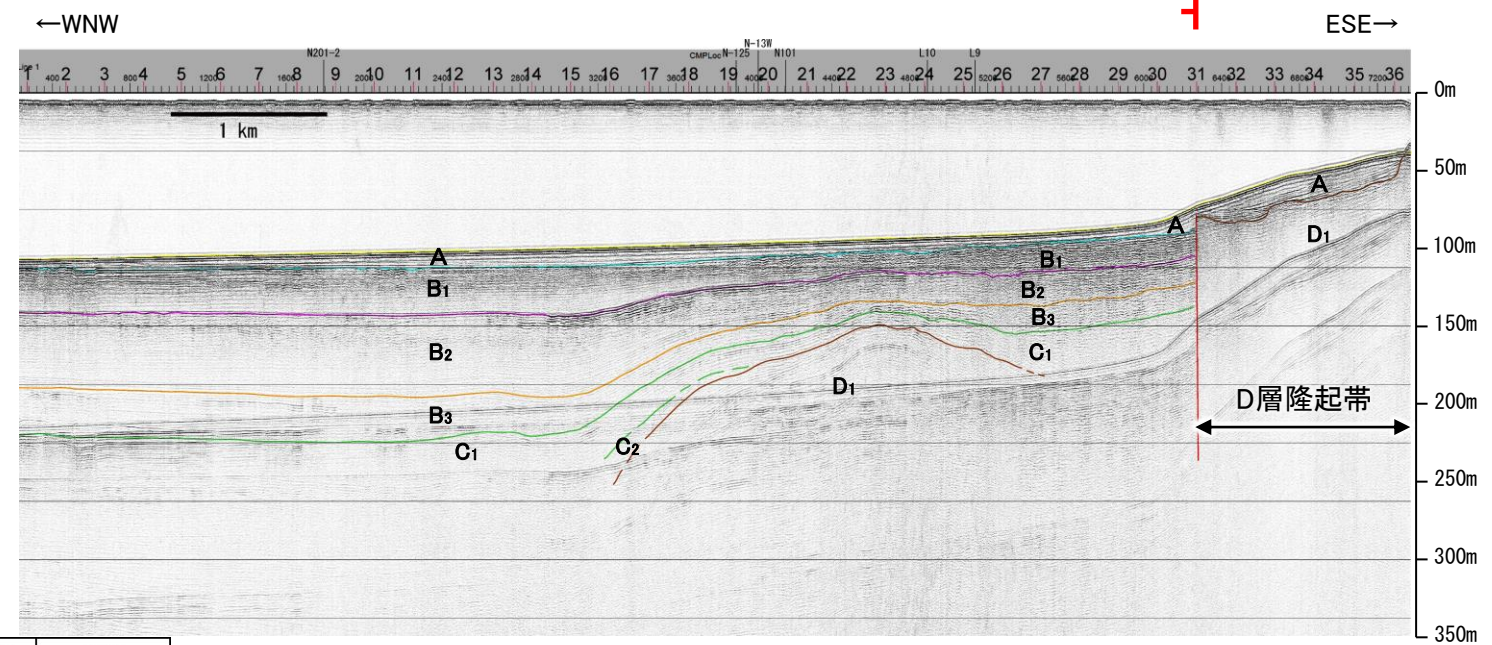


凡

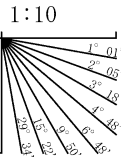
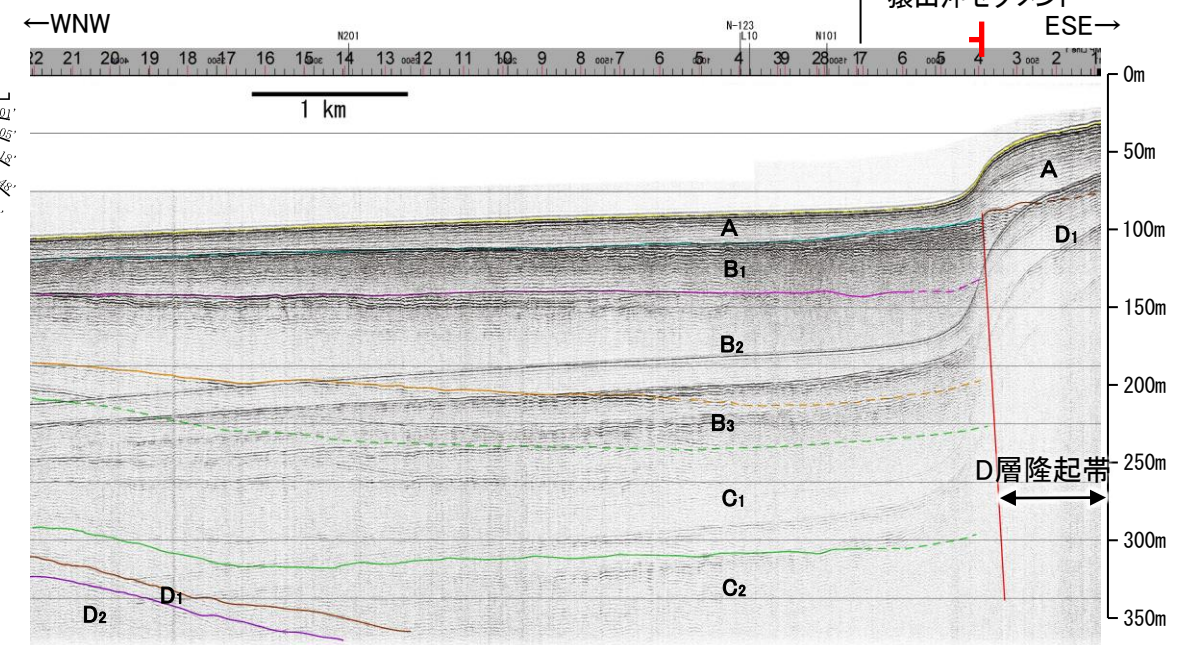
例

- (測線位置における活動性)
- 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)
 - 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)
 - 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)
 - 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: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 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)
 - 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 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
 - 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- 文献による断層・褶曲
- 岡村(2007a)による第四紀逆断層
 - 岡村(2007a)による第四紀向斜軸・背斜軸
 - 井上他(2007)による向斜軸・背斜軸(逆断層の伏在を推定)
 - 井上他(2007)による断層(赤: 完新統に変位, 変形有り)
 - 井上・岡村(2010)による活逆断層
 - 井上・岡村(2010)による活拗曲軸
 - 井上・岡村(2010)による逆断層
 - 井上・岡村(2010)による拗曲軸
 - 尾崎他(2019)による逆断層
 - 尾崎他(2019)による拗曲軸
 - 尾崎他(2019)による活逆断層
 - 国交省ほか(2014)による津波断層モデルの位置(破線は断層トレース)
 - 文科省ほか(2015)による震源断層モデルの上端位置

N7測線(産総研ブーマー)



N1測線(産総研ブーマー)



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。

この図面は、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。