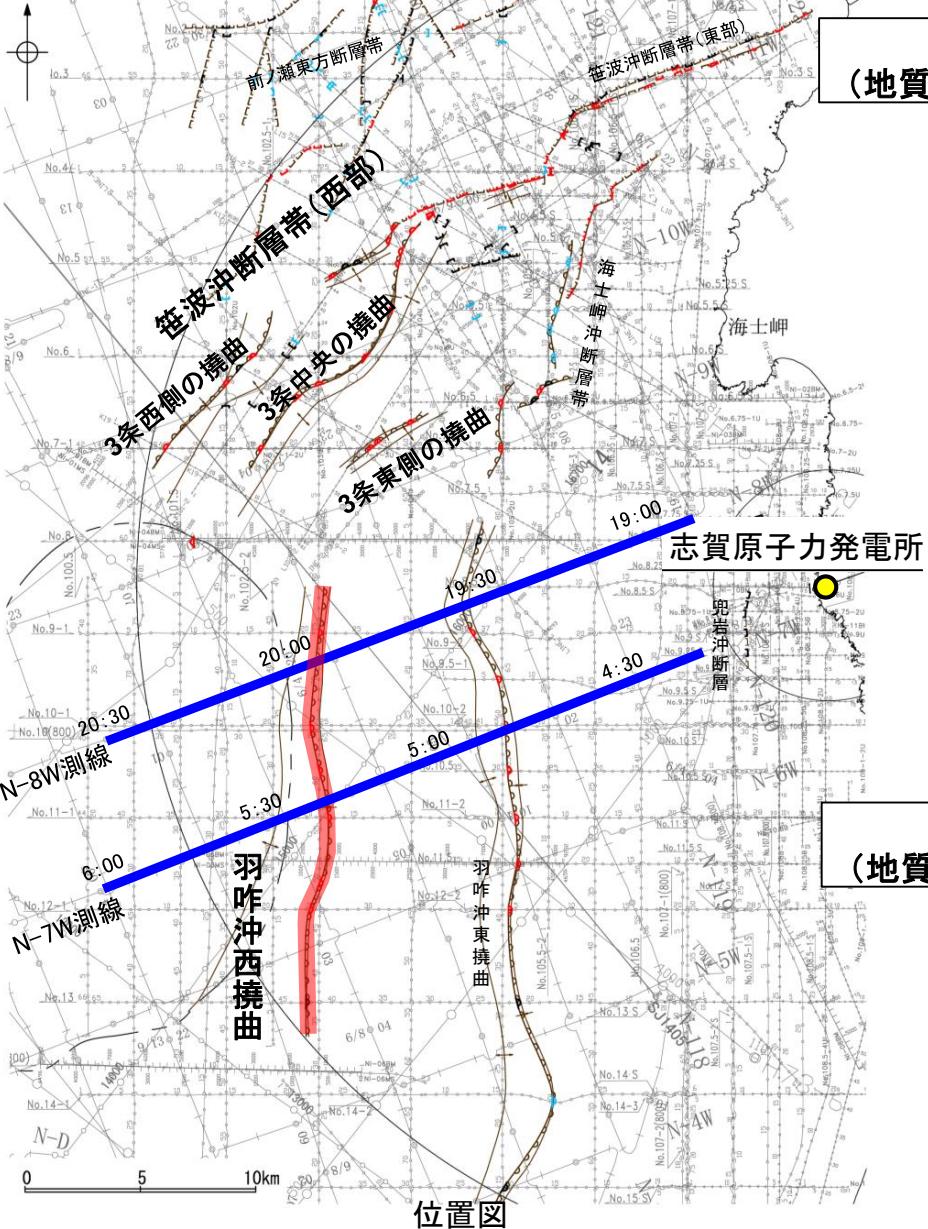


【羽咋沖西撓曲周辺の深部記録(エアガン) 1/2】

○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。



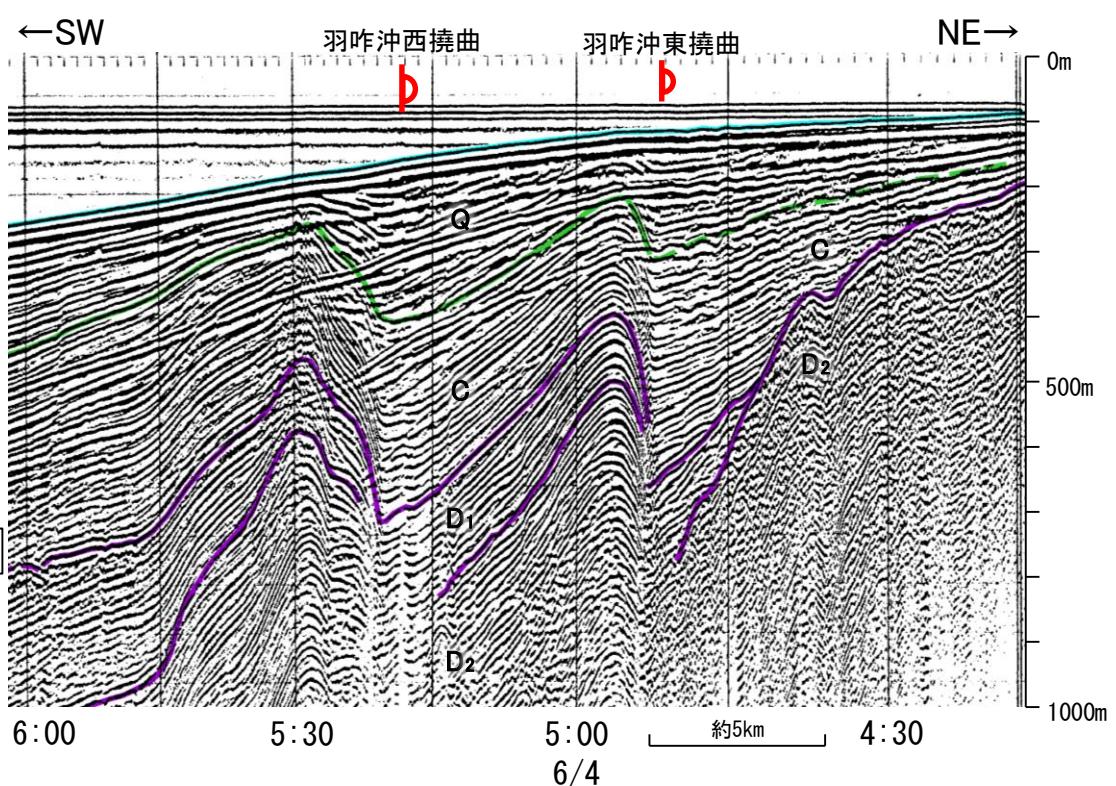
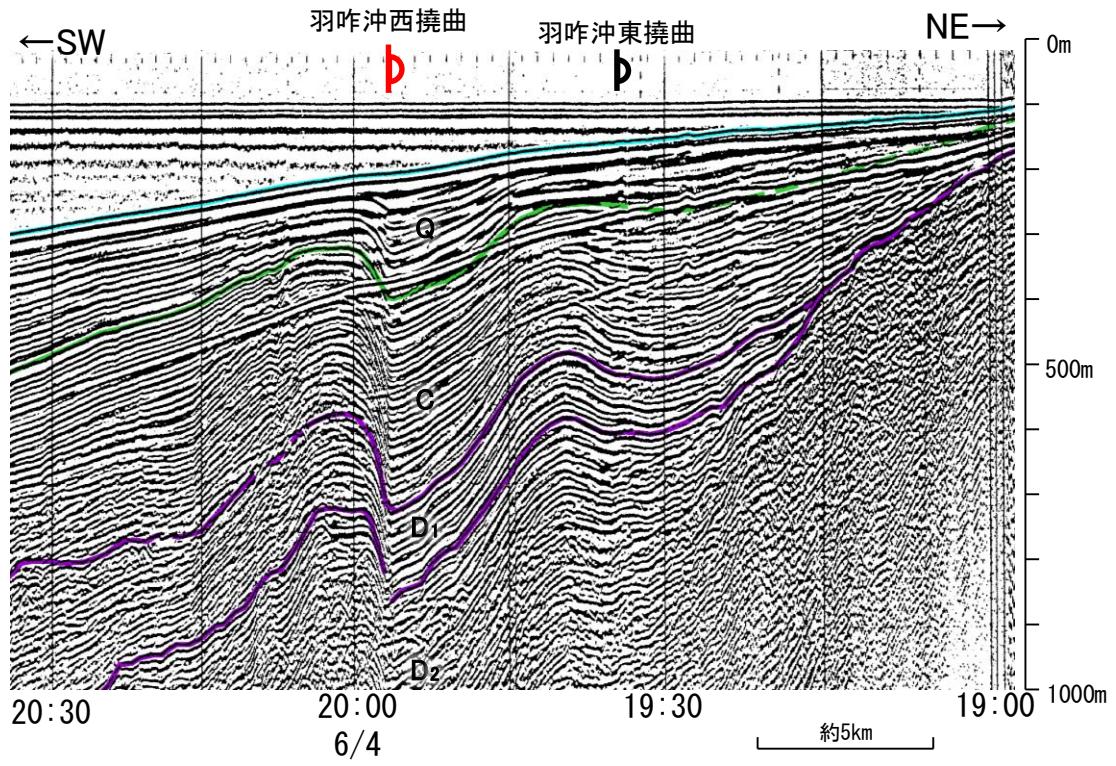
**N-8W測線
(地質調査所エアガン)**

**N-7W測線
(地質調査所エアガン)**

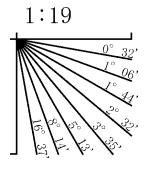
位置図
凡例

- | | | | |
|--|--|---|--|
| <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. 9.5 No. 8U No. 11B K17 L102 NI-06HM | <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) 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: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:ブーマー・マルチチャンネル) H73-1 調査測線(産業技術総合研究所:ブーマー・マルチチャンネル) SJ1407 調査測線(原子力安全・保安院:ブーマー・マルチチャンネル) LINE-A | <ul style="list-style-type: none"> 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。

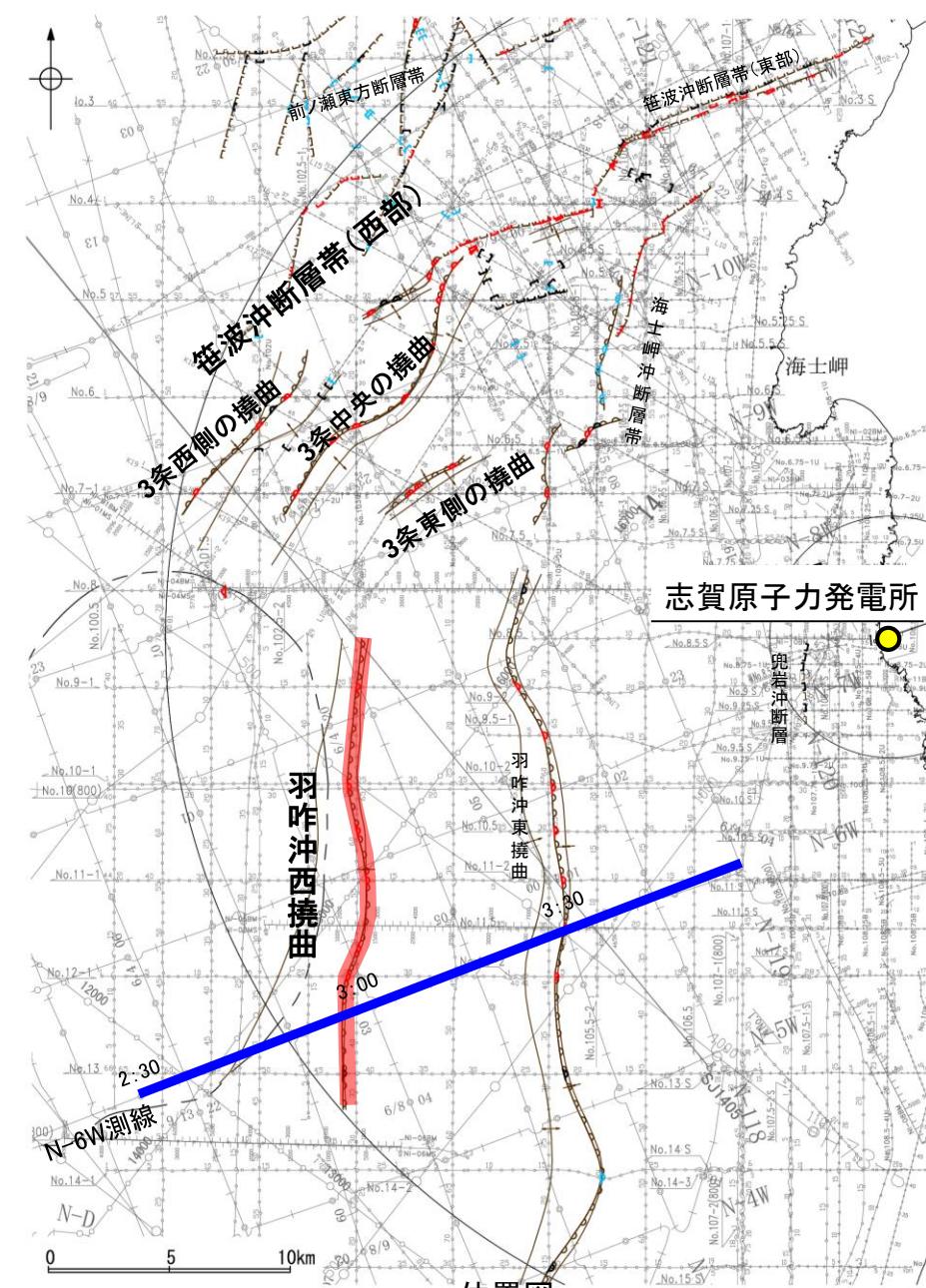


地質時代		地層名	
第四紀	完新世	Q層	A層
	後期		B ₁ 層
	中期		B ₂ 層
更新世	前期	C層	C ₁ 層
	鮮新世	D ₁ 層	D ₂ 層
新第三紀	中新世	D層	
古第三紀			
先第三紀			



・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】

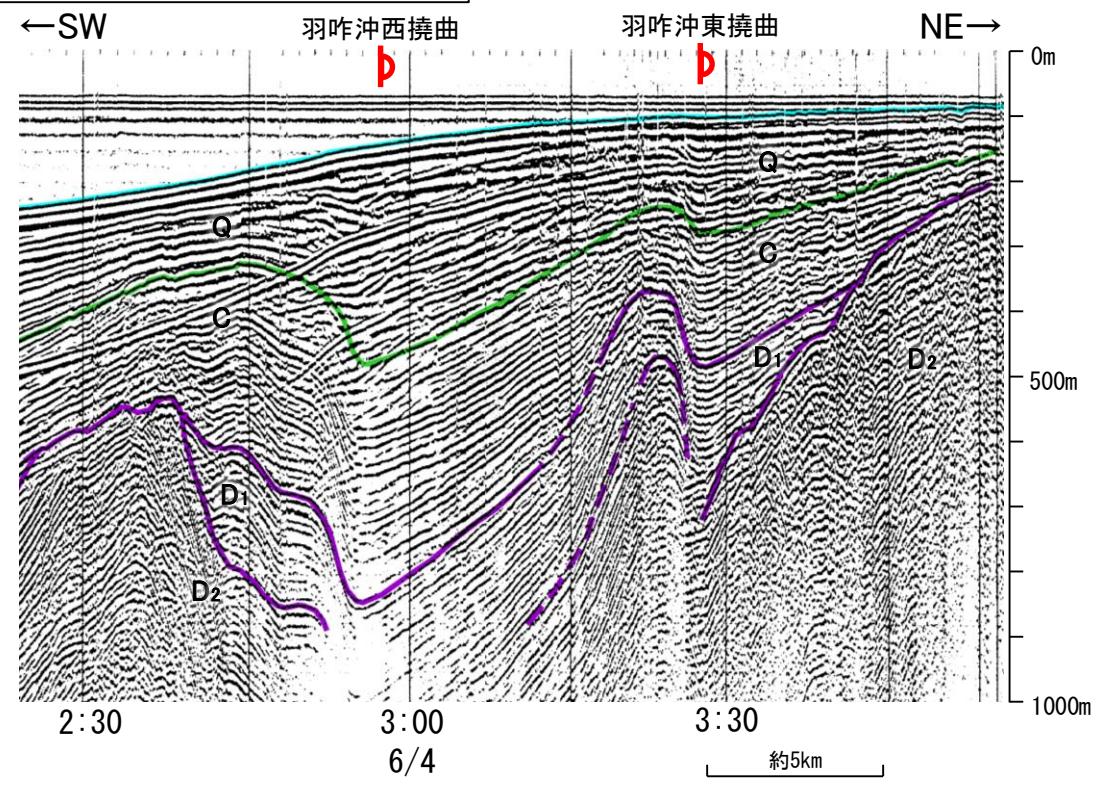


位置図

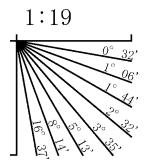
凡例

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層(伏在断層) 撓曲 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・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・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 断層位置 右図記録範囲 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) |
|--|---|
- (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
- 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。

N-6W測線(地質調査所エアガン)



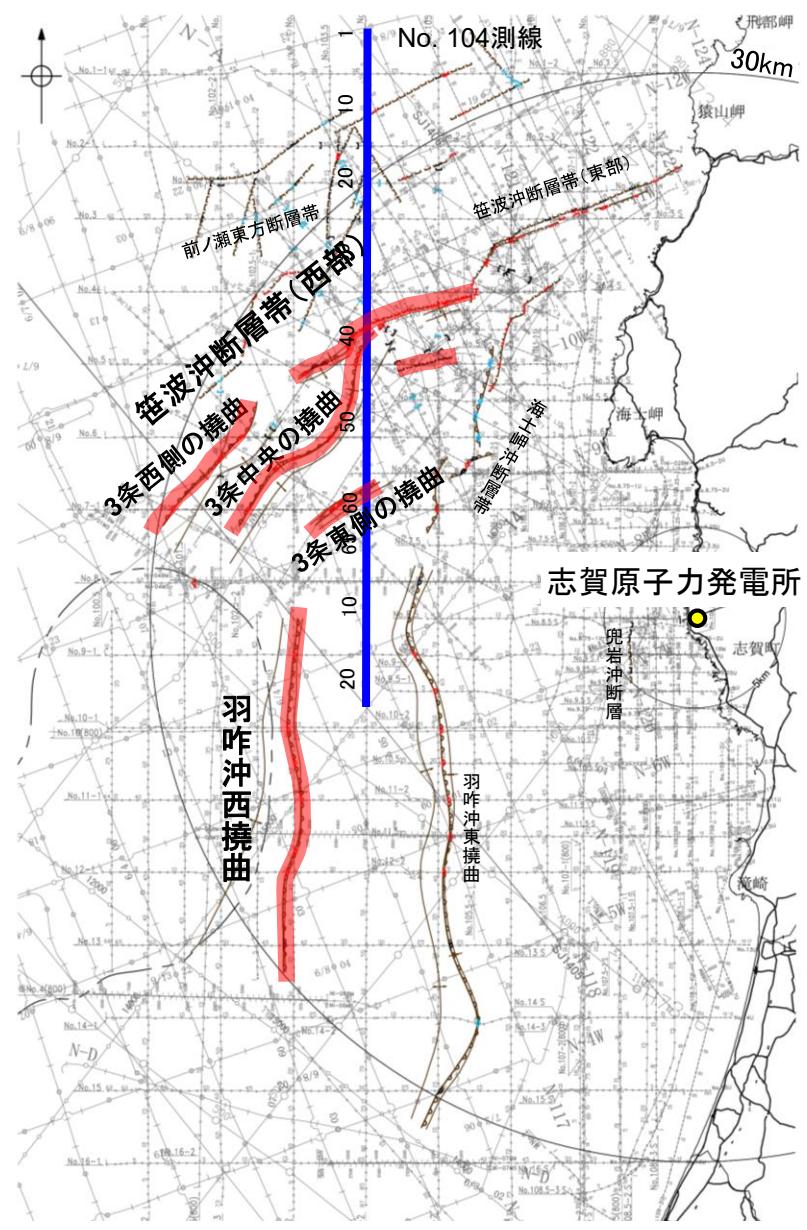
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層	
	中新世	C ₂ 層	
		D ₁ 層	
古第三紀	D ₂ 層		
先第三紀	D ₃ 層		



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

【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】

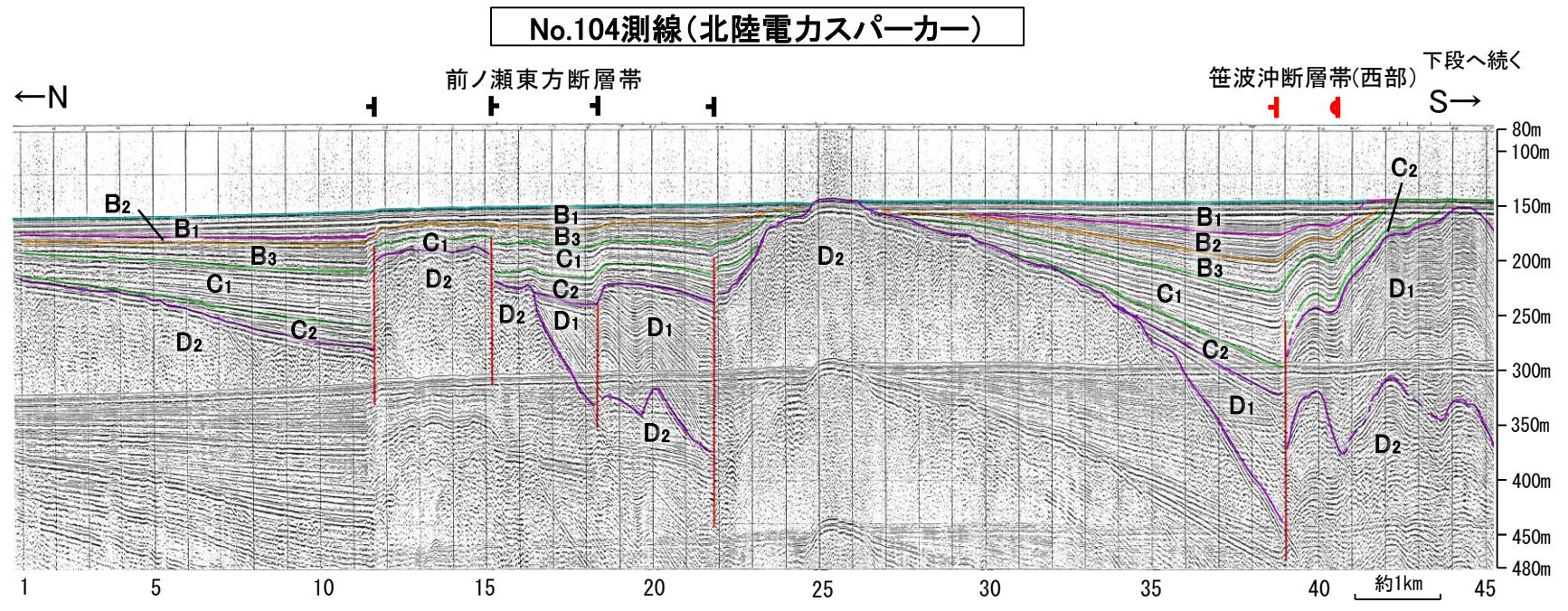
○No.104測線はD層の隆起や断層, 撓曲が複数認められる一方で, No.104-2測線は第四系が厚く分布し断層や撓曲を示唆するような構造は認められない(下図, 次頁)。



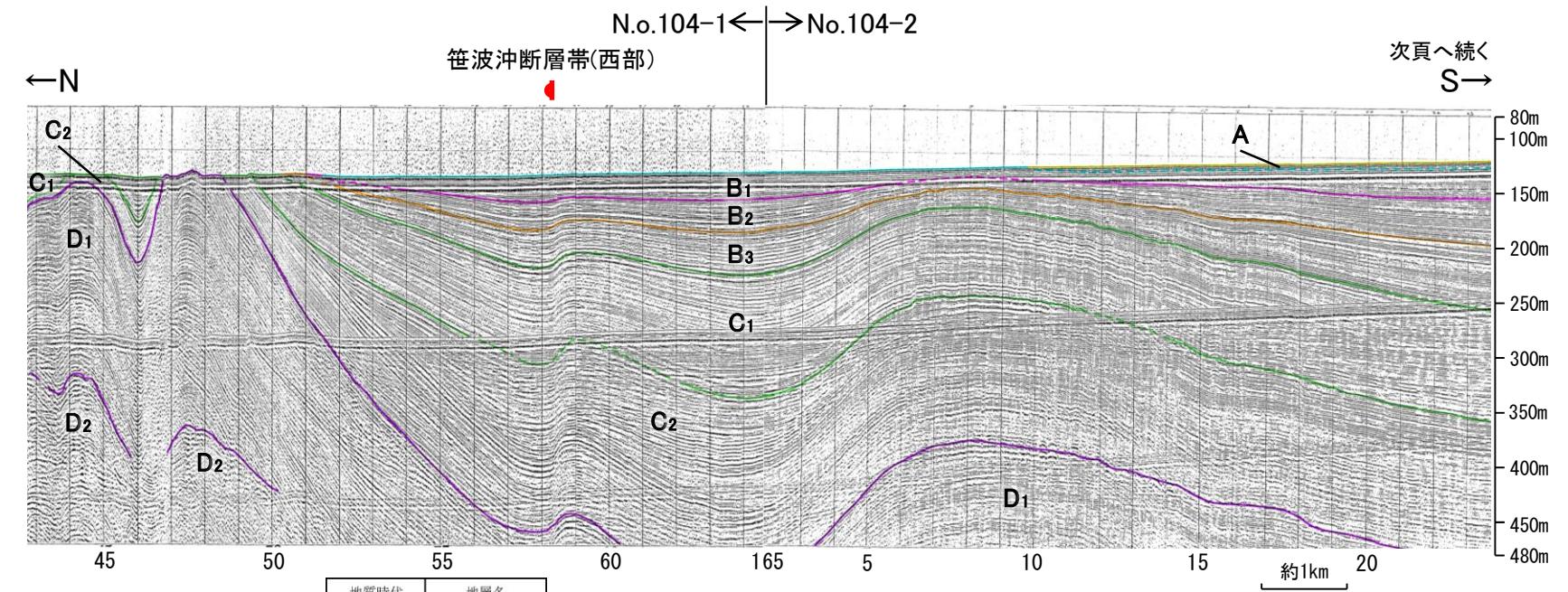
位置図

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 |
| | 伏在断層 | | | | B ₂ 層以上に変位, 変形が認められない |
| | 小断層群密集域 | | 断層位置 | | 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) |

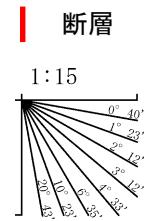


No.104測線(北陸電力スーパーカー)



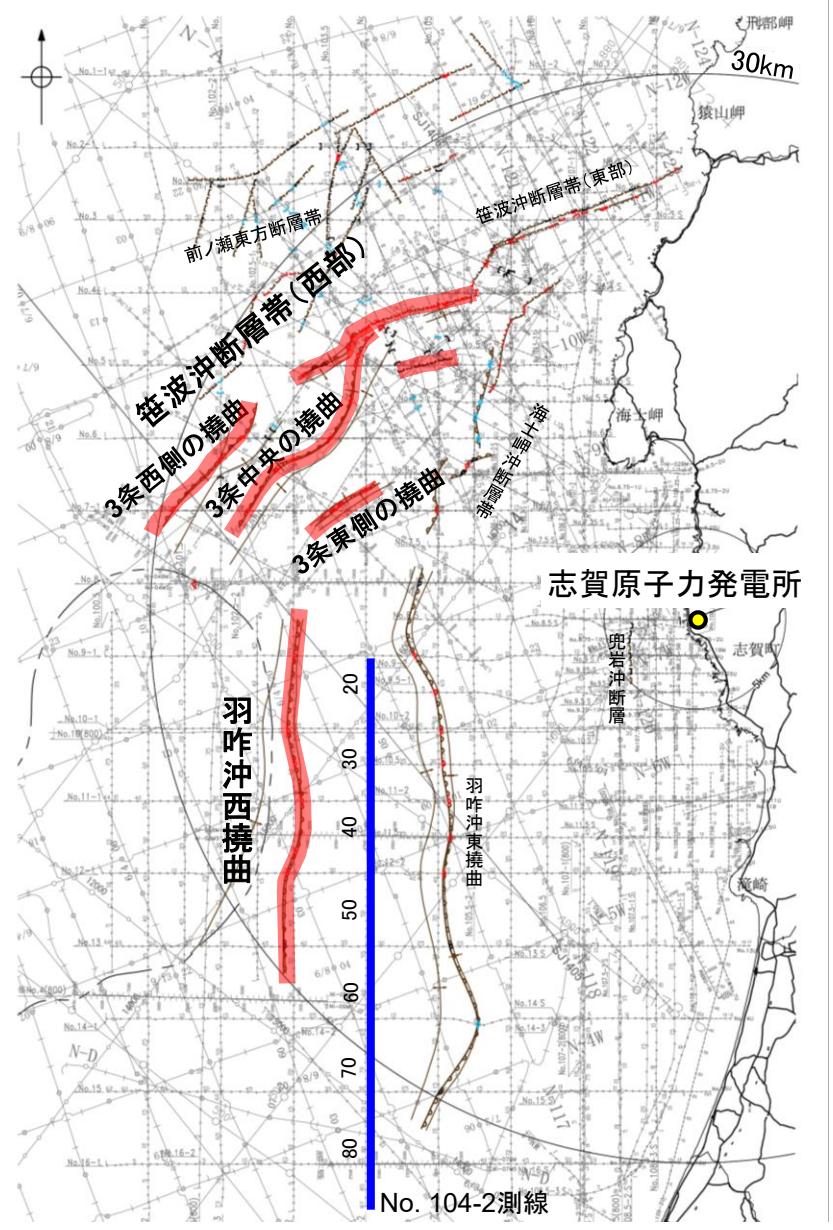
No.104-1 ← No.104-2
笹波沖断層帯(西部)

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 ₁ 層 C ₂ 層
	鮮新世	D ₁ 層
中新世	D ₂ 層	
古第三紀		
先第三紀		



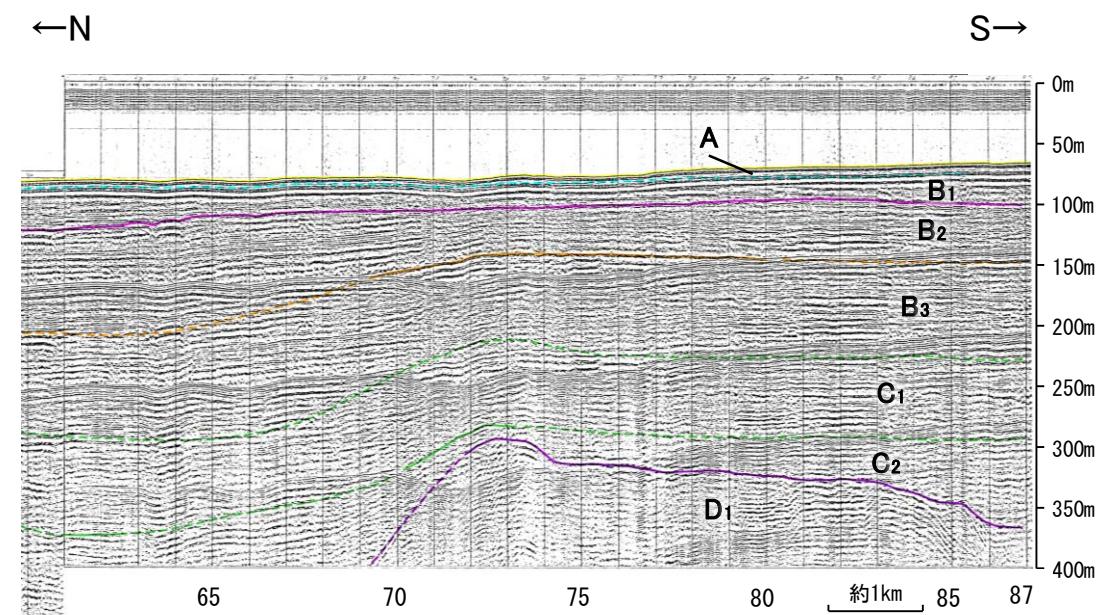
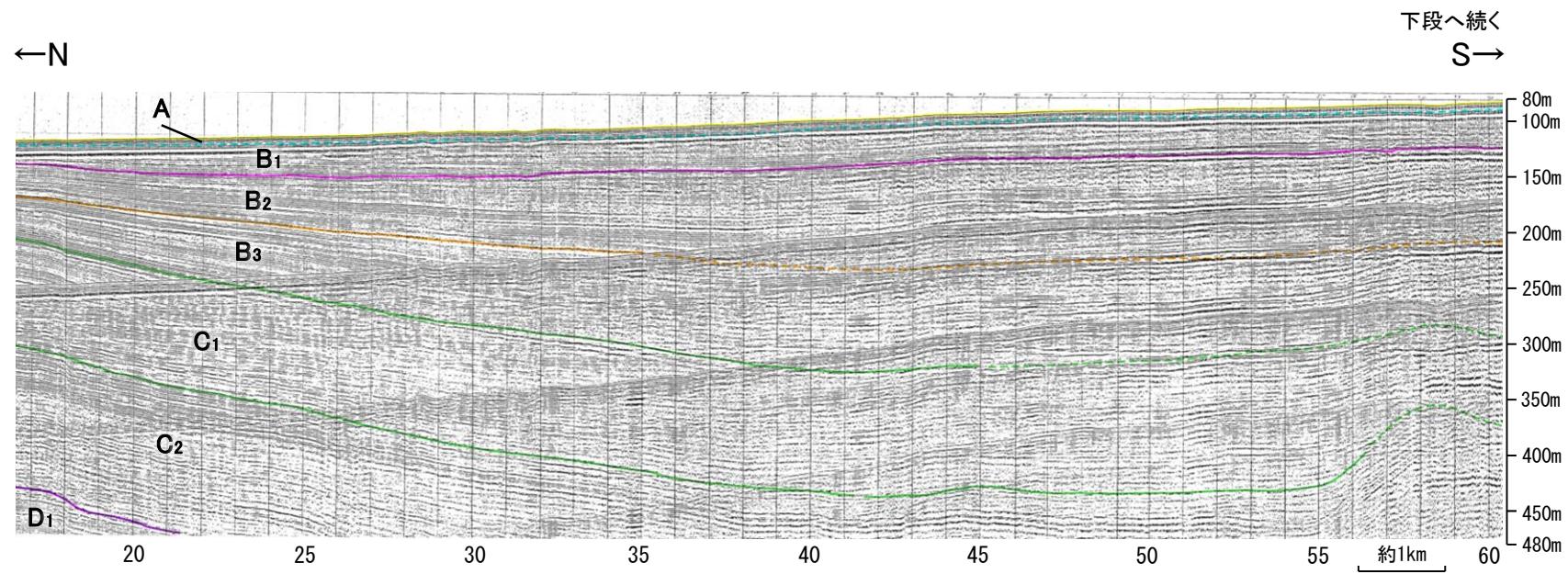
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【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】



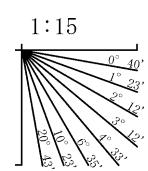
位置図

No.104測線(北陸電力スパーカー)



凡例

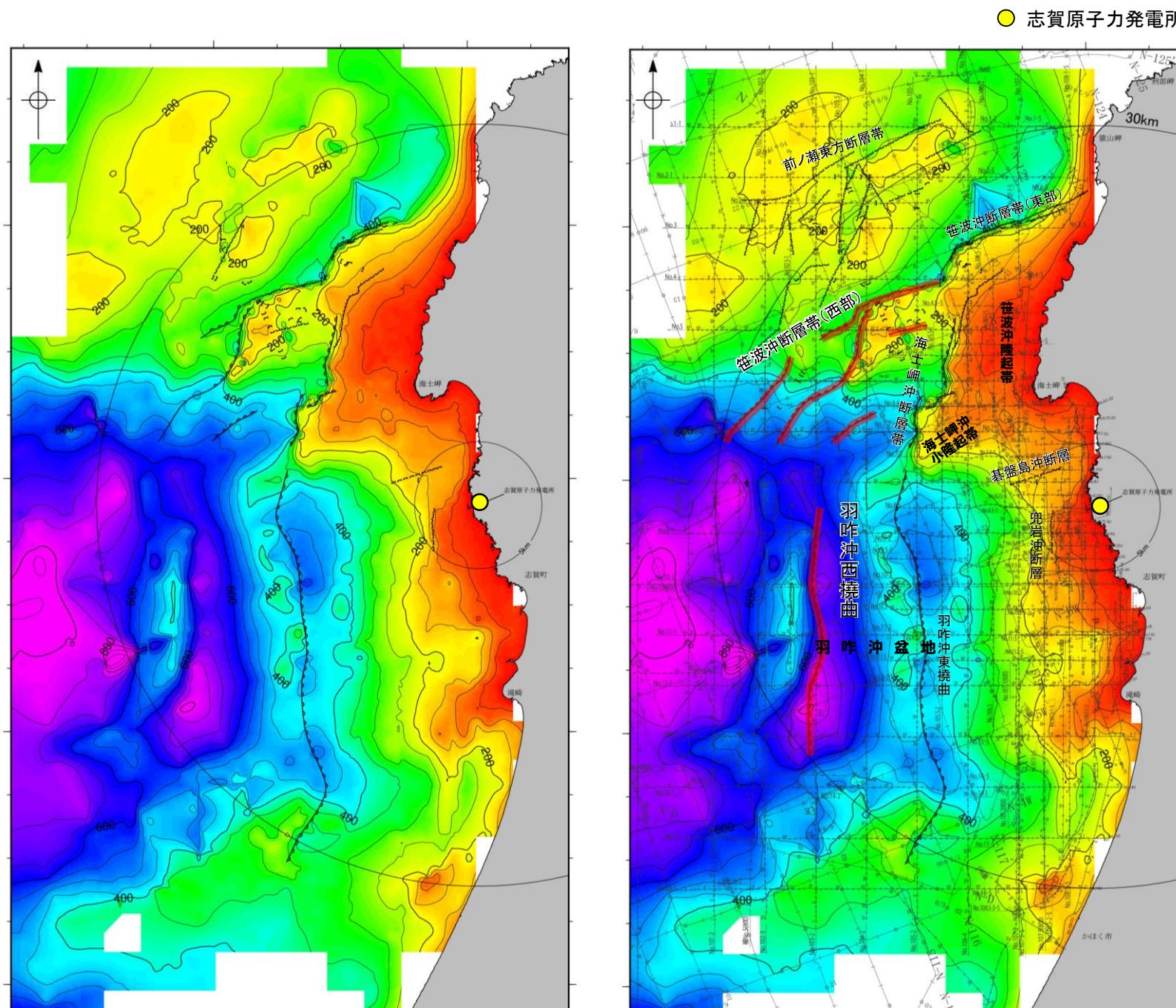
- | <ul style="list-style-type: none"> 断層(伏在断層) 背斜軸 撓曲 向斜軸 断層 連続性のない断層 伏在断層 小断層群密集域 No. 8 調査測線(北陸電力:スパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール) NI-06MS No. 9-S 調査測線(北陸電力:スパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール) NI-118 No. 8U No. 11B 調査測線(北陸電力:プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール) 14 K17 調査測線(東京大学地震研究所:プーマー・マルチチャンネル) H73-1 L102 調査測線(産業技術総合研究所:プーマー・マルチチャンネル) SJ1407 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 | <ul style="list-style-type: none"> (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 断層位置 右図記録範囲 | <p>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。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地質時代</th> <th>地層名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">第四紀</td> <td>完新世</td> <td>A層</td> </tr> <tr> <td>後期</td> <td>B₁層</td> </tr> <tr> <td>中期</td> <td>B₂層</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">更新世</td> <td>前期</td> <td>B₃層</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C₁層</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">第三紀</td> <td>鮮新世</td> <td>C₂層</td> </tr> <tr> <td>中新世</td> <td>D₁層</td> </tr> <tr> <td>古第三紀</td> <td>D₂層</td> </tr> <tr> <td>先第三紀</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | 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 | | C ₁ 層 | 第三紀 | 鮮新世 | C ₂ 層 | 中新世 | D ₁ 層 | 古第三紀 | D ₂ 層 | 先第三紀 | |
|--|--|--|------|-----|-----|-----|----|----|------------------|----|------------------|-----|----|------------------|--|------------------|-----|-----|------------------|-----|------------------|------|------------------|------|--|
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C ₁ 層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 第三紀 | 鮮新世 | C ₂ 層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 中新世 | D ₁ 層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 古第三紀 | D ₂ 層 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 先第三紀 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



3.2.6(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。



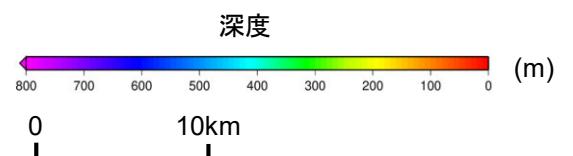
・左図は、澤田ほか(2022)を基に、金沢大学・当社が作成したものである。
 ・D₂層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D₁層及びD₂層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
 ・D層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。

凡 例

- 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 □—□—

┌(┐)断層 (伏在断層)
 〰 撓曲

— 断層位置

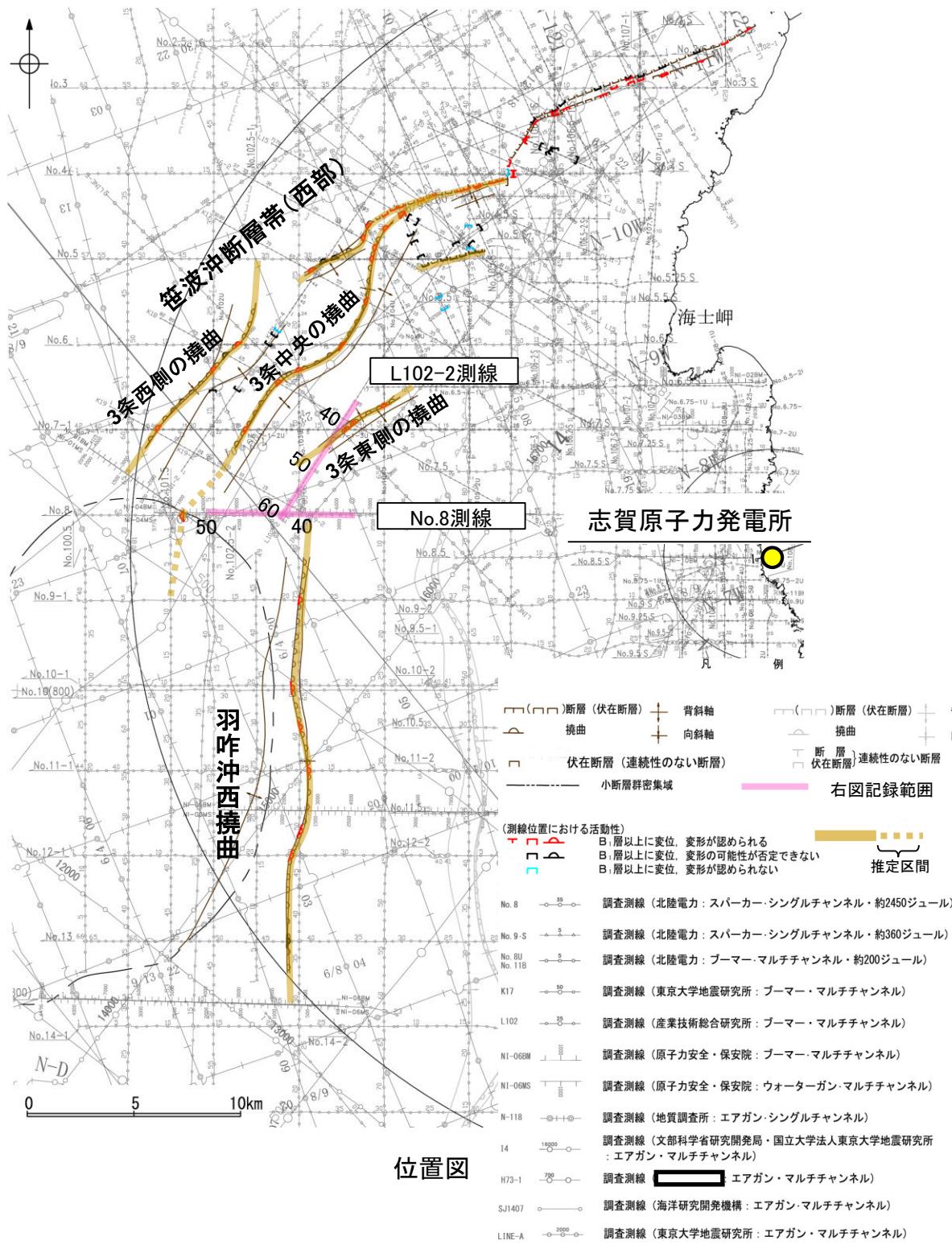


D層等深線図

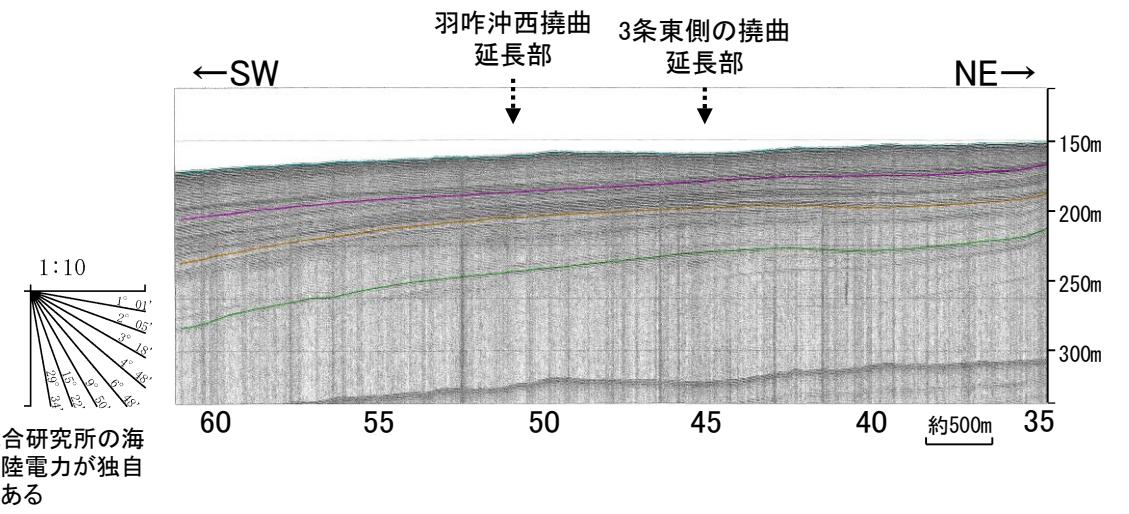
D層等深線図
(音波探査測線等を加筆)

3.2.6(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)—

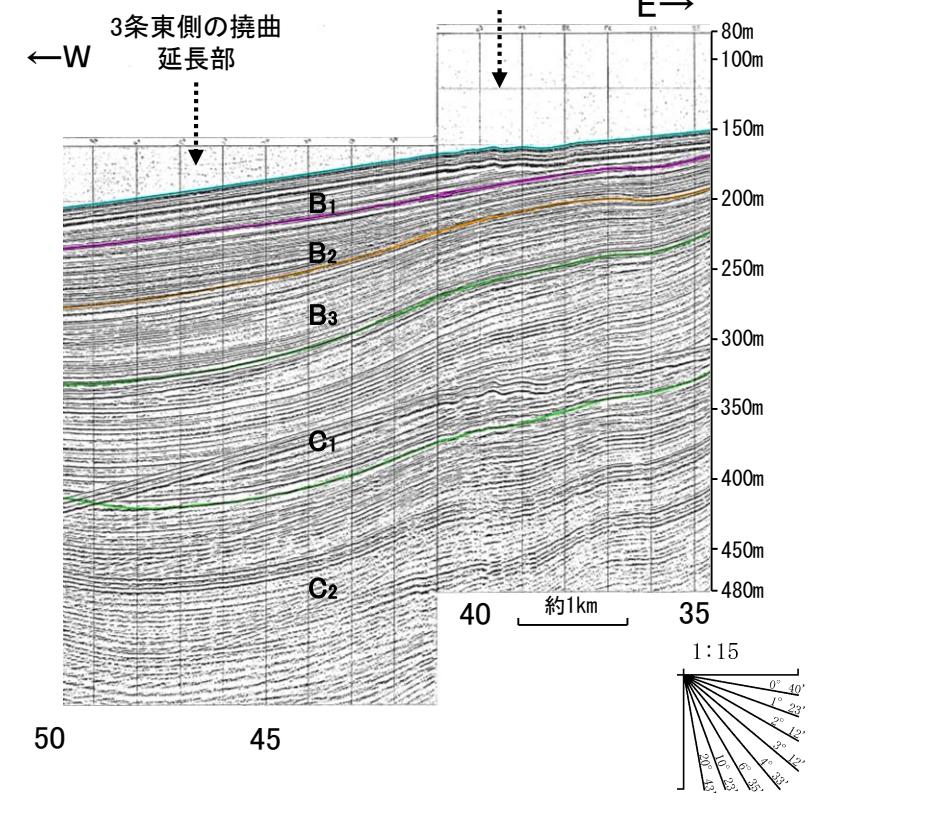
○羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(西部)間の地質構造の連続性を検討するため、両断層間の浅部の海上音波探査記録(ブーマー, スパークー)を確認した。
○その結果、羽咋沖西撓曲～笹波沖断層帯(西部)間の2測線(L102-2測線, No.8測線)に断層等は認められず、両断層は連続しない。



L102-2測線(産業技術総合研究所ブーマー)



No.8測線(北陸電力スパークー)



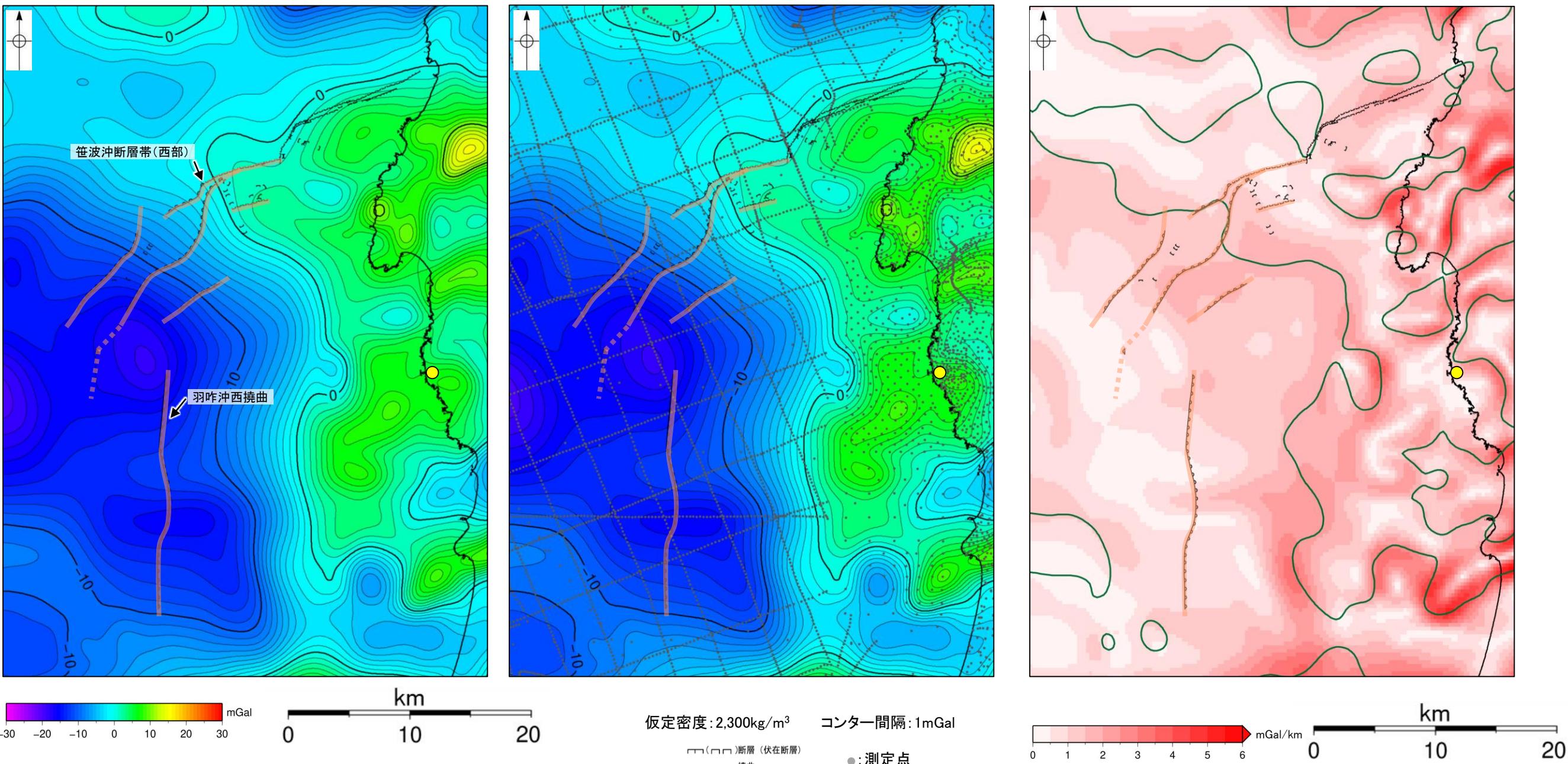
地質時代	地層名	
第四紀 更新世	完新世	A層
	後期	B ₁ 層
		B ₂ 層
		B ₃ 層
	中期	C ₁ 層
	前期	C ₂ 層
第三紀 新第三紀	鮮新世	D ₁ 層
	中新世	D ₂ 層
古第三紀		
先第三紀		

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。

3.2.6(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)

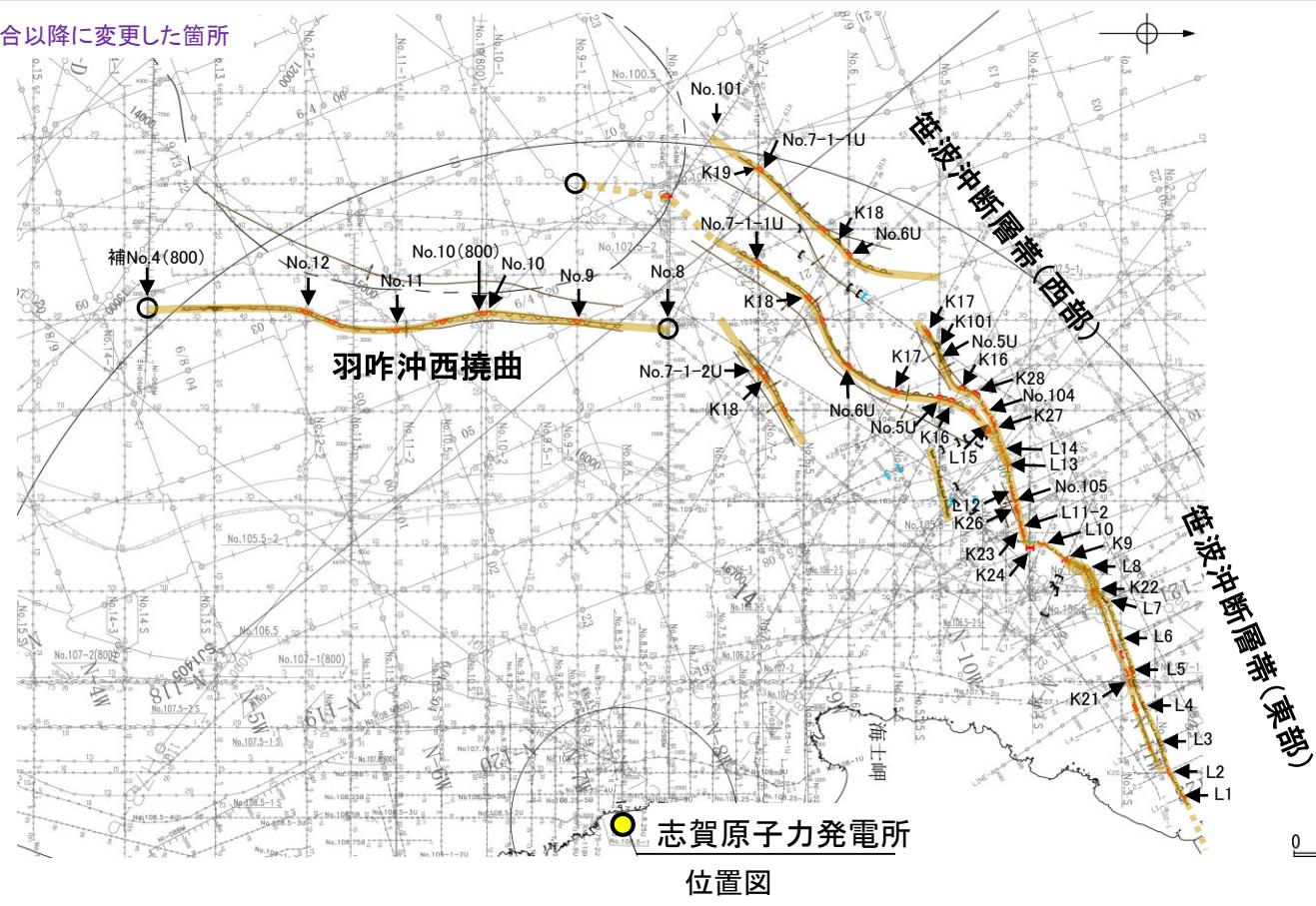
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長4kmのローパスフィルター処理を行っている。

・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。

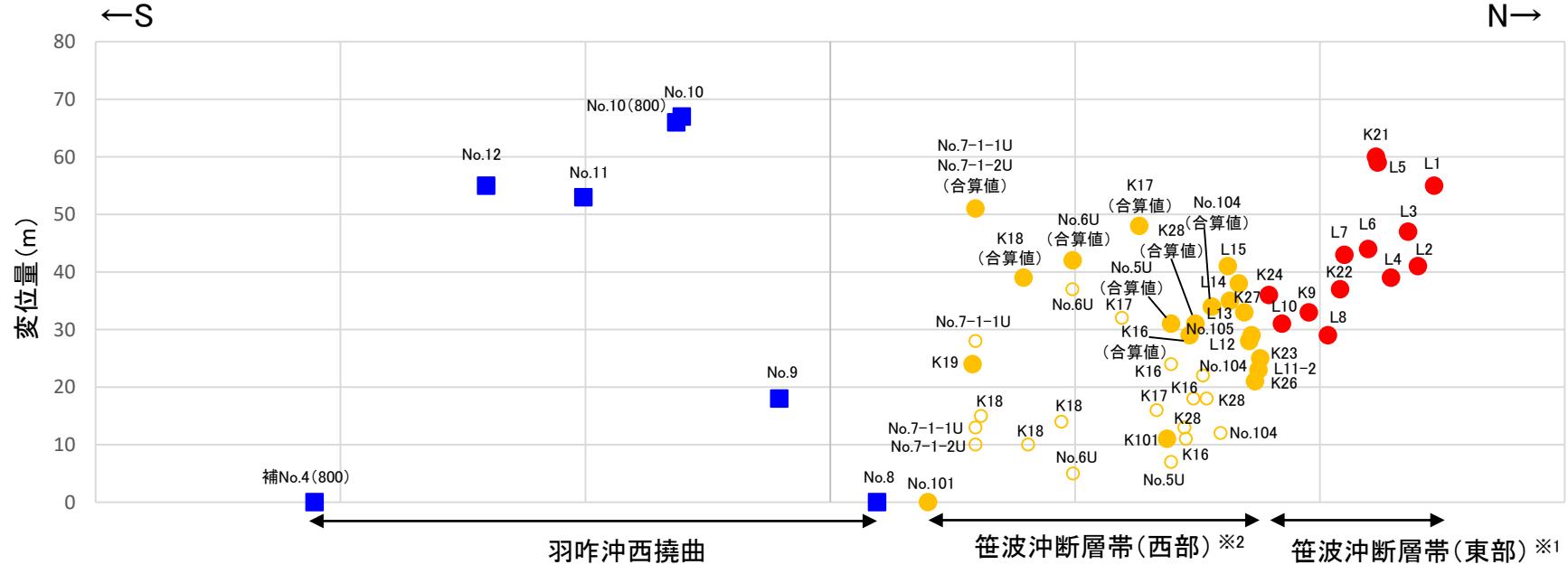
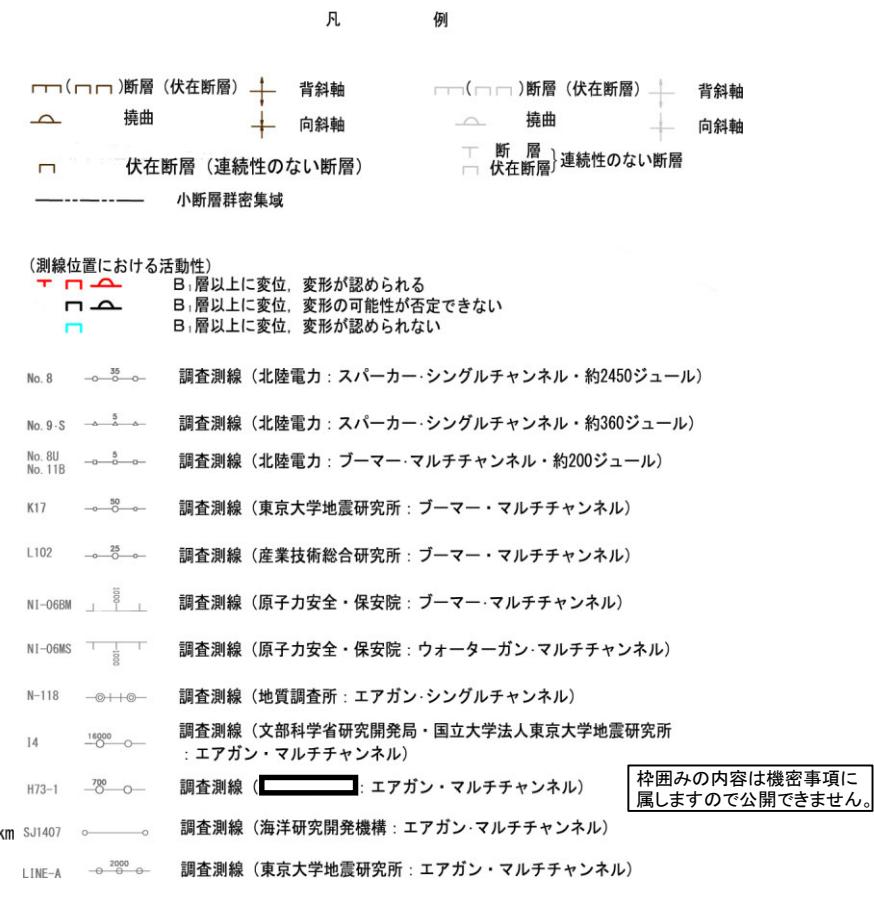
3.2.6(7) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 -B₁層基底の変位量分布-

○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)の境界部でB₁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。

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

○ 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

3.2.7 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の 連動の検討結果

3.2.7(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.460)。</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.461)。</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.462)。</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.463)。</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.464)。</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.462, 463)。</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.465)。</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>	

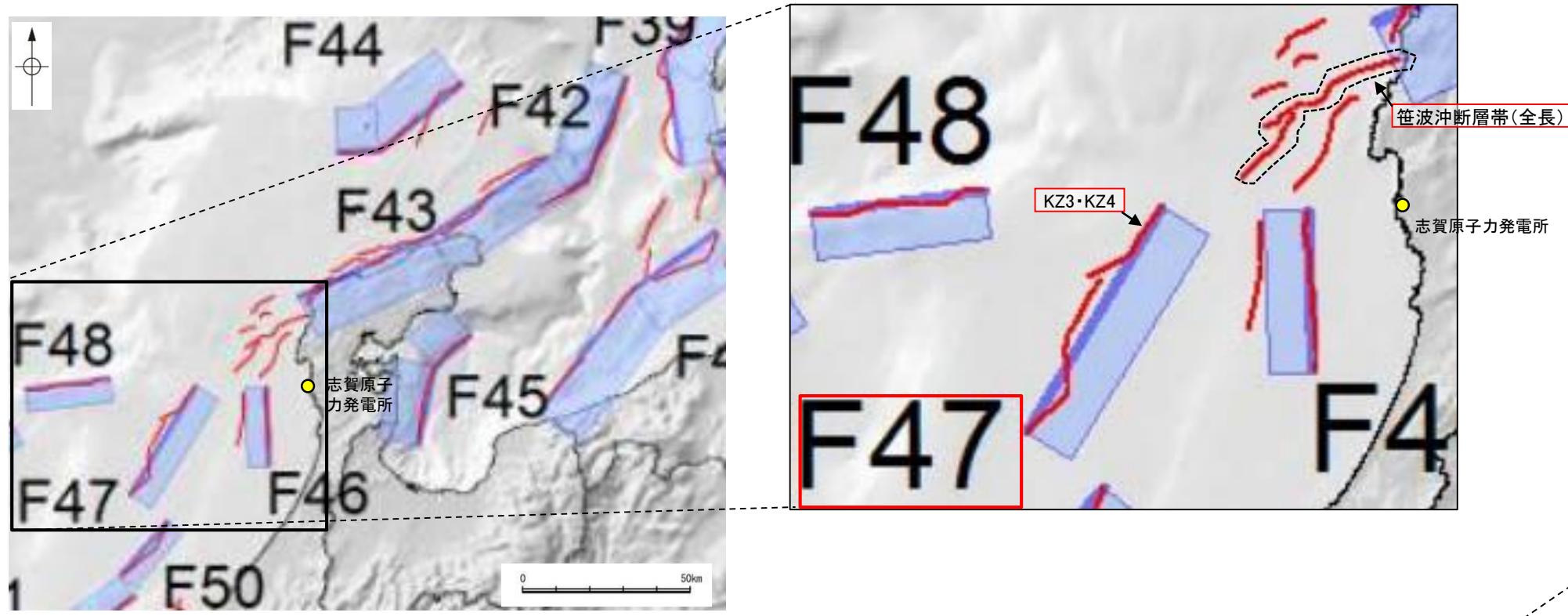
○連動の検討の結果、笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4を別々の断層として設定することとする。

連動の検討

断層モデルの設定方法

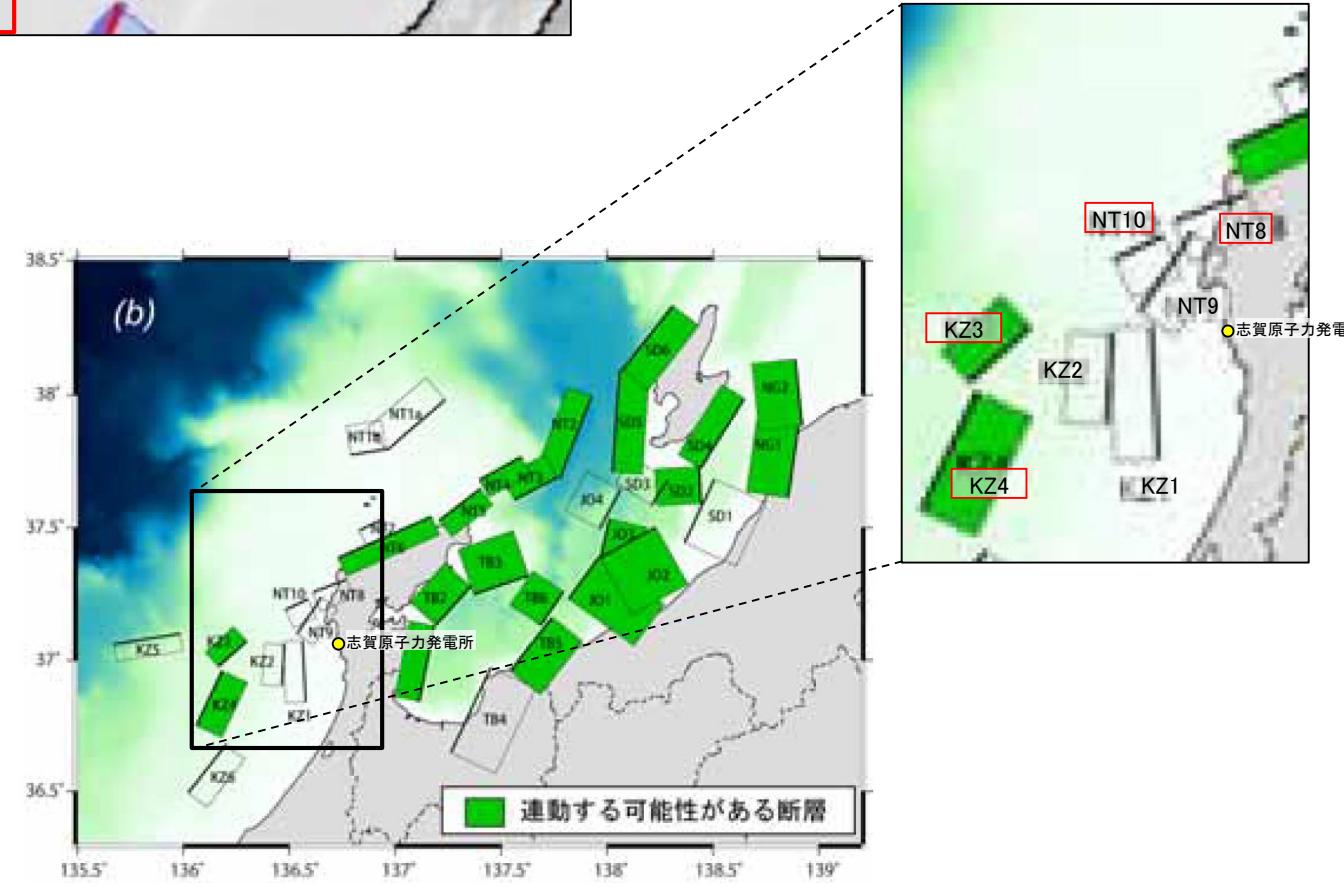
3.2.7(2) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 ー文献調査ー

- 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

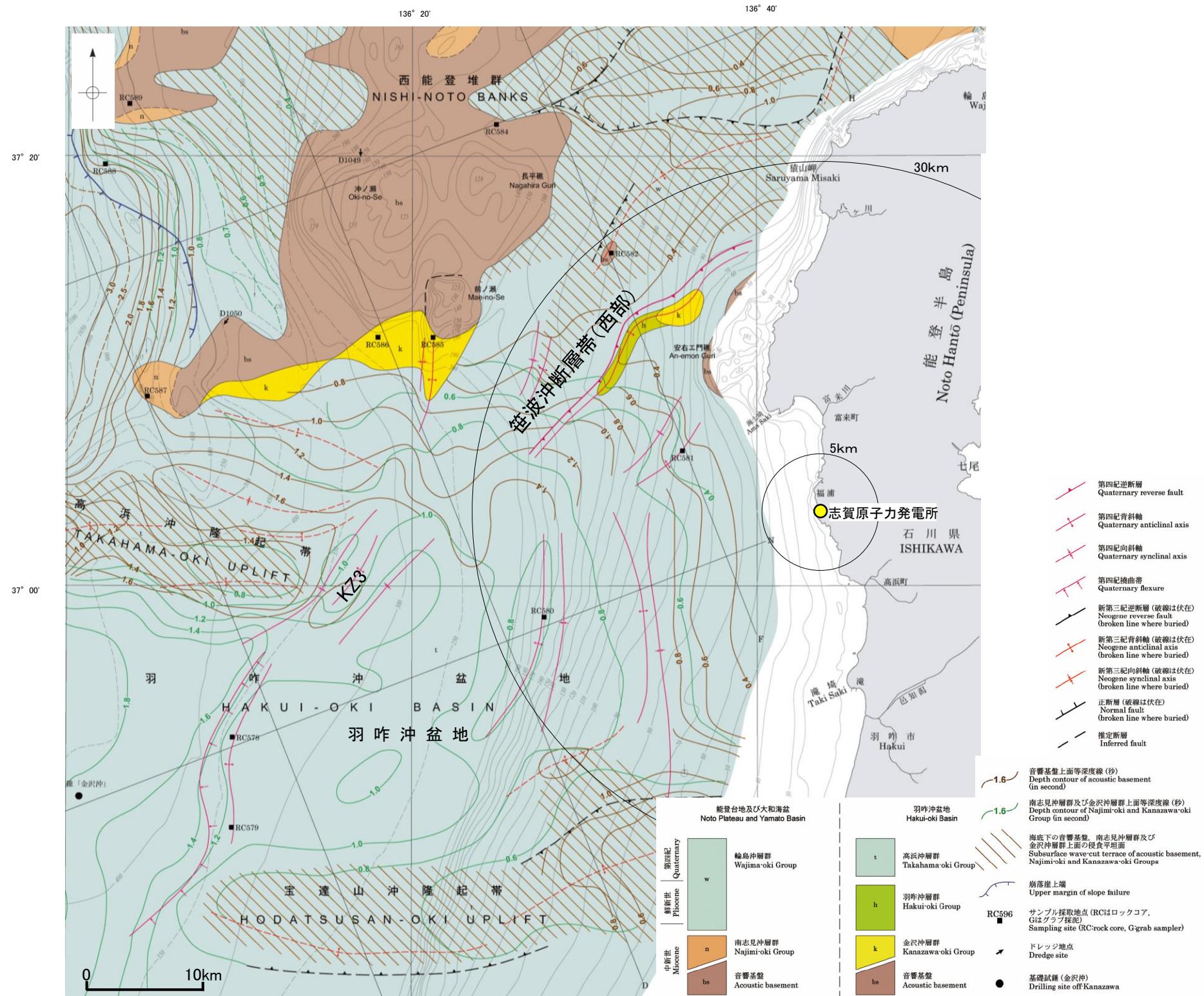


連動する可能性が考えられる21断層(緑色)
文科省ほか(2016)を編集, 一部加筆

3.2.7(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

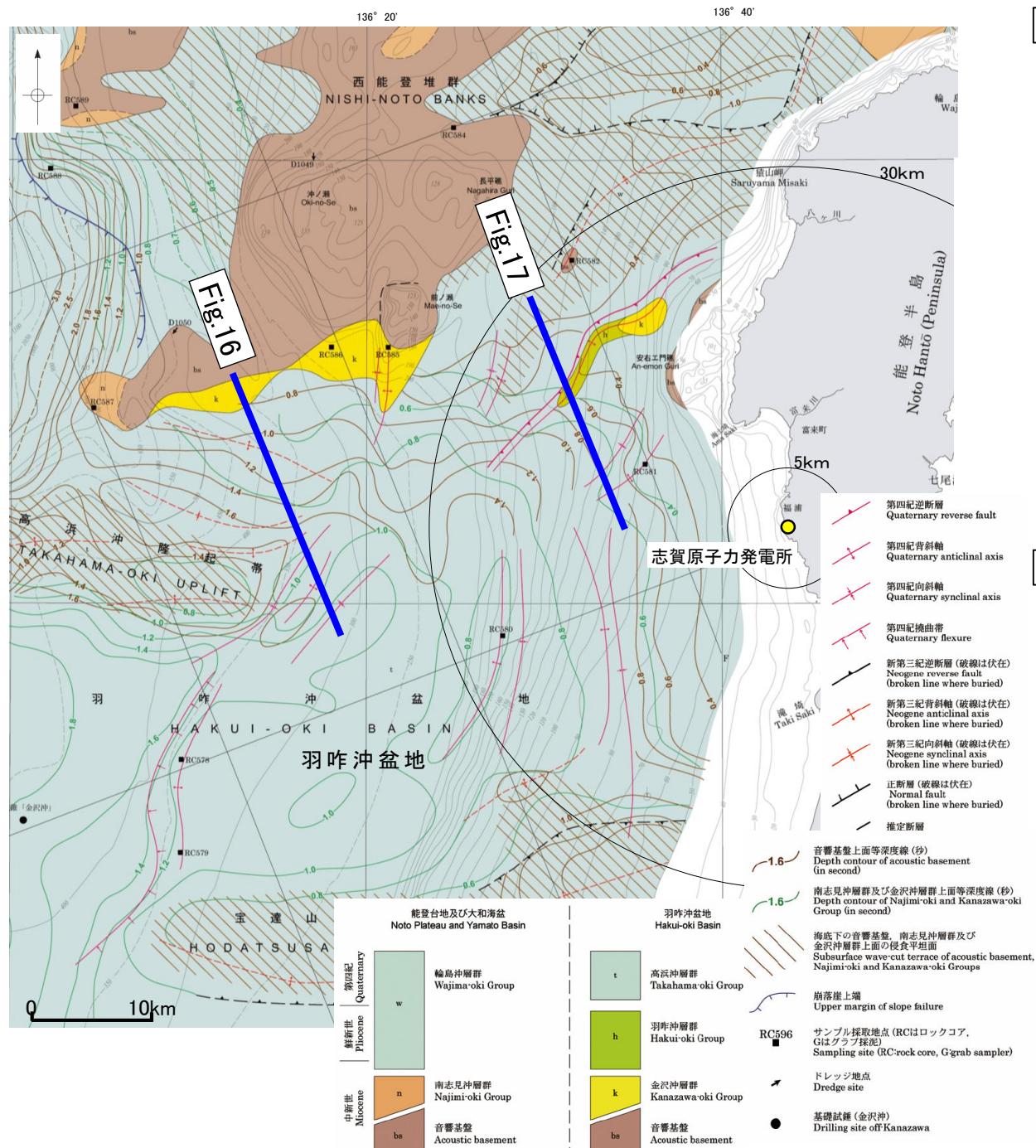
3.2.7(2) 笹波沖断層帯(全長)とKZ3・KZ4の連動の検討 —文献調査, 海上音波探査—

○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)

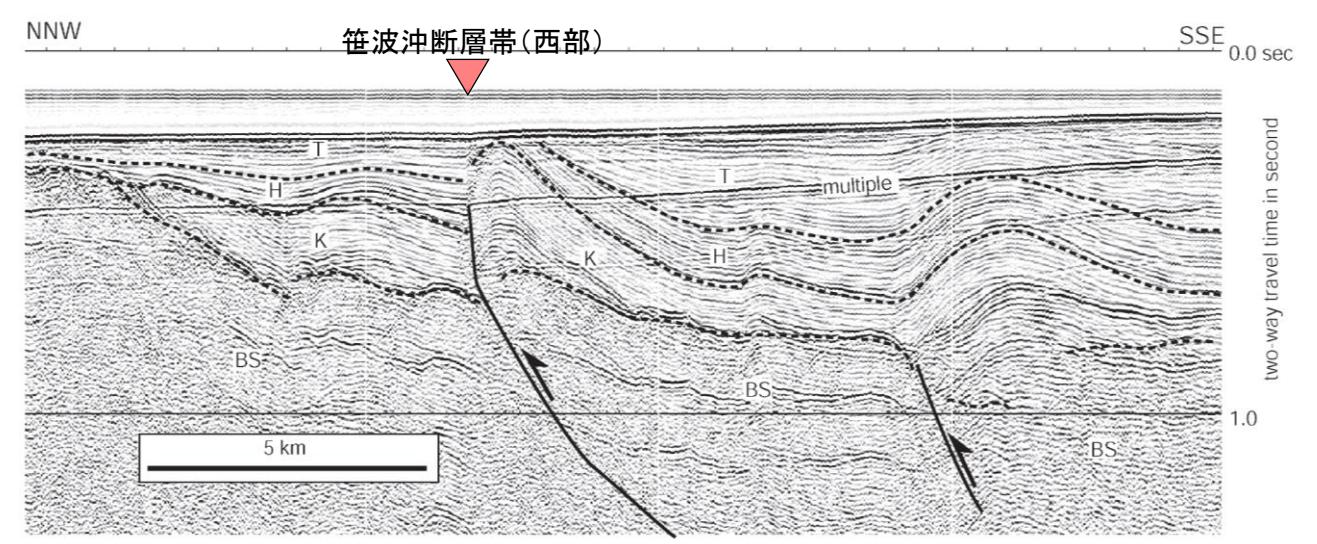


Fig.17解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

Fig.16(地質調査所エアガン)

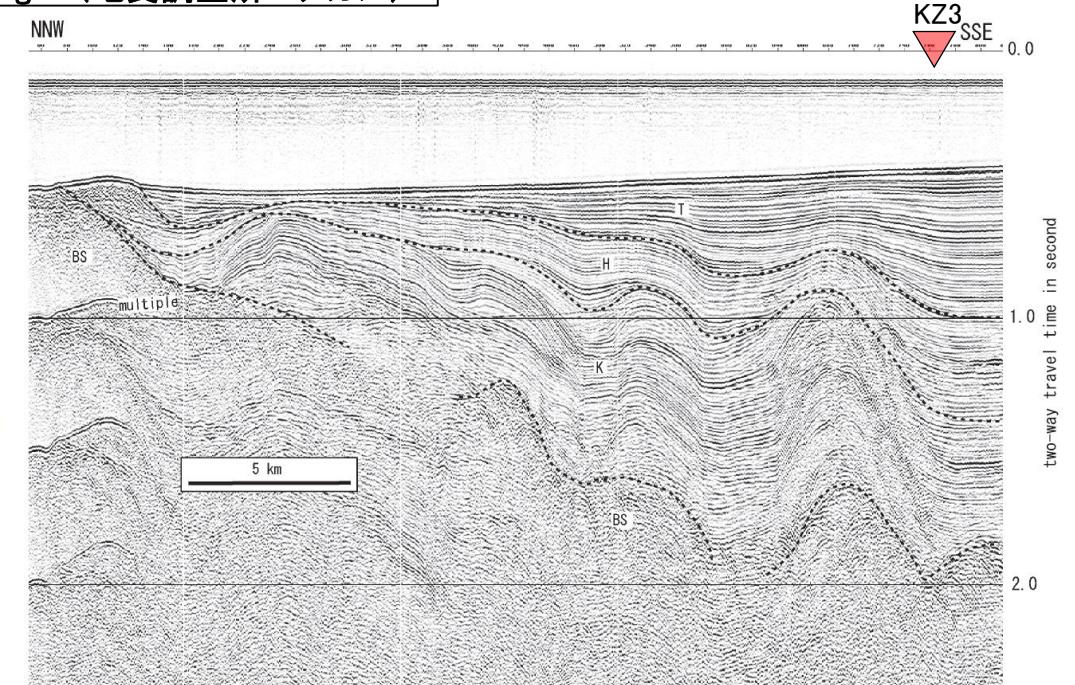
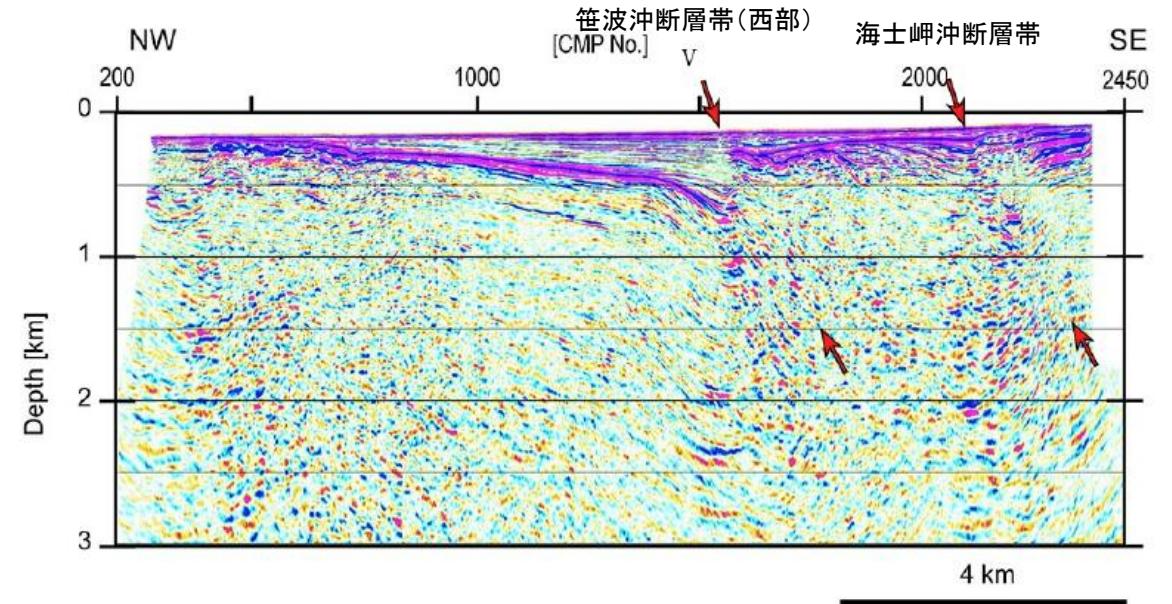
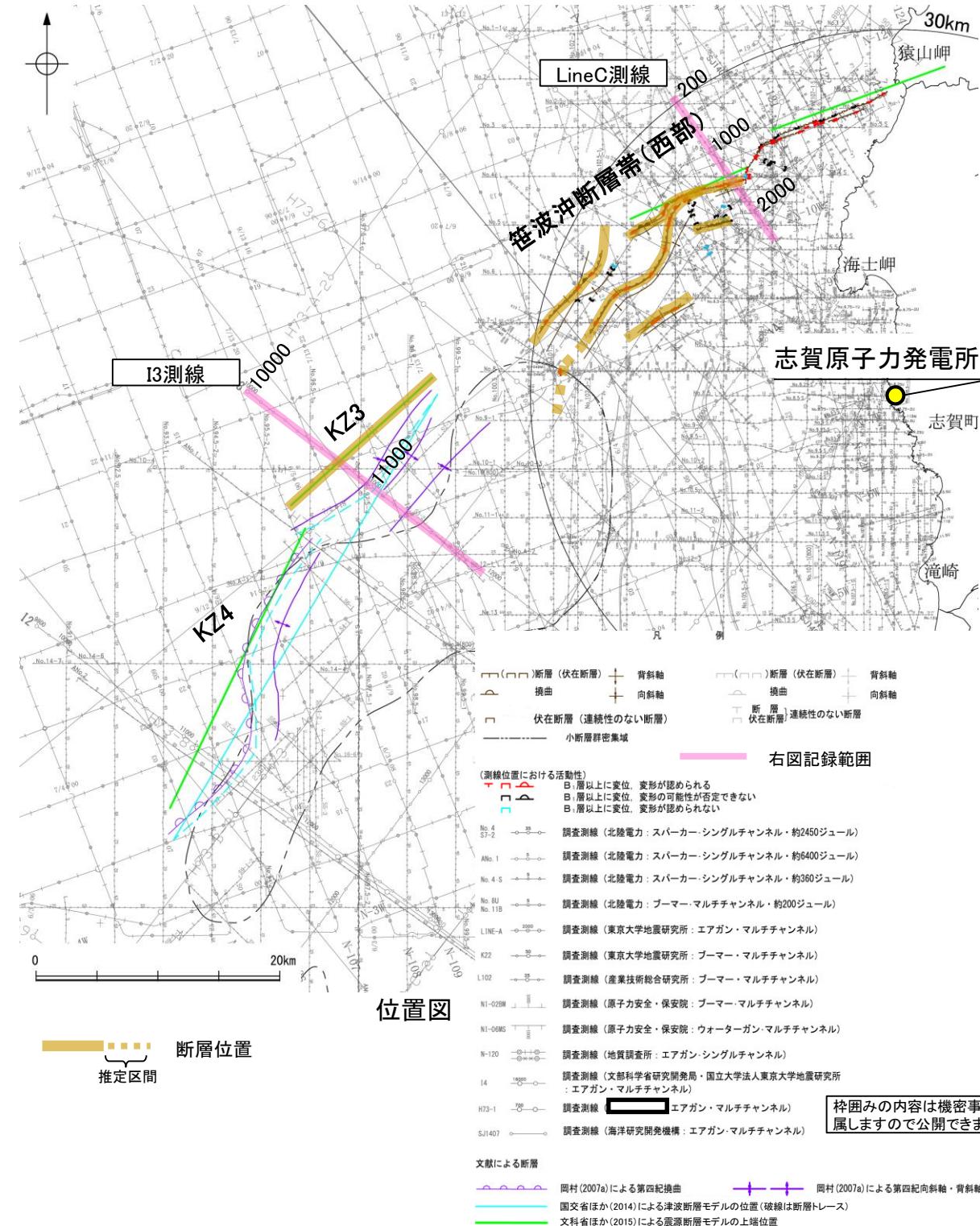


Fig.16解釈断面図(岡村, 2007a)に加筆

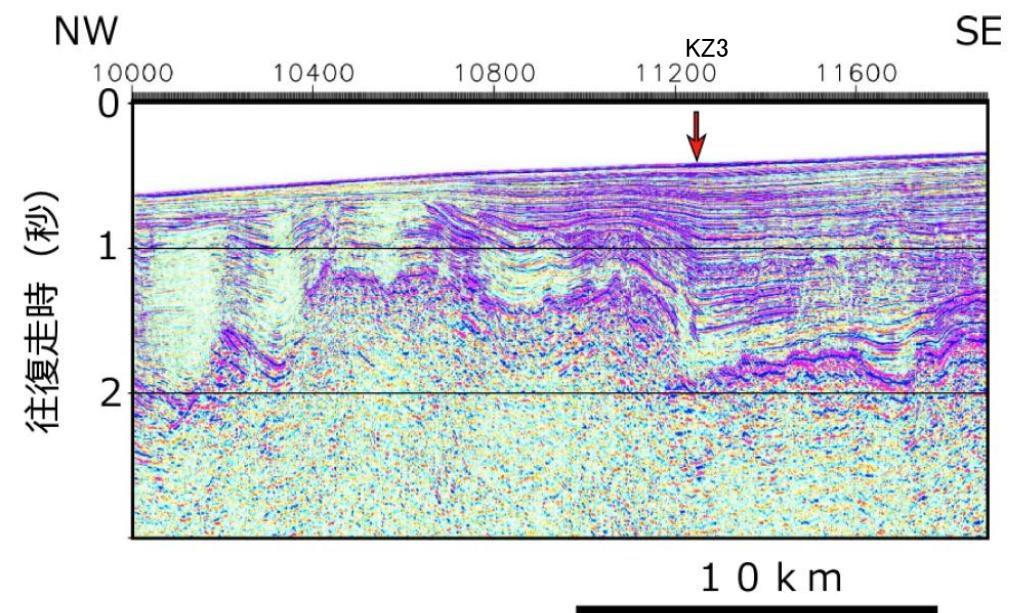
【文科省ほか(2015)】

○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。



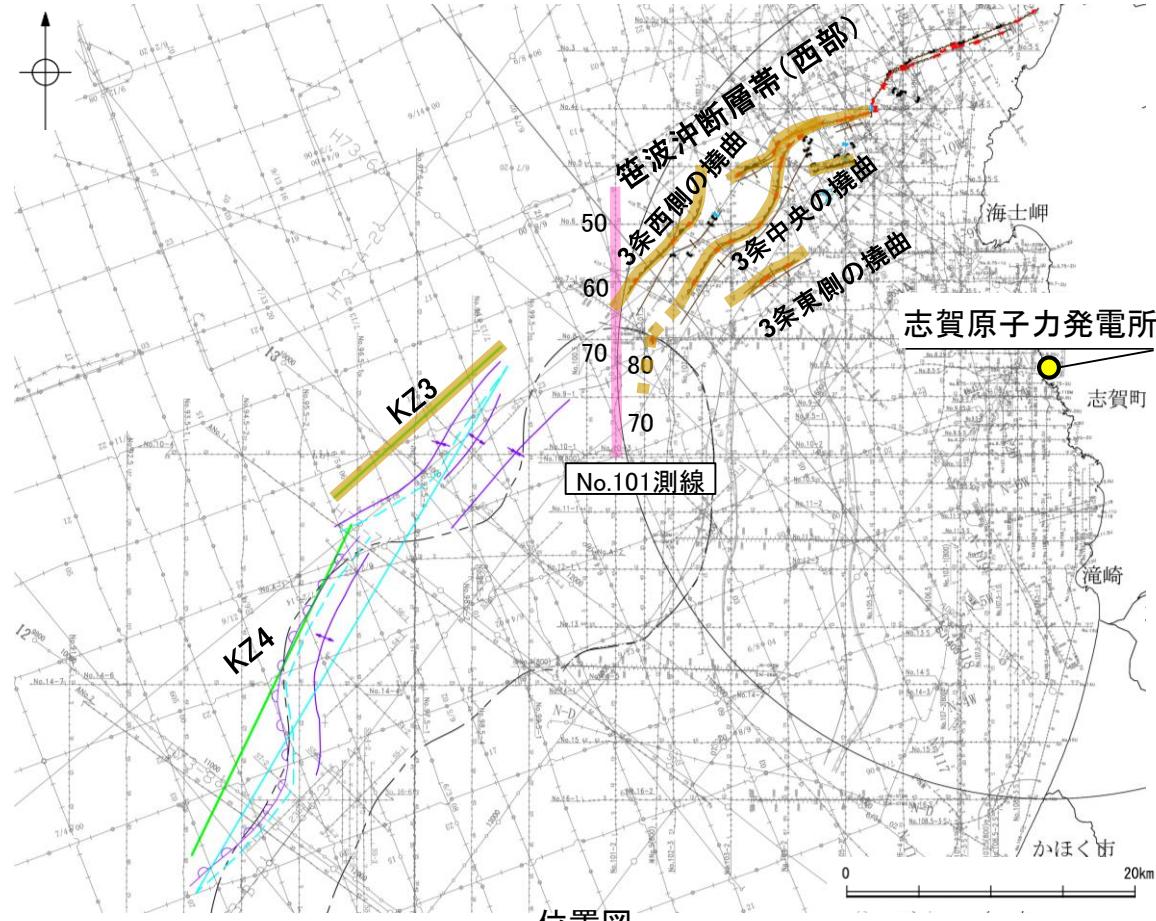
LineC測線(文科省ほか(2015)に一部加筆)



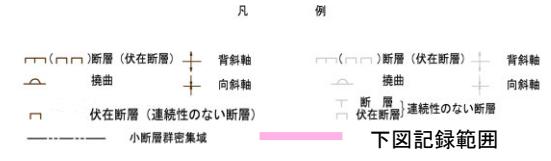
I3測線
(文科省ほか(2015)に一部加筆)

3.2.7(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

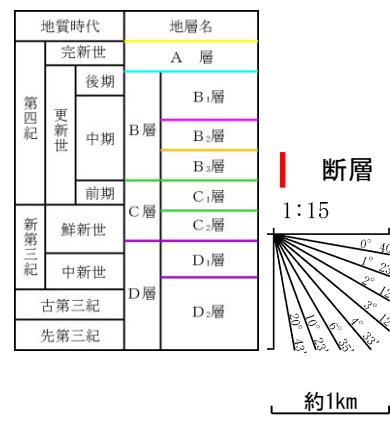
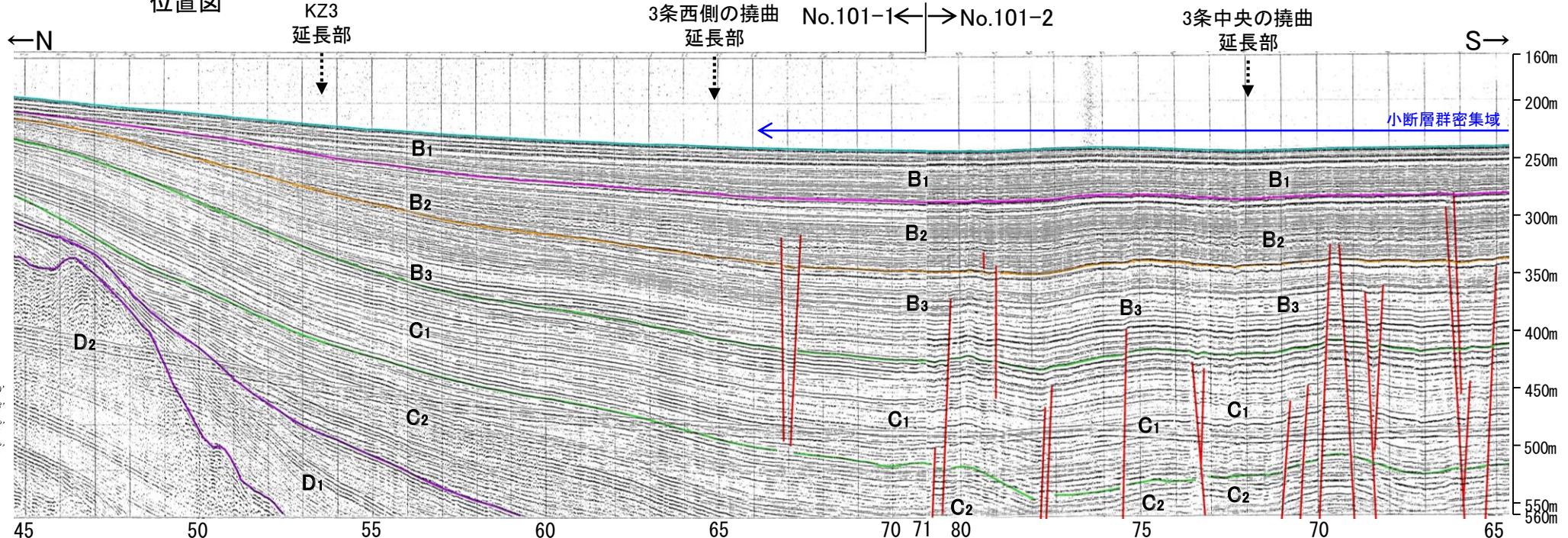


- (測線位置における活動性)
- B₁層以上に変位、変形が認められる
 - B₂層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 - B₃層以上に変位、変形が認められない
- No.4 ST-2 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - ANo.1 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約6400ジュール)
 - No.4-S 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No.8U No.11B 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - KZ2 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-029M 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)
 - NI-09MS 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)
 - 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)

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。

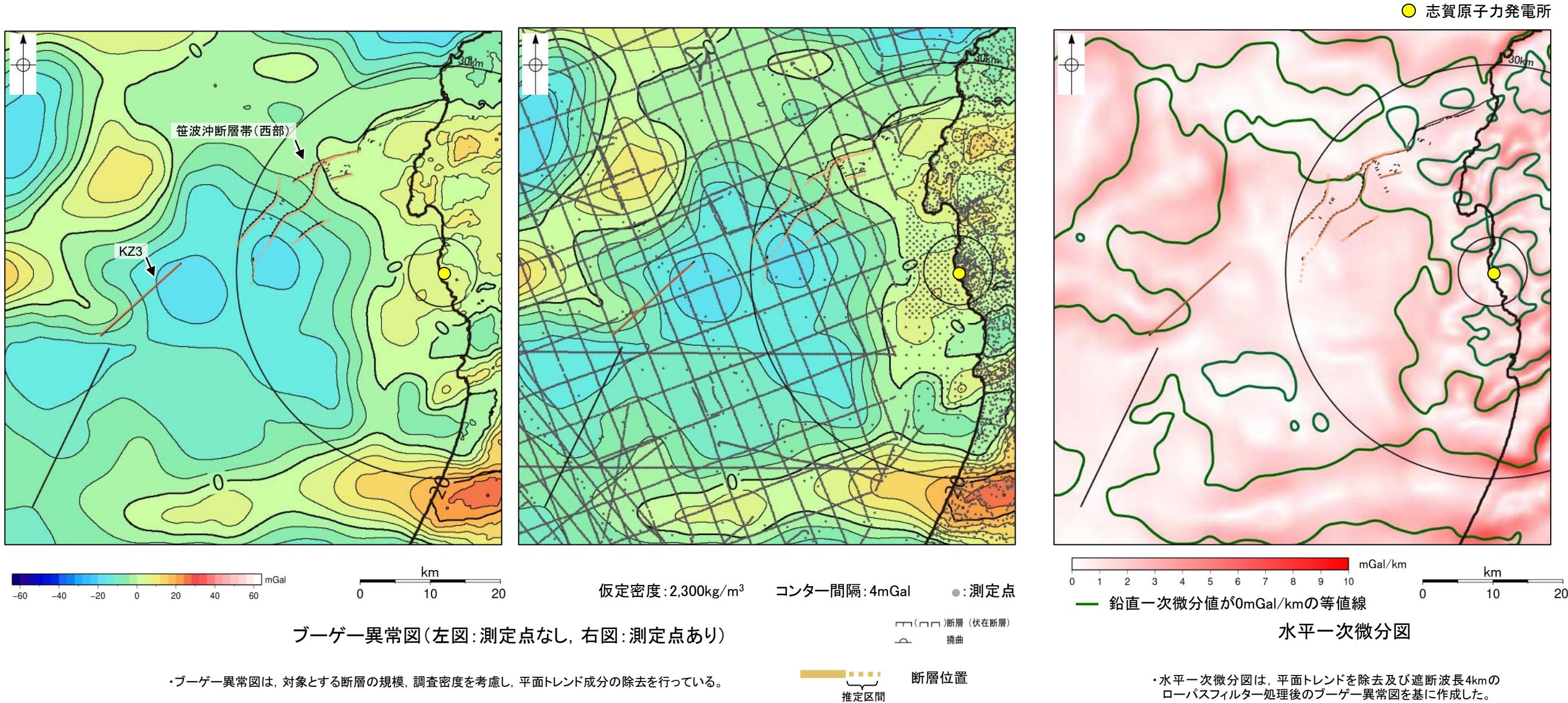
- 文献による断層
- 岡村(2007a)による第四紀撓曲
 - 岡村(2007a)による第四紀向斜軸・背斜軸
 - 国交省ほか(2014)による津波断層モデルの位置(破線は断層トレース)
 - 文科省ほか(2015)による震源断層モデルの上端位置
- 断層位置
推定区間

No.101測線(北陸電力スーパーカー)



3.2.7(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。



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。

3.2.8 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

3.2.8(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

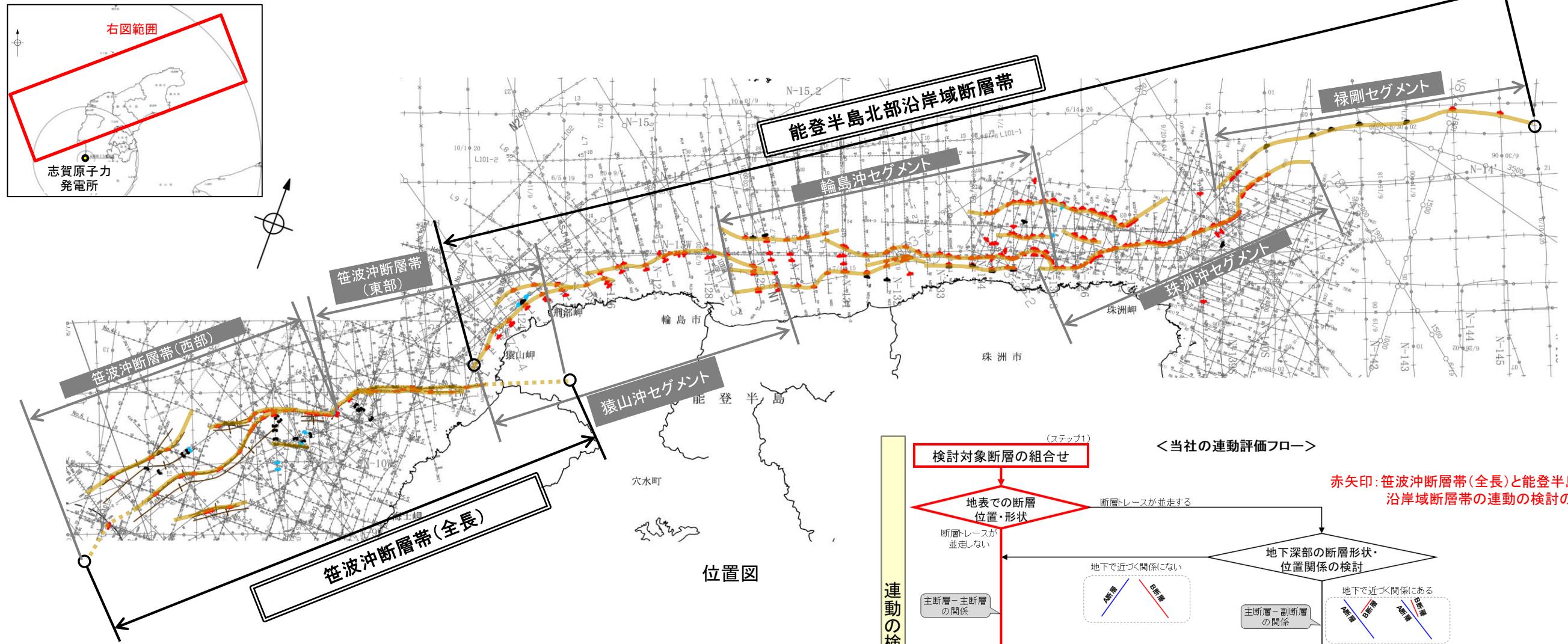
青字:連動しない可能性を示唆するデータ

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(P.469)。 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.470)。 ③井上ほか(2010)によれば、 <u>笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの間に連続する背斜構造は認められない</u> (P.471)。	
	地球物理学的調査	海上音波探査	④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、 <u>走向がENE-WSW方向(屈曲部:NNE-SSW方向)</u> 、南東傾斜の逆断層と推定される(P.477)。 ⑤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、 <u>走向がENE-WSW方向(屈曲部:N-S~NNE-SSW方向)</u> 、南東傾斜(屈曲部:東~南東傾斜)の逆断層と推定される(P.478)。 ⑥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、 <u>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</u> (P.479)。 ⑦ <u>笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの間に連続する背斜構造は認められない</u> (P.471~476)。
		重力異常分布	⑧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、 <u>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</u> (P.480)。
		比抵抗構造※	⑨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 <u>高比抵抗ブロック</u> が、北西方向に延長して分布しており、 <u>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</u> (P.481)。
断層の活動履歴	B ₁ 層基底の変位量分布	⑩ <u>笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの変位量は端部に向かって小さくなり、境界部で変位が認められなくなると判断されることから、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</u> (P.482)。 ・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、陸域部にかけて変位は認められなくなると推定される。 ・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)で変位は認められない。	
	最新活動時期	⑪ <u>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</u> 。	
	余震活動	⑫2007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.486)。	
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せず、並走区間を伴うが、直線状に分布していない(②, ④, ⑤, ⑥)。 ・両セグメント間に連続する背斜構造は認められない(③, ⑦)。 ・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(④, ⑤)。 ・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(⑧)。 ・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(⑨)。 ・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(⑩)。 ・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(⑪)。 <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、境界部の走向・傾斜が異なることや、両セグメントは連続せず、直線状に分布していないことに加え、重力異常分布や比抵抗構造、変位量分布、最新活動時期の検討結果からも連動する可能性を示唆するデータはないことから、総合的に評価し、<u>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</u>。 ・なお、この評価結果は、余震活動の検討結果(⑫)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。

【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(位置図, 連動評価フロー)】

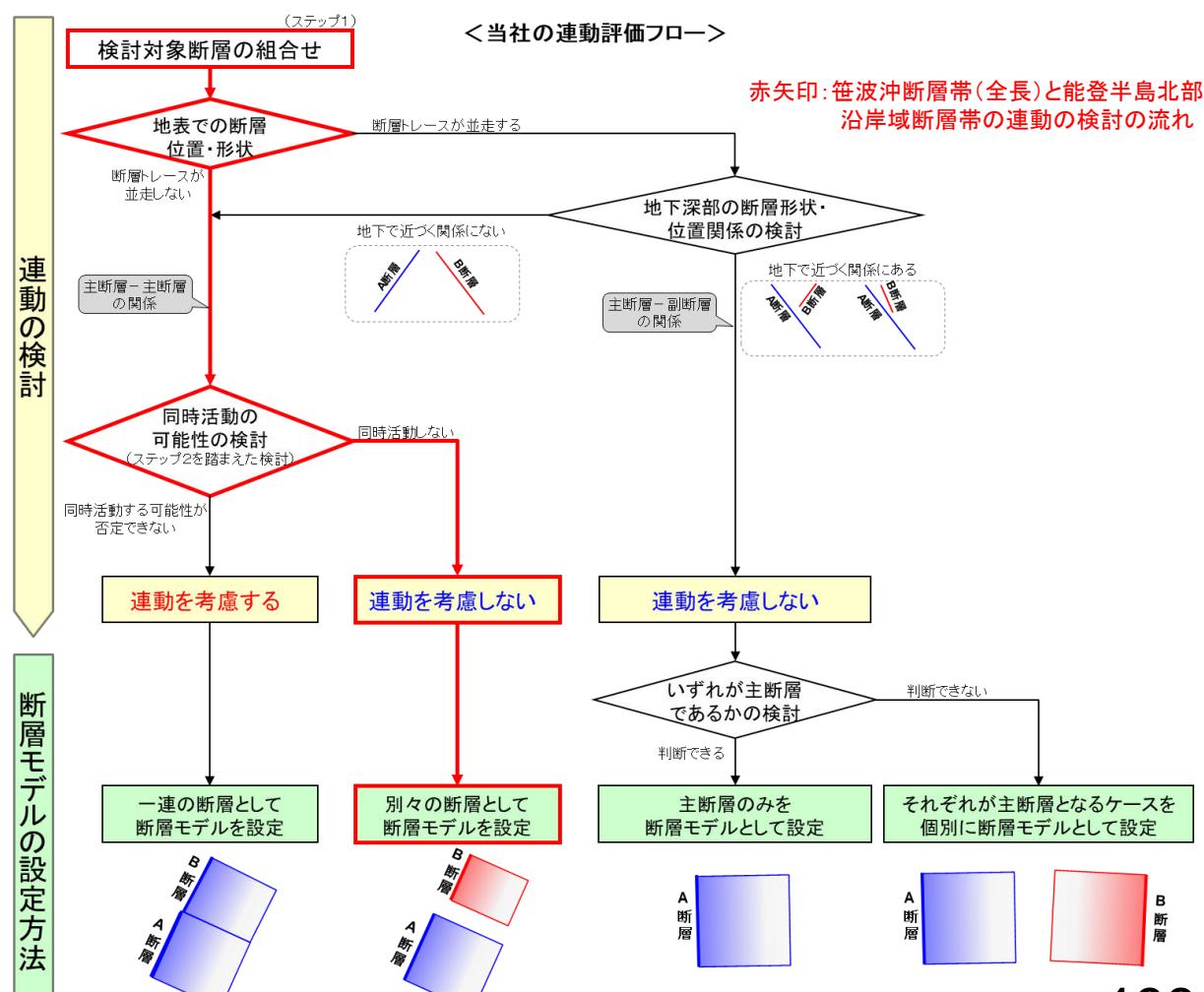


凡 例

断層 (伏在断層)	背斜軸	断層 (伏在断層)
横曲	向斜軸	横曲
伏在断層 (連続性のない断層)	断層 (連続性のない断層)	断層 (連続性のない断層)
音探記録から推定した対象断層 (測驗位置における活動性)		
B ₁ 層以上またはQ層に変位。変形が認められる		
B ₂ 層以上またはQ層に变位。変形の可能性が否定できない		
B ₃ 層以上またはQ層に变位。変形が認められない		

No. 4	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. 4.5	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. 6U	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)
N1	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-C40M	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-C40S	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)
L4	調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
80	調査測線 (海上保安庁水路部: スーパー・シングルチャンネル)
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)
S1407	調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

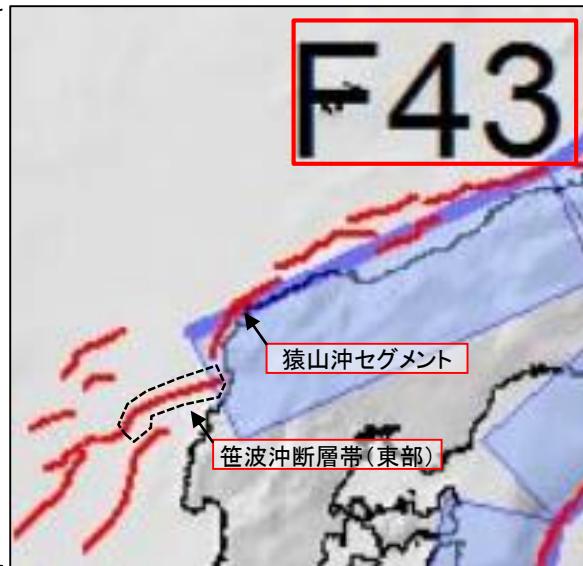
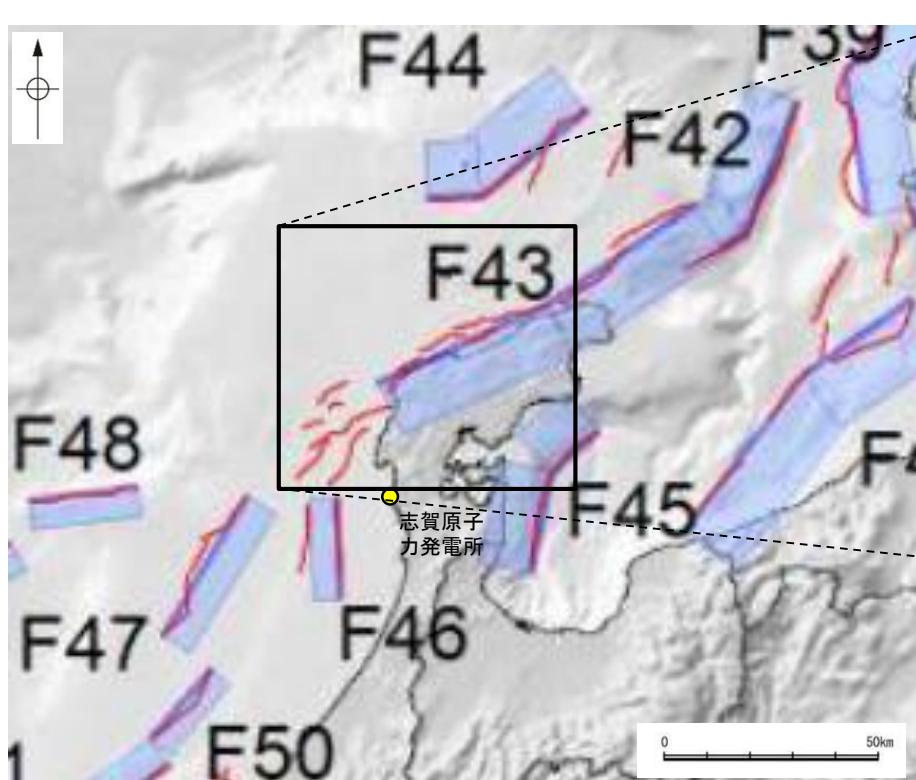
位置図



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。

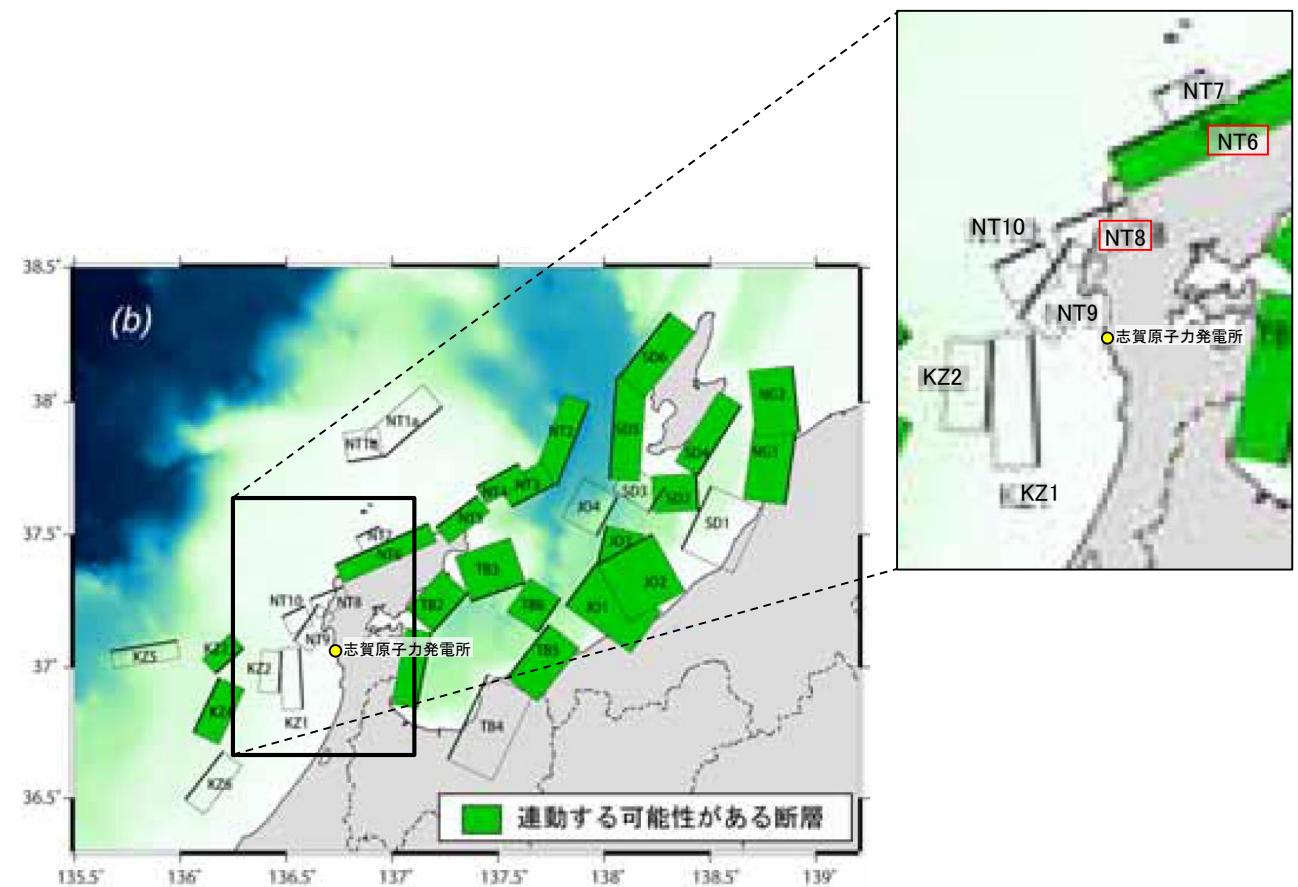
3.2.8(2) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 ー文献調査ー

- 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

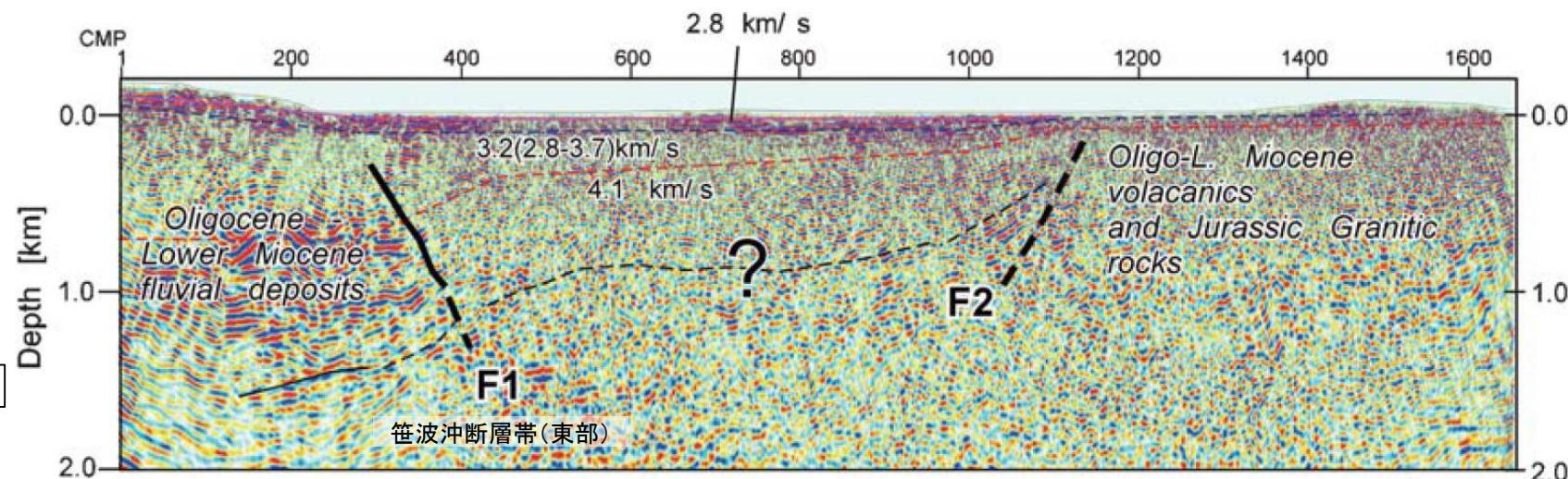
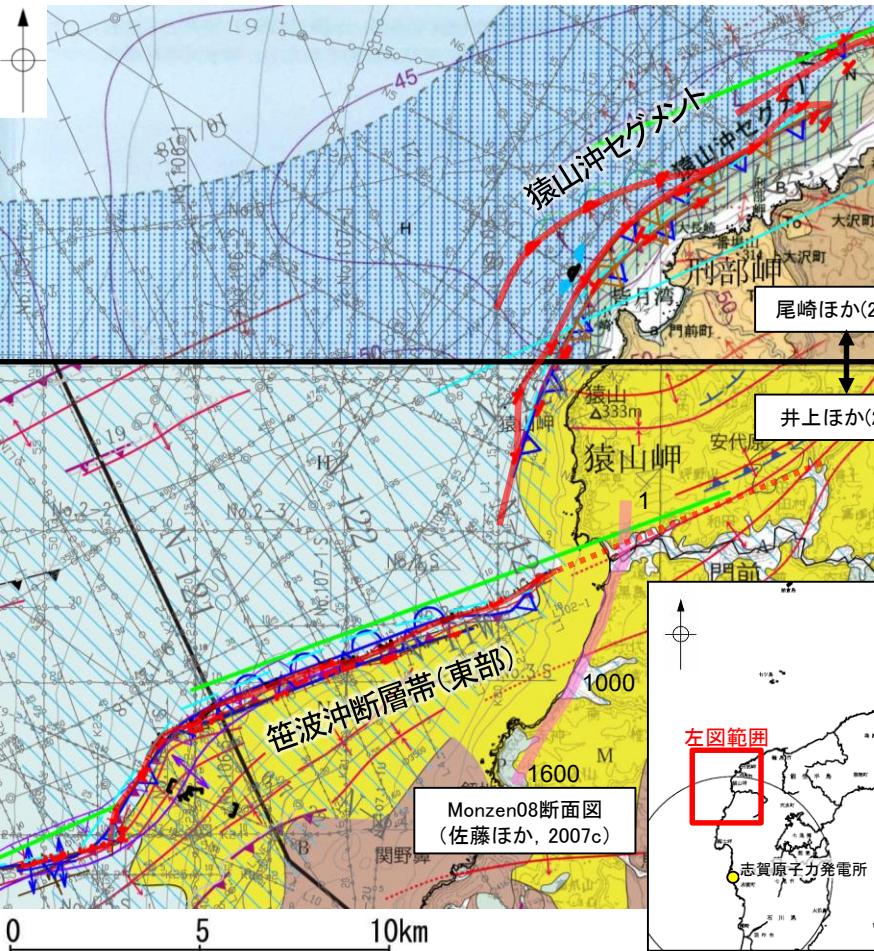


連動する可能性が考えられる21断層(緑色)
文科省ほか(2016)を編集, 一部加筆

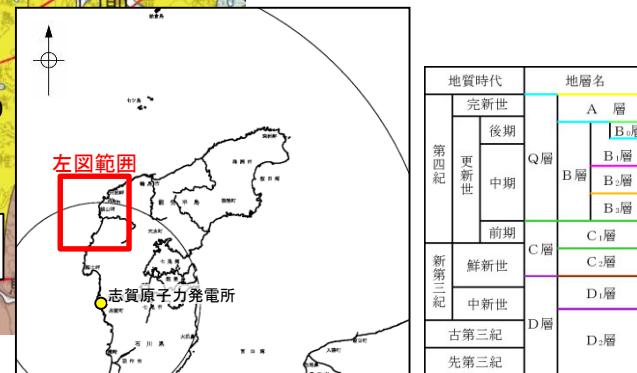
3.2.8(2) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 ー文献調査ー

○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)

- 断層位置 推定区間
- 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
 - 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. 107-1U 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)
 - N1 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)
 - L10 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
 - H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- 断層位置
- 伏在断層 (伏在断層)
 - 背斜軸
 - 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)
 - 伏在断層 (連続性のない断層)
 - 右図記録範囲
- 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

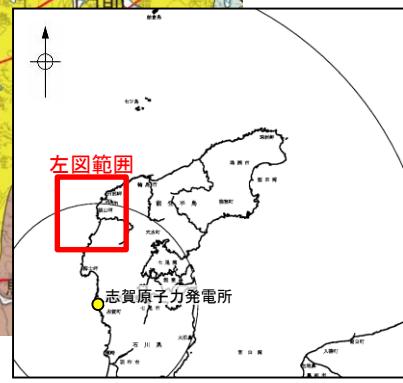
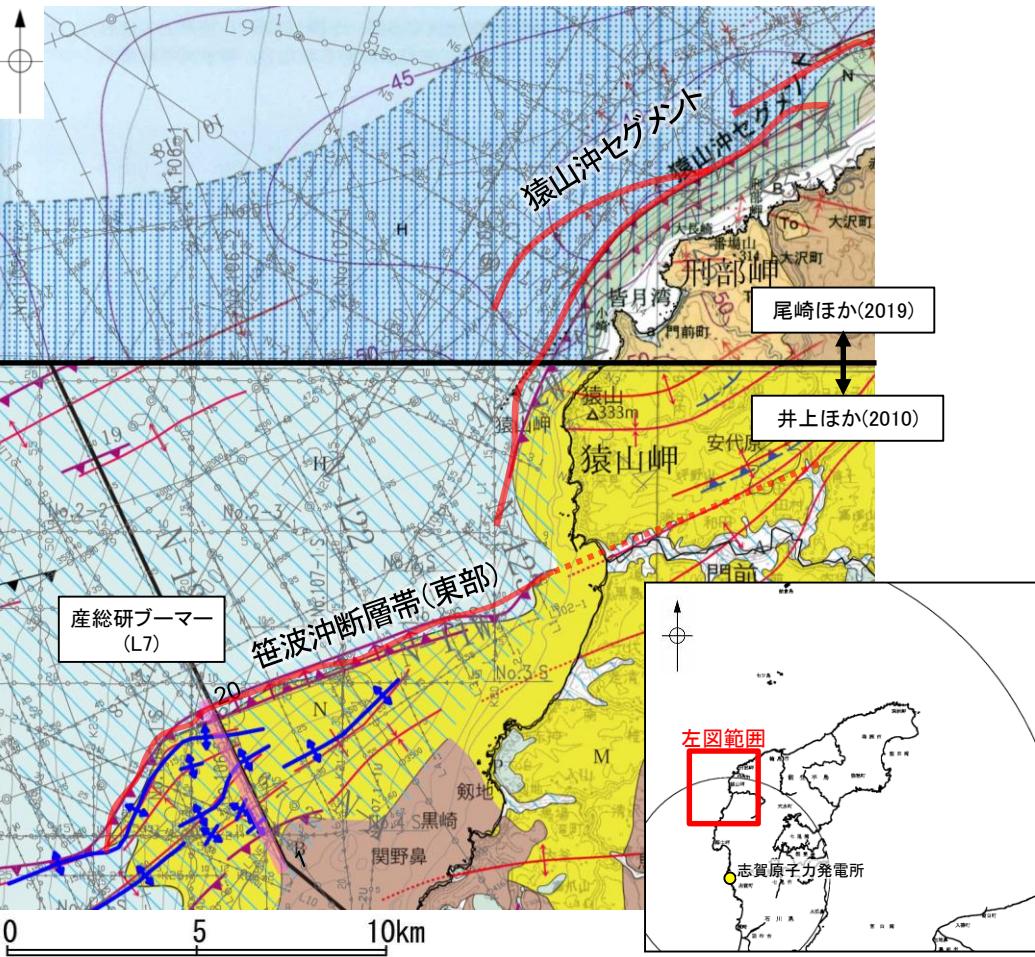
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

3.2.8(3) 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, 海上音波探査ー

- 笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント周辺の背斜構造の連続性を確認した。
- 井上ほか(2010)に示された背斜構造(左図中 \uparrow)を確認すると, 両セグメント間に背斜構造は認められない(左図)。
- また, 笹波沖断層帯(東部)の上盤側(南側)の海上音波探査を確認した結果, L7測線~L4測線には背斜構造(図中 \uparrow)が認められる(本頁~P.474)が, 猿山沖セグメントの境界付近であるL3測線, L2測線には背斜構造が認められない(P.475, 476)。

【L7測線】

○L7測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造が認められる(右図中 \uparrow)。

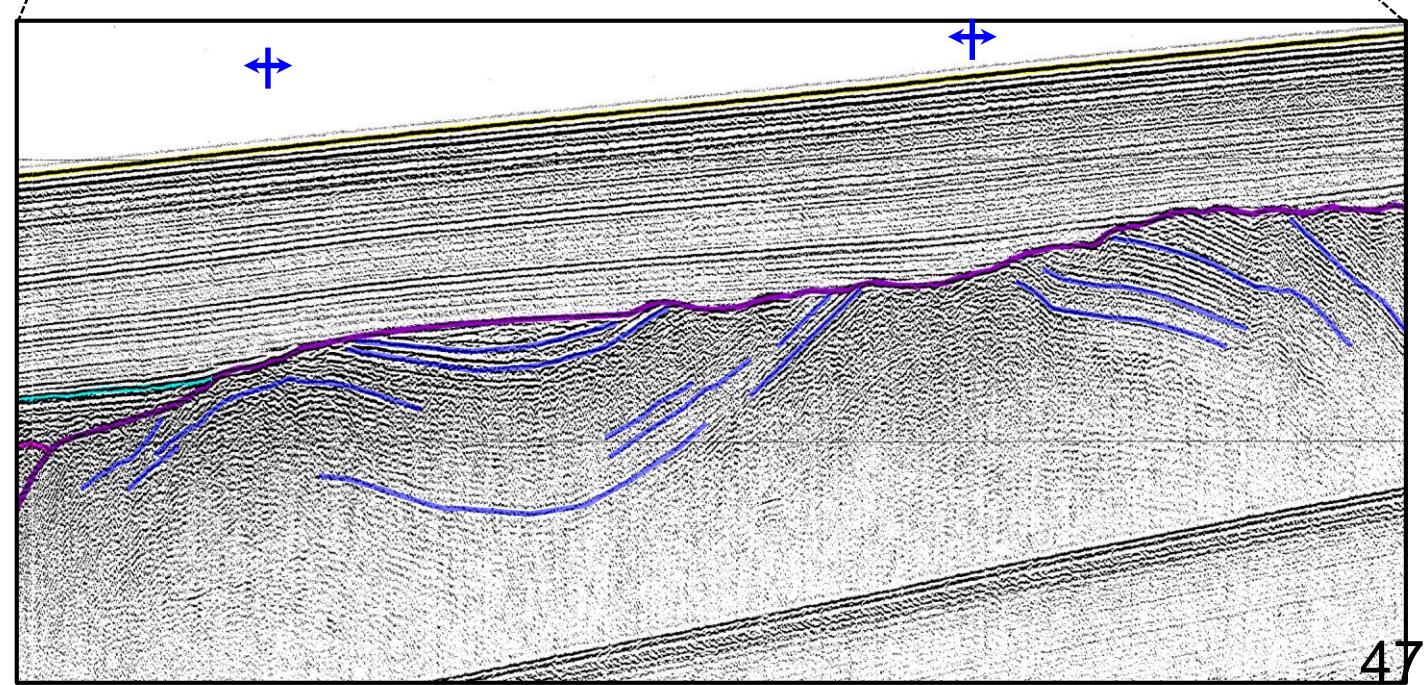
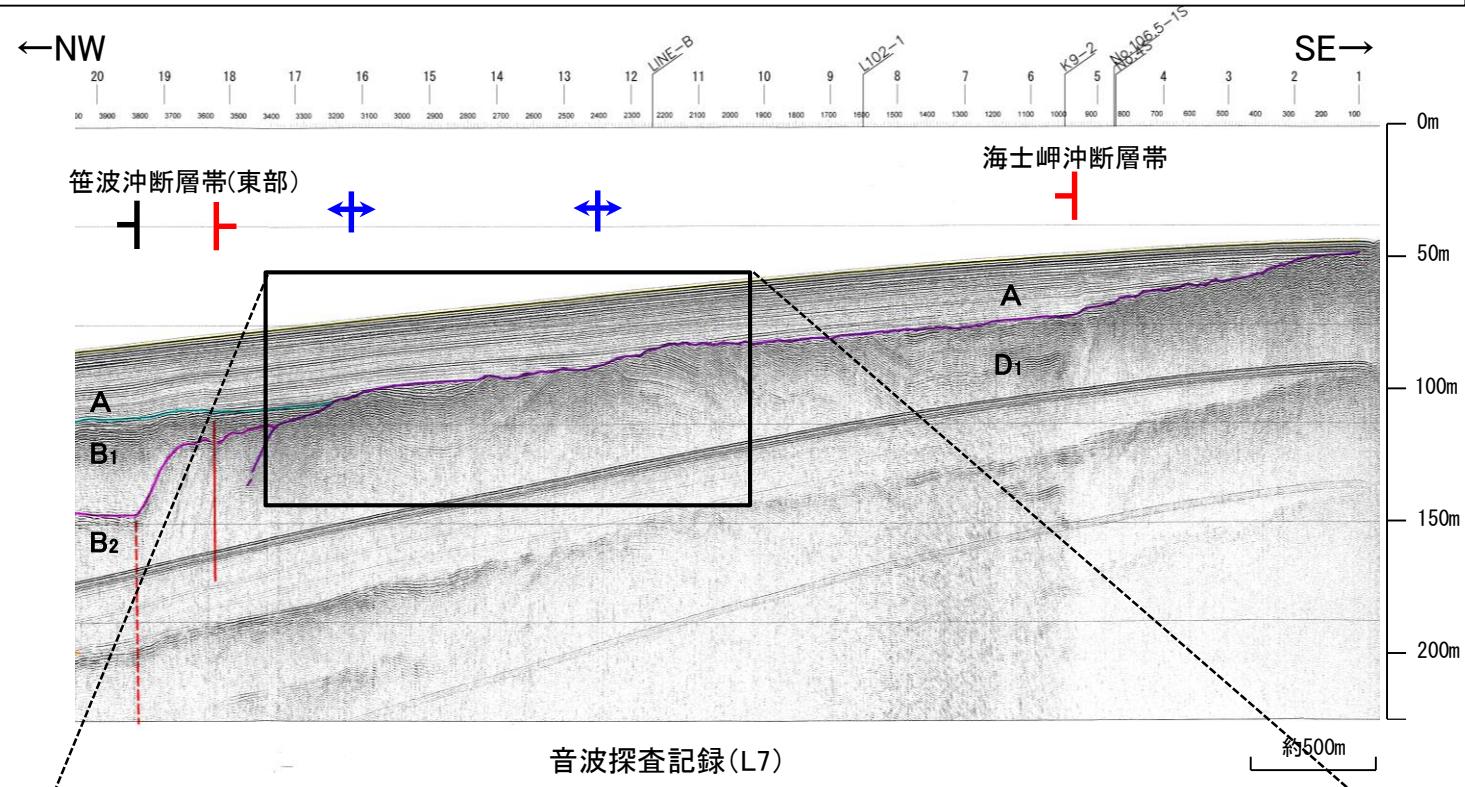


地質時代	地層名	
第四紀	完新世	A層
	後期	B ₁ 層
		B ₂ 層
		B ₃ 層
	中期	C層
	前期	D層
第三紀	鮮新世	C ₁ 層
	中新世	D ₁ 層
	古第三紀	D ₂ 層
先第三紀	D ₃ 層	

1:10

\uparrow 当社が推定した背斜軸

\uparrow 層理面

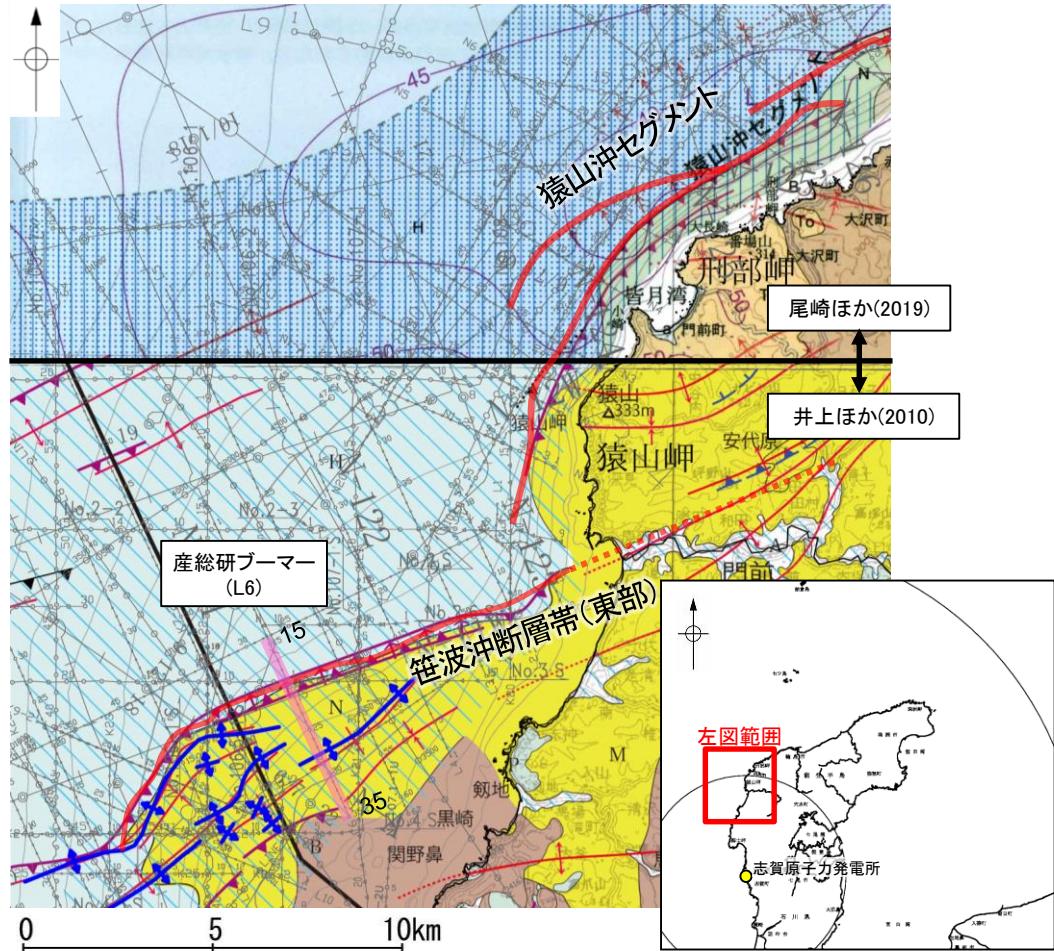
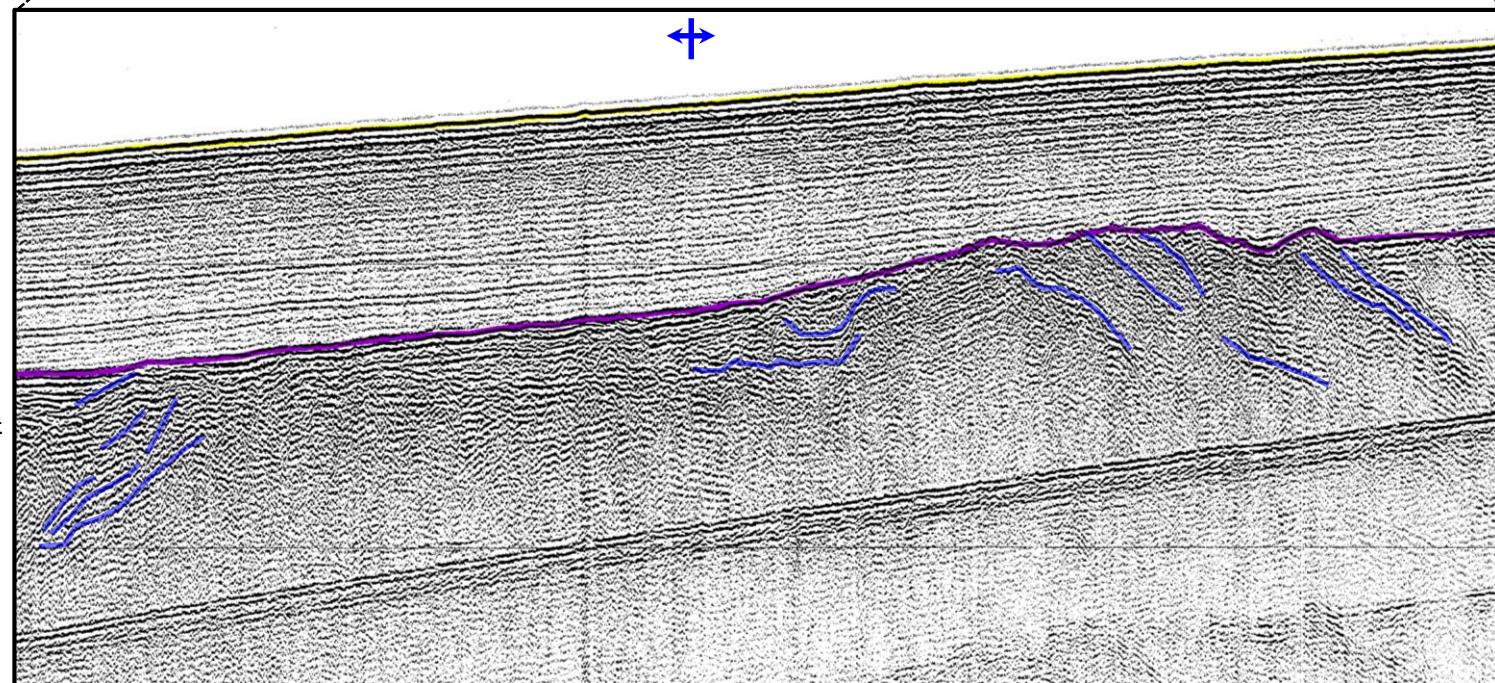
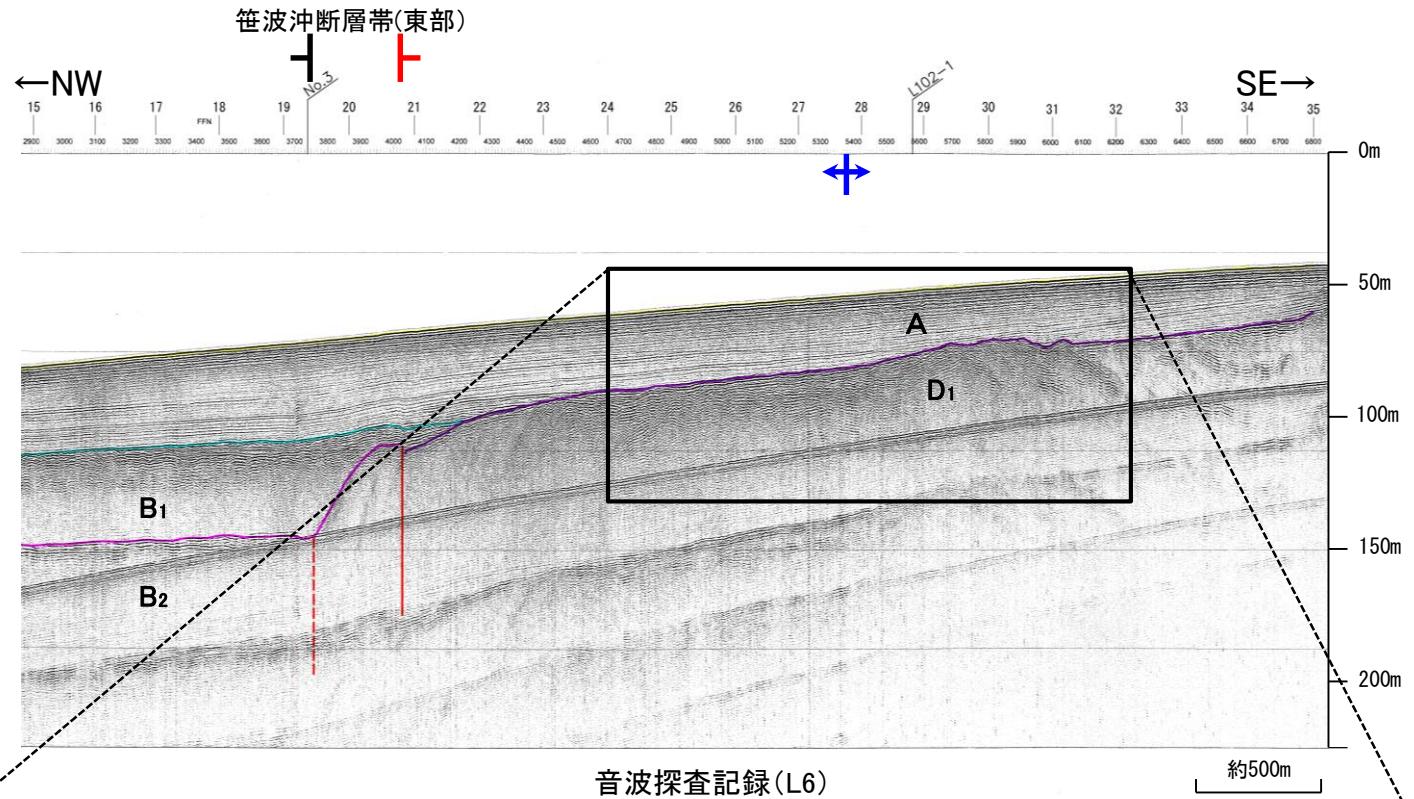


※この図面は, 産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

【L6測線】

○L6測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造が認められる(右図中 \leftrightarrow)。



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

断層位置
推定区間

\leftrightarrow 当社が推定した背斜軸
— 層理面

- 凡 例
- 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. 107.1U ○—○ 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)
 - W1 ○—○ 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - N-120 ○—○ 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - L10 ○—○ 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
 - H73-1 ○—○ 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- 右図記録範囲 \leftrightarrow 背斜軸

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
前期	C層	
第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D ₁ 層
	古第三紀 先第三紀	D ₂ 層

1:10

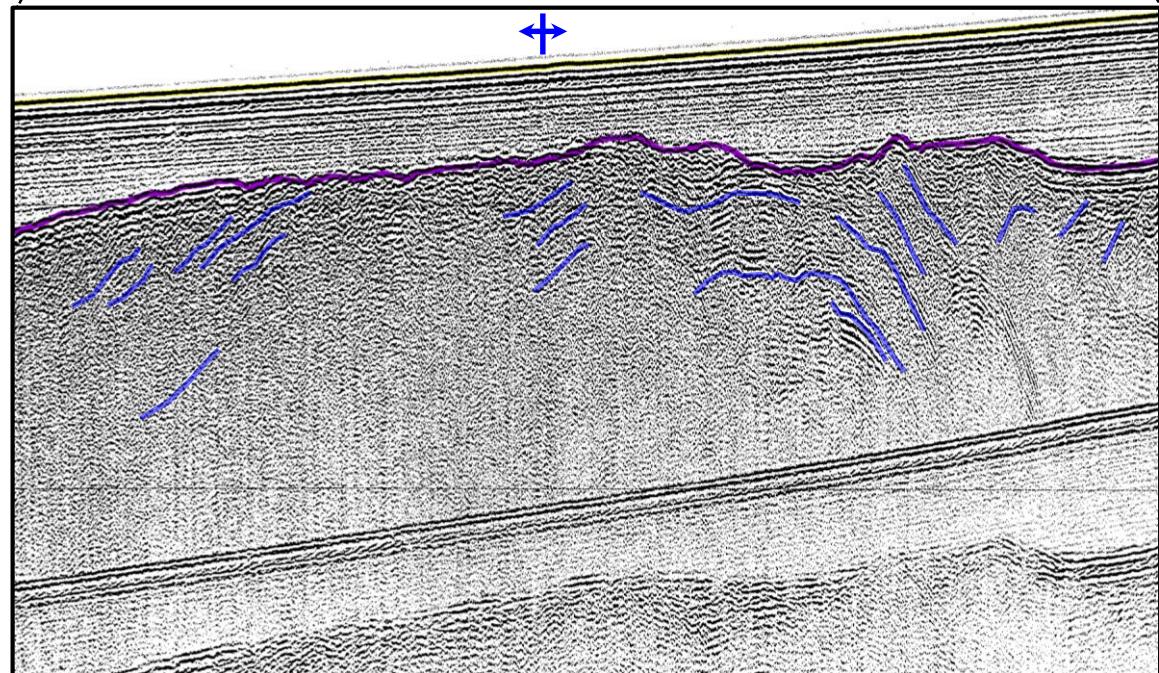
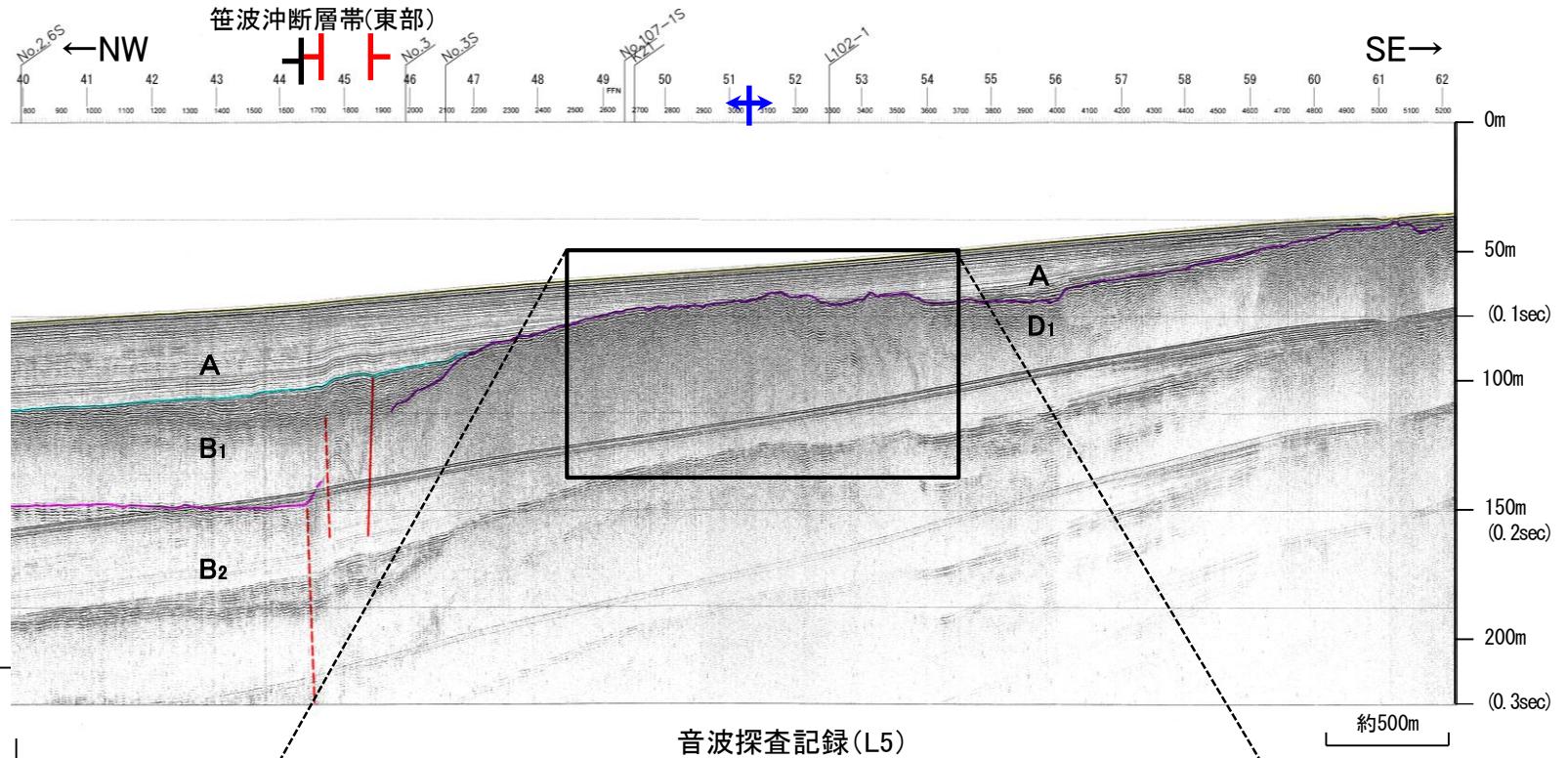
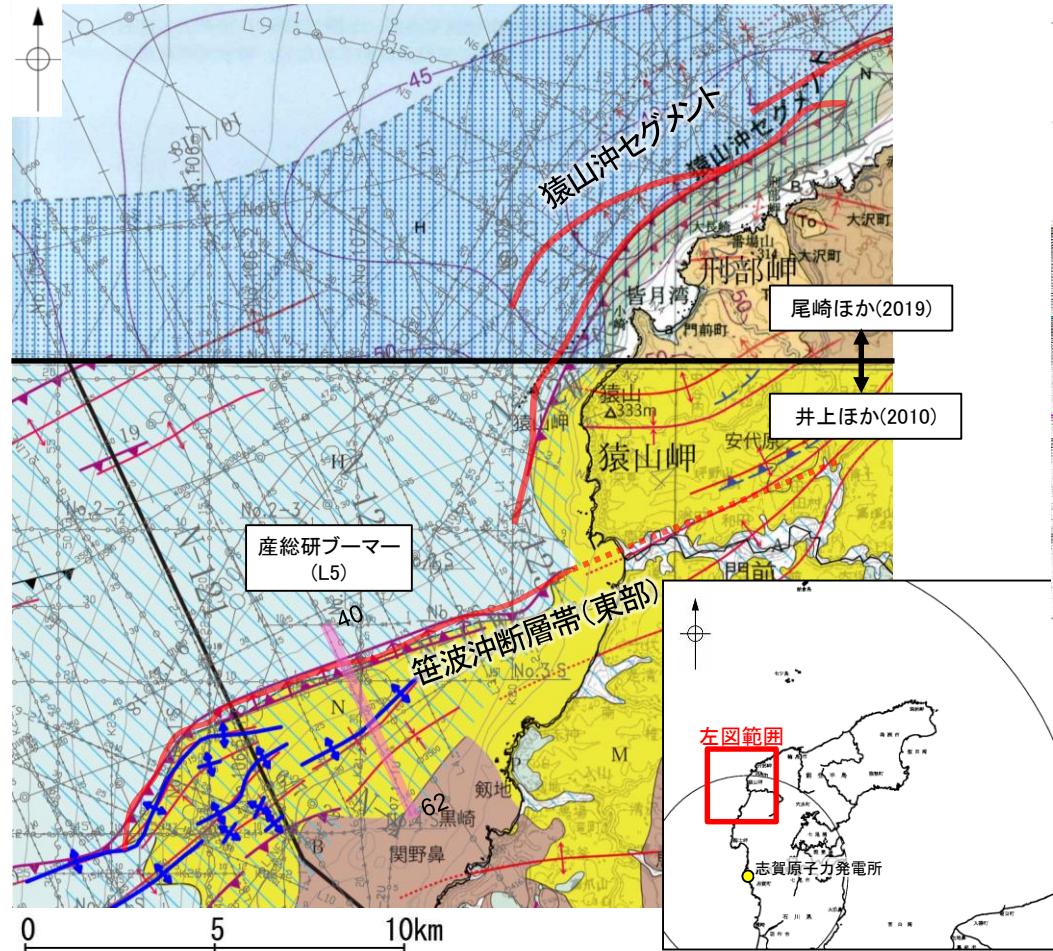


※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

【L5測線】

○L5測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造が認められる(右図中 ∇)。



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

断層位置
推定区間

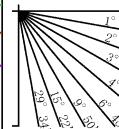
凡 例

- 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. 107.1U ○—○— 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)
- W1 ○—○— 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
- W-120 ○—○— 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
- L10 ○—○— 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
- W73-1 ○—○— 調査測線 (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	A層
	後期	B ₁ 層
	中期	B ₂ 層
	前期	C層
第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D ₁ 層
	古第三紀 先第三紀	D ₂ 層

∇ 当社が推定した背斜軸
— 層理面

1:10

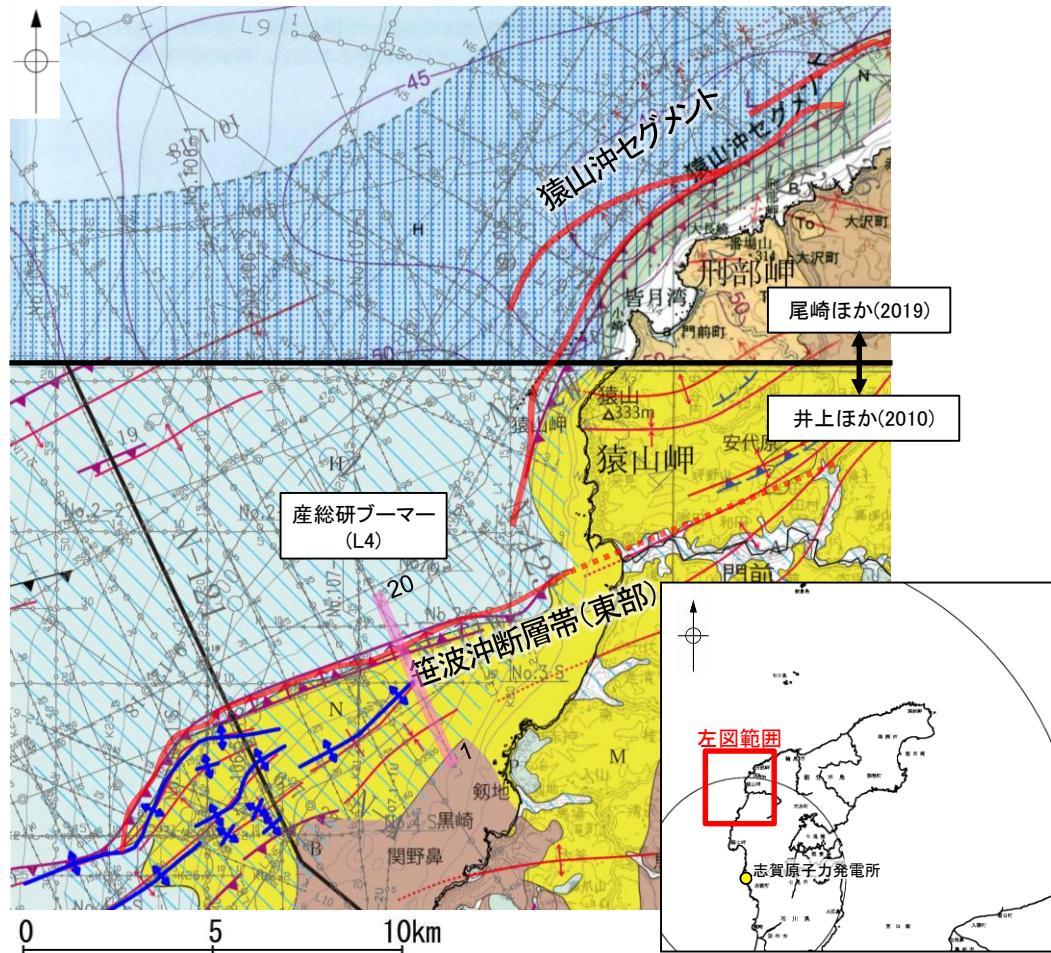


※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

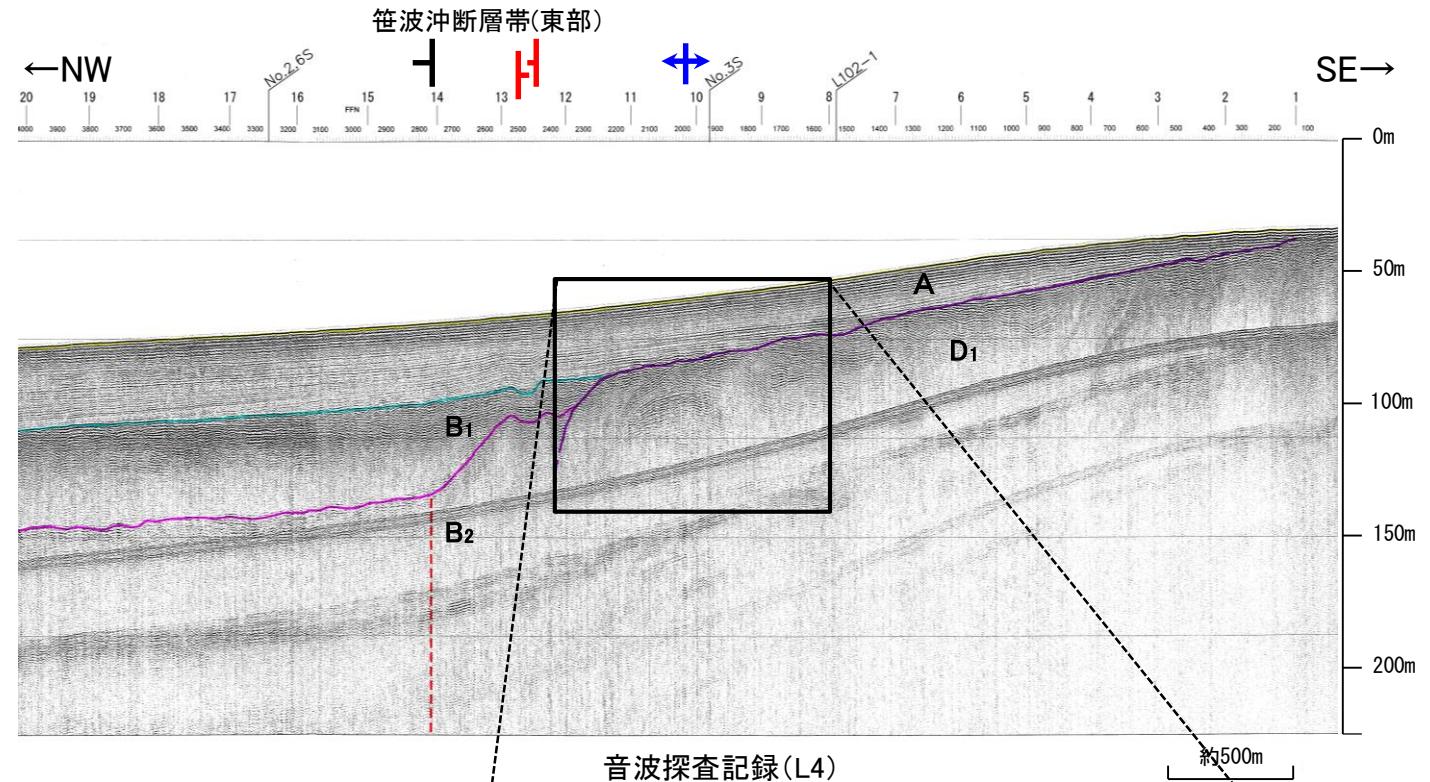
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【L4測線】

○L4測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造が認められる(右図中 ∇)。



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)



音波探査記録(L4)

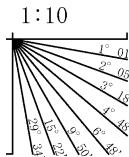
約500m

凡 例

- 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. 107.1U ○—○— 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)
- W1 ○—○— 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)
- N-120 ○—○— 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
- L10 ○—○— 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
- H73-1 ○—○— 調査測線 (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	A層
	後期	B ₁ 層
		B ₂ 層
	中期	B層
前期	C層	
	D層	
第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D層
	古第三紀	D層
先第三紀	D層	

∇ 当社が推定した背斜軸
— 層理面

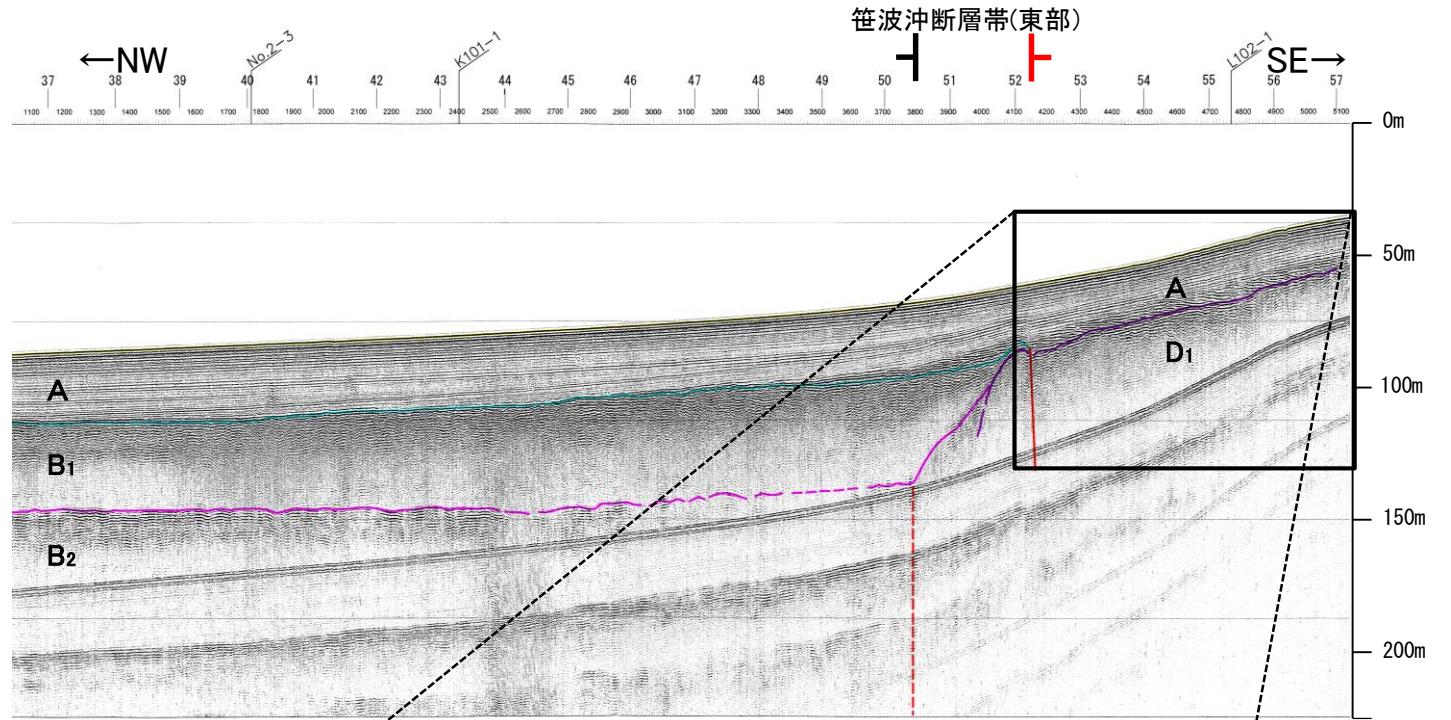
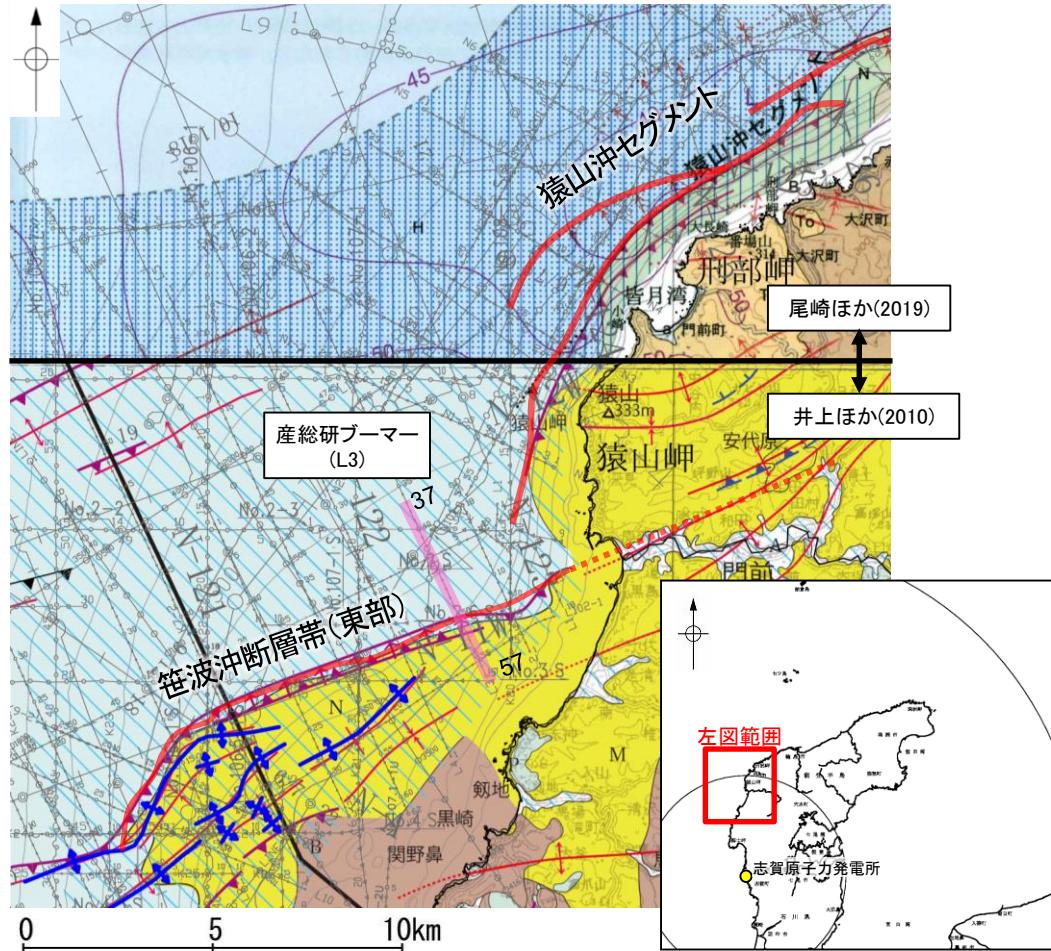


※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

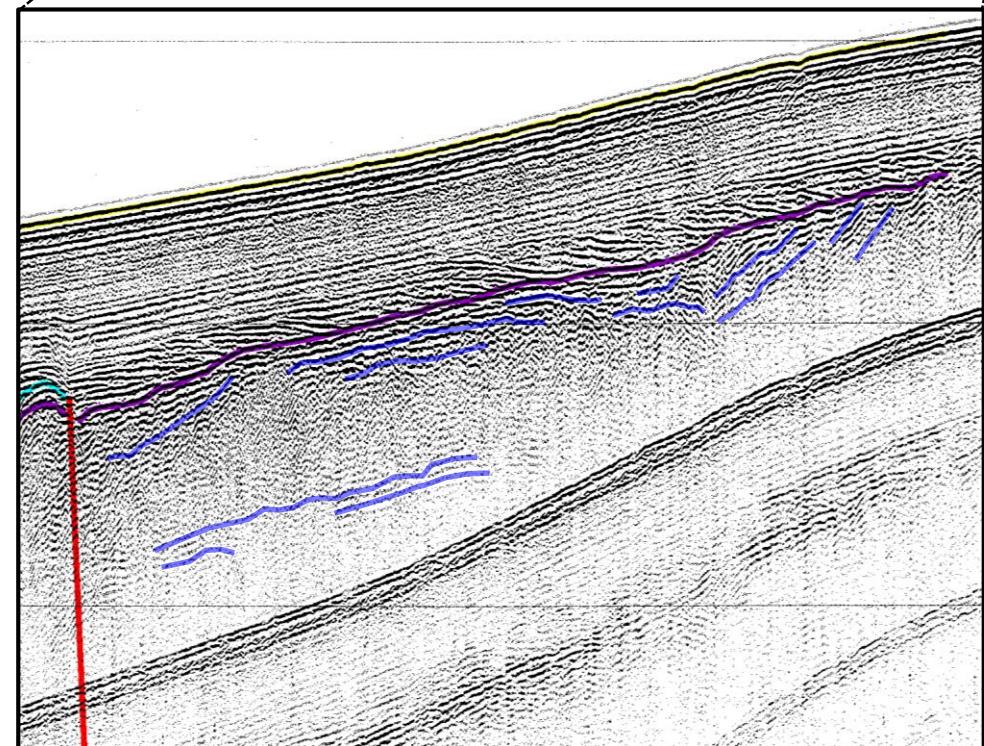
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【L3測線】

○L3測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造は認められない。



音波探査記録(L3)



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

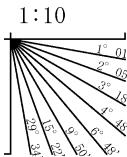
断層位置
推定区間

凡 例

- 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. 107.1U ○—○— 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)
- W1 ○—○— 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)
- N-120 ○—○— 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
- L10 ○—○— 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
- H73-1 ○—○— 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- 右図記録範囲
- 背斜軸

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層
前期	C層	
	D層	
第三紀	鮮新世	C層
	中新世	D層
	古第三紀	D層
先第三紀	D層	

層界面

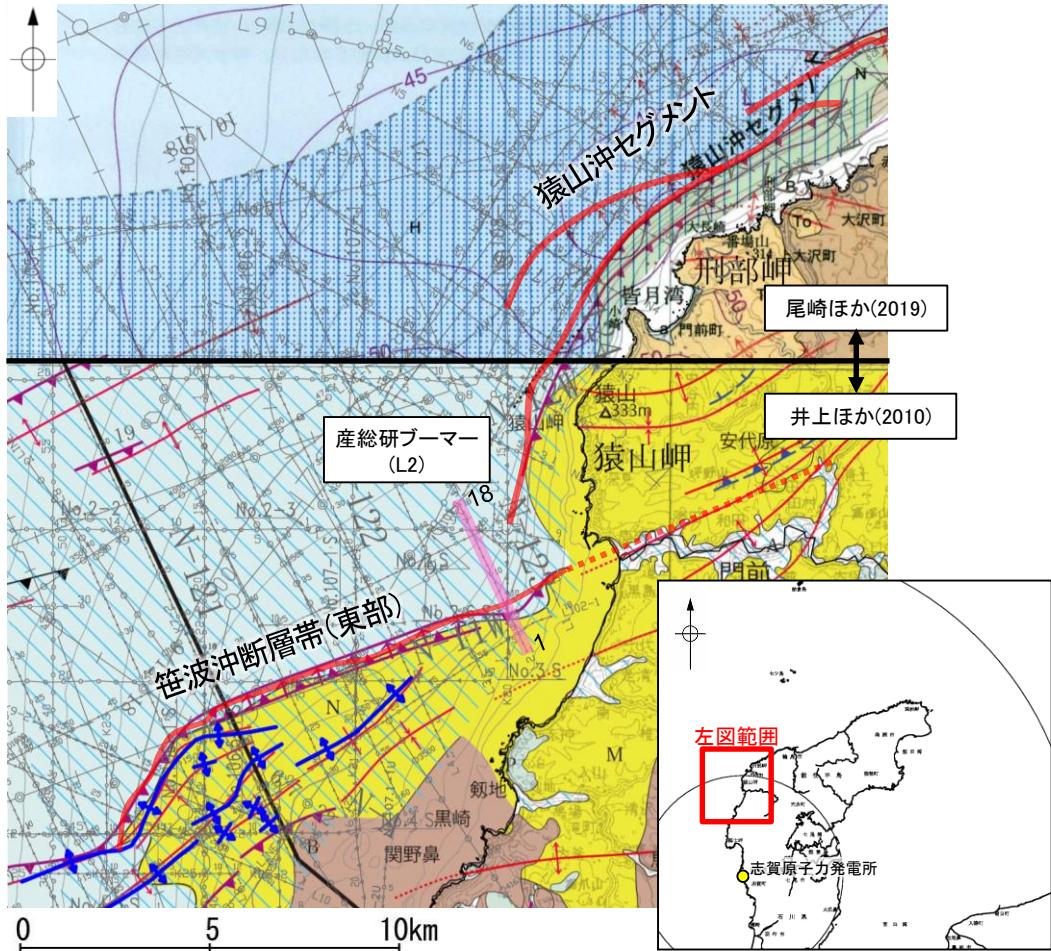


※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

【L2測線】

○L2測線における笹波沖断層帯(東部)の上盤側のD₁層に背斜構造は認められない。



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

断層位置
推定区間

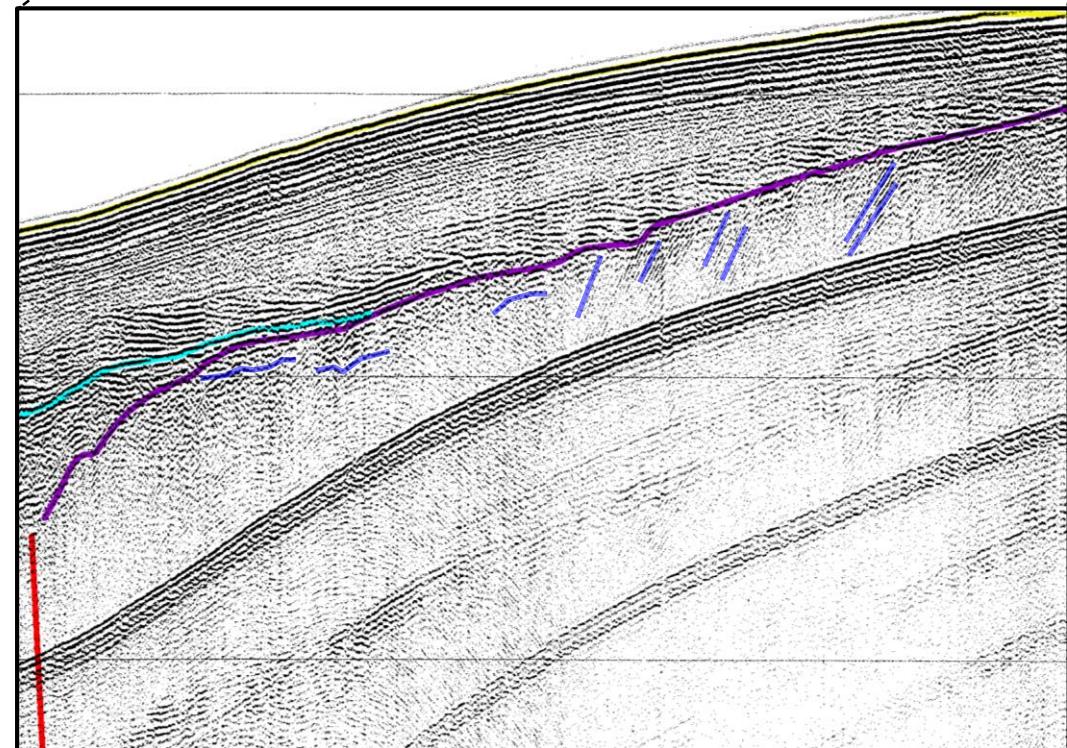
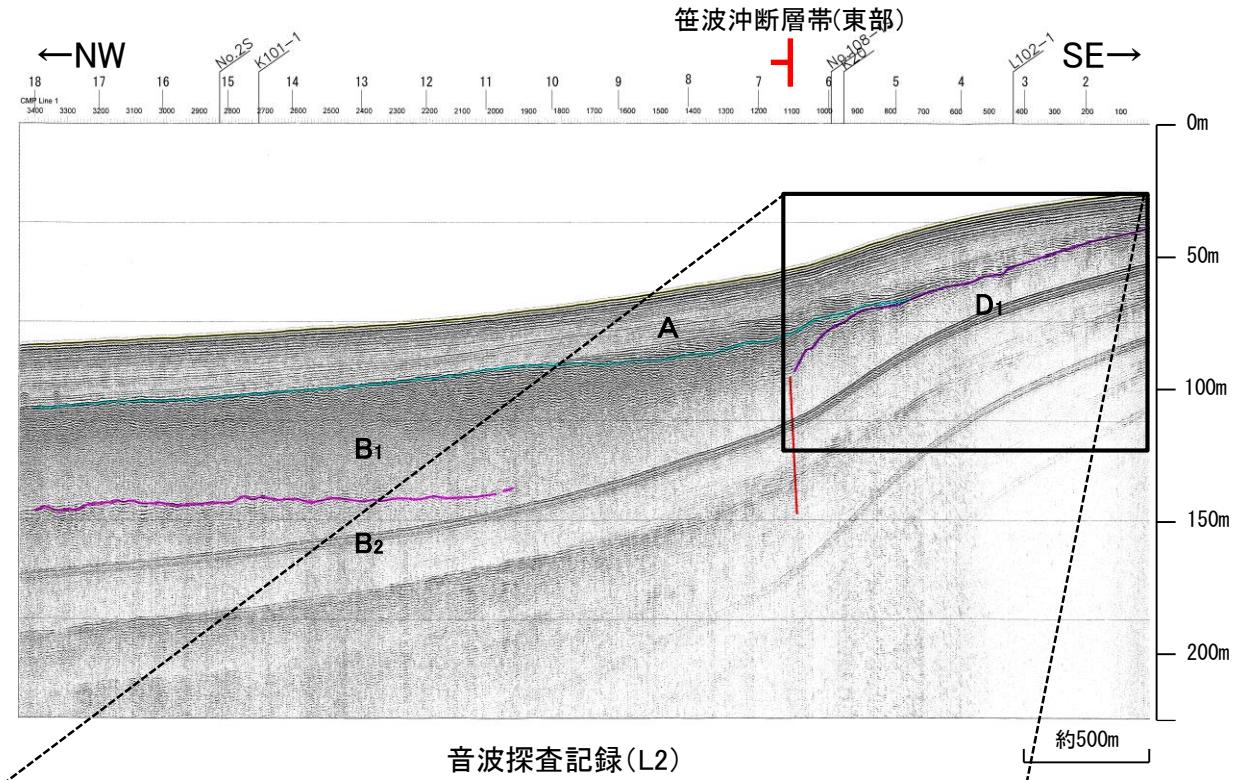
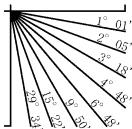
凡 例

- 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. 107.1U 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)
 - W1 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)
 - N-120 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - L10 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
 - H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
- 右図記録範囲 背斜軸

地質時代		地層名	
第四紀	完新世	Q層	A層
	後期		B ₁ 層
			B ₂ 層
	中期		B ₃ 層
	前期		B ₄ 層
新第三紀	鮮新世	D層	C ₁ 層
中新世	C ₂ 層		
古第三紀	D ₁ 層		
先第三紀			D ₂ 層

層理面

1:10



※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

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。

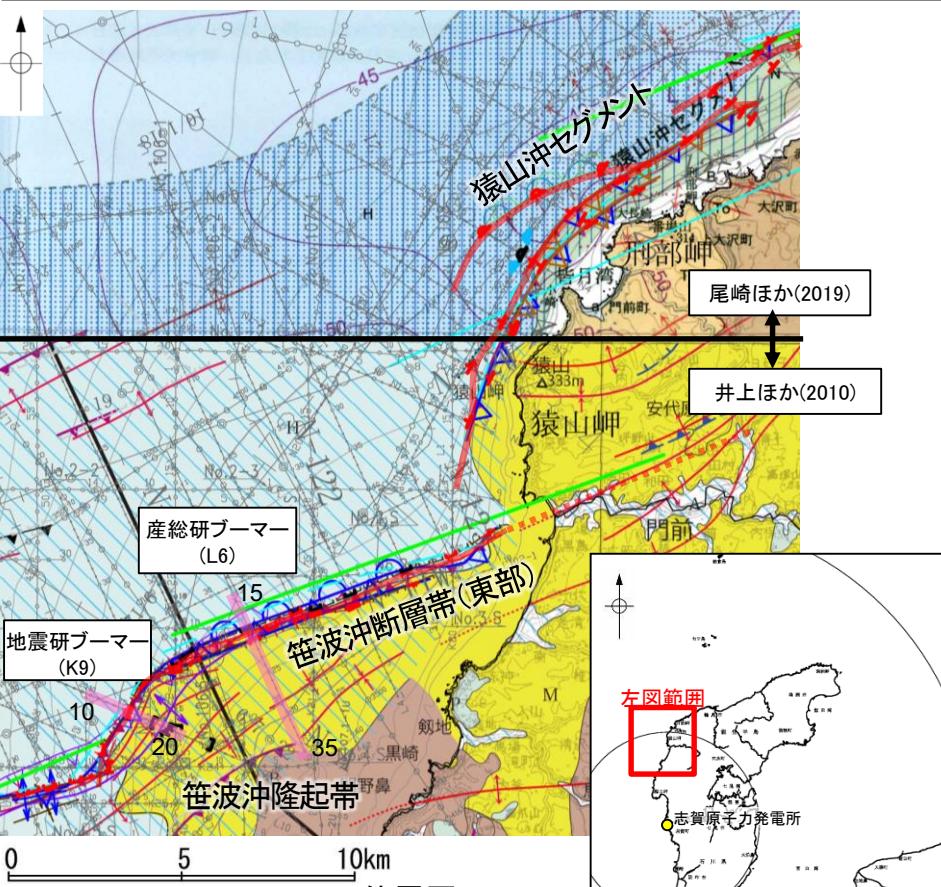
3.2.8(4) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 —海上音波探査—

○音波探査記録の確認の結果から、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの特徴をもとに、地質構造について検討を行った。
 ○笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントはいずれもB₁層以上に北西落ちの変位、変形が認められ、南東傾斜の逆断層と推定されるが、**両セグメントの境界部の走向差は約60°(斜めT字状)であり、境界部付近の傾斜方向が異なる(下図、次頁)。**
 ○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.479)。

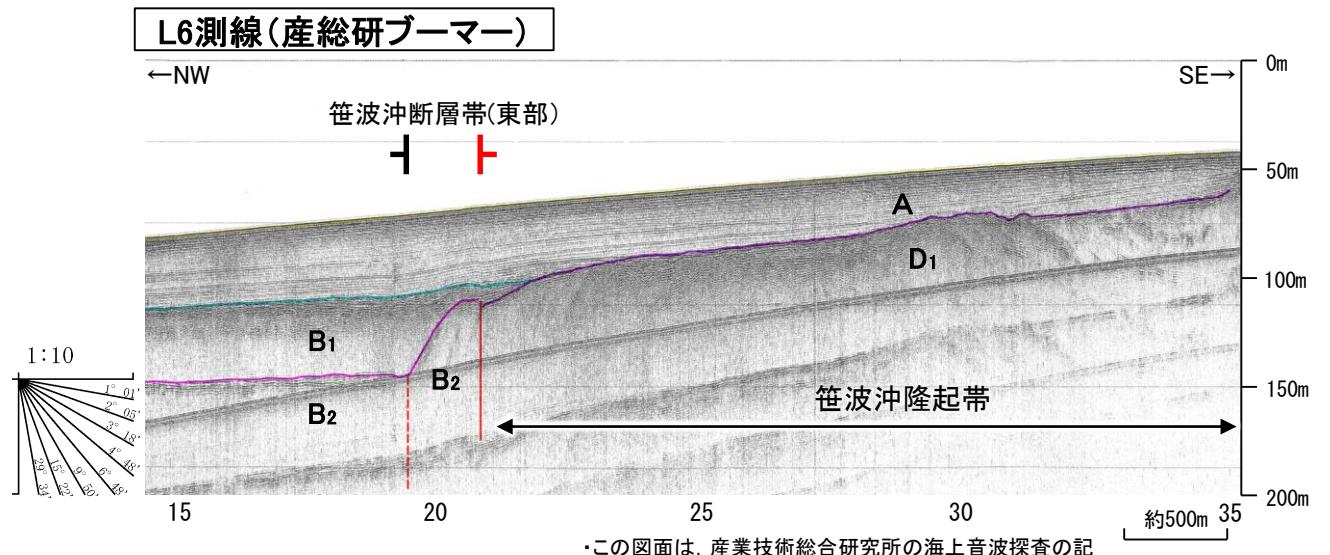
【笹波沖断層帯(東部)の特徴】

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

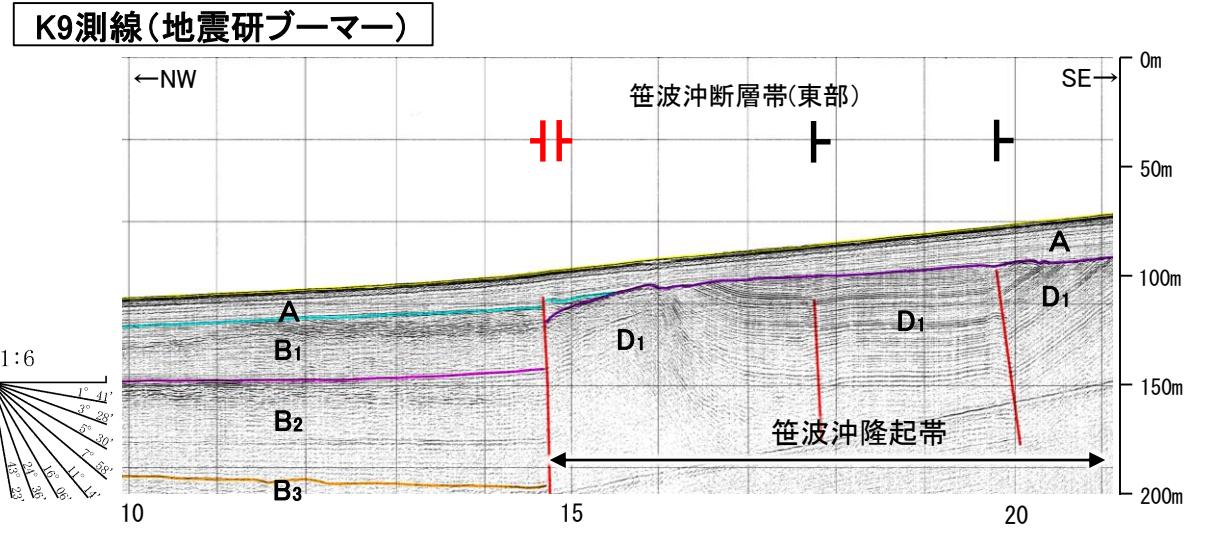
○笹波沖断層帯(東部)は、笹波沖隆起帯北縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の**北西落ち**の変位、変形から推定された**南東傾斜**の逆断層であり、後期更新世以降の活動が認められる。
 ○笹波沖断層帯(東部)の走向はENE-WSW方向で、南西端付近でNNE-SSW方向に屈曲している。



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 ₁ 層
	新第三紀	鮮新世	C ₂ 層
		中新世	D ₁ 層
古第三紀		D ₂ 層	
先第三紀		D ₃ 層	



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。



この図面は、東京大学地震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。

位置図
(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

断層位置

凡 例

<p>(測線位置における活動性)</p> <ul style="list-style-type: none"> — 変位、変形が認められる — 変位の可能性が否定できない — 変形が認められない 	<p>断層(伏在断層) 背斜軸</p> <p>断層(伏在断層) 向斜軸</p> <p>断層(連続性のない断層)</p> <p>断層(連続性のない断層)</p>	<p>断層位置</p> <p>断層(伏在断層)</p> <p>断層(連続性のない断層)</p> <p>断層(連続性のない断層)</p> <p>右図記録範囲</p>
--	---	---

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

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)

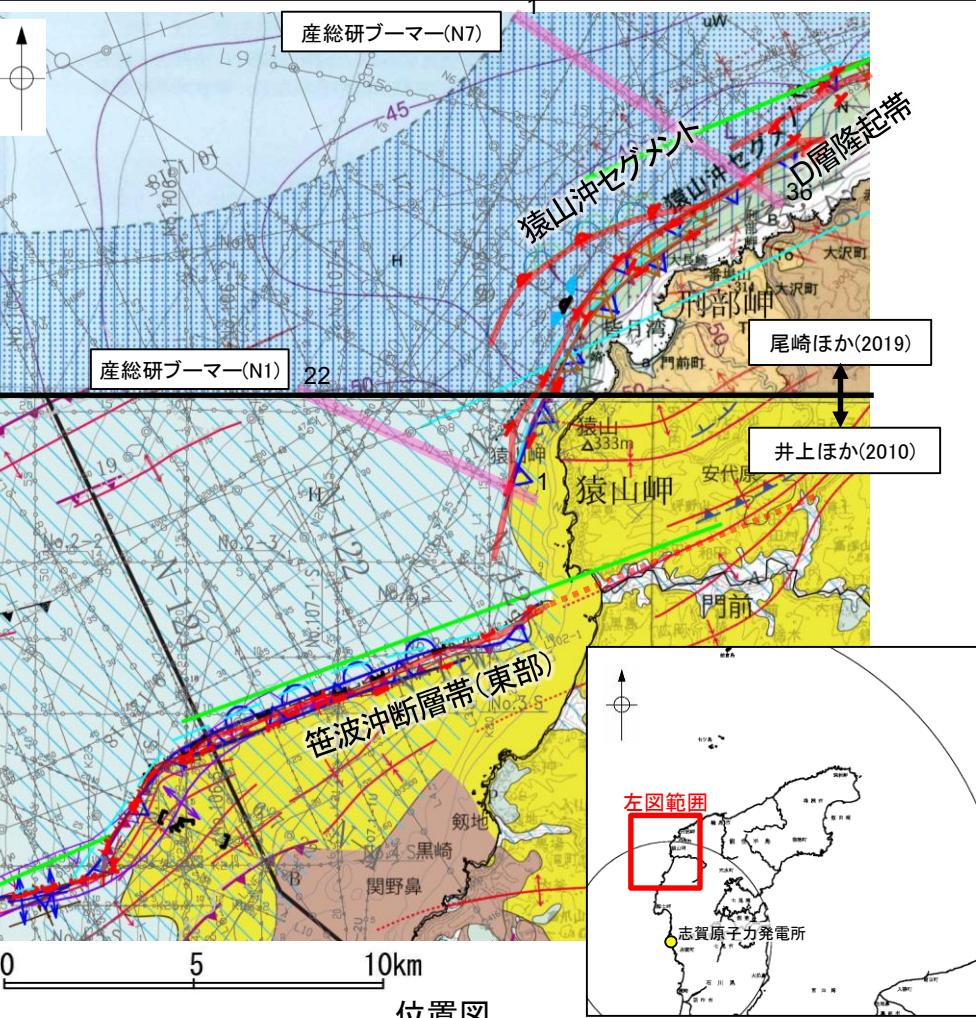
調査測線(エアガン・マルチチャンネル)

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】

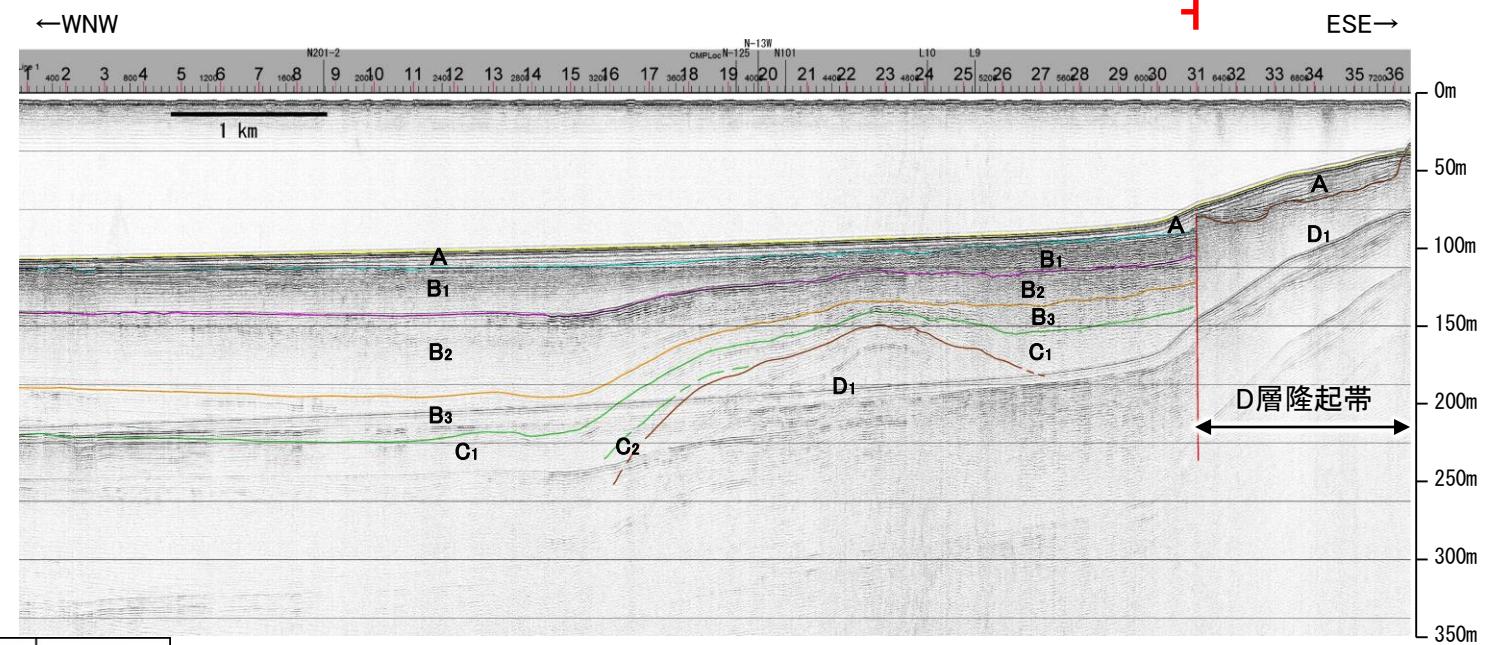
紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

○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)

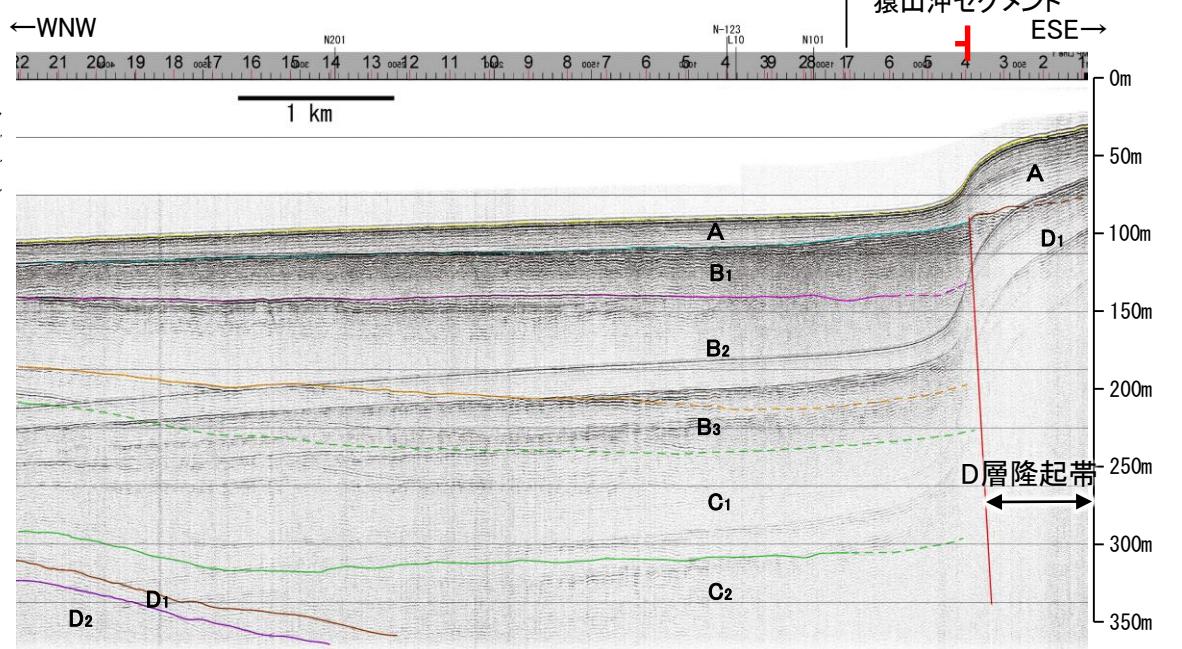
N7測線(産総研ブーマー)



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
	中新世	C ₂ 層
古第三紀	D層	D ₁ 層
	先第三紀	D ₂ 層

断層位置

N1測線(産総研ブーマー)



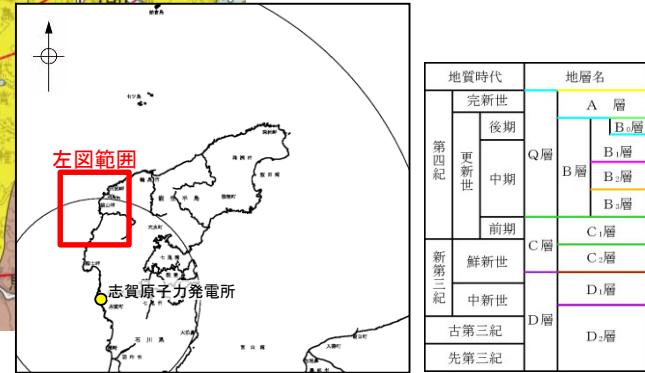
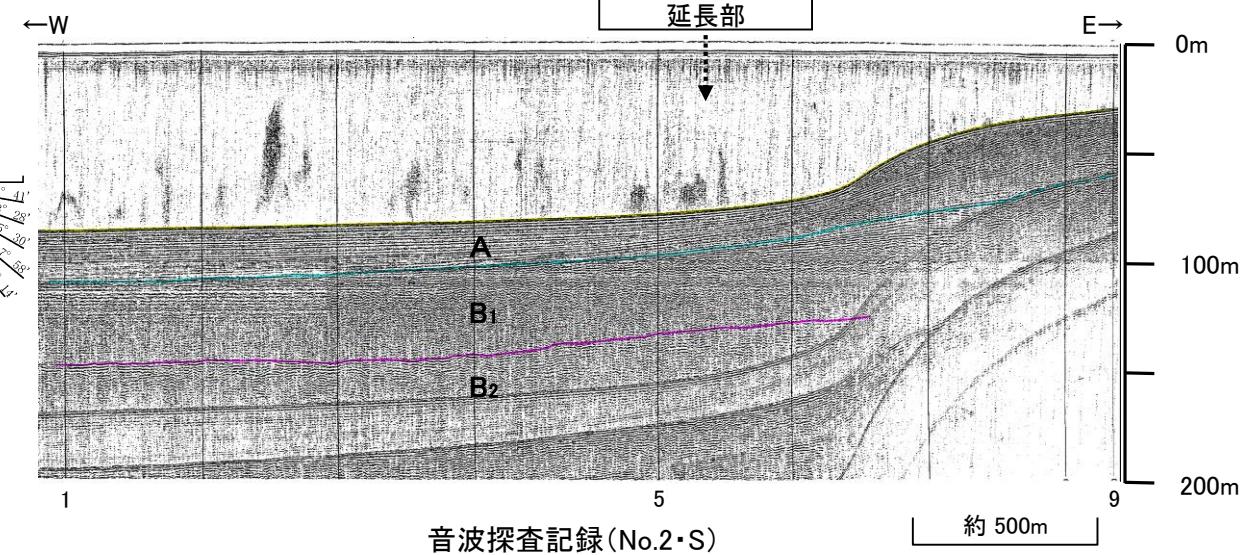
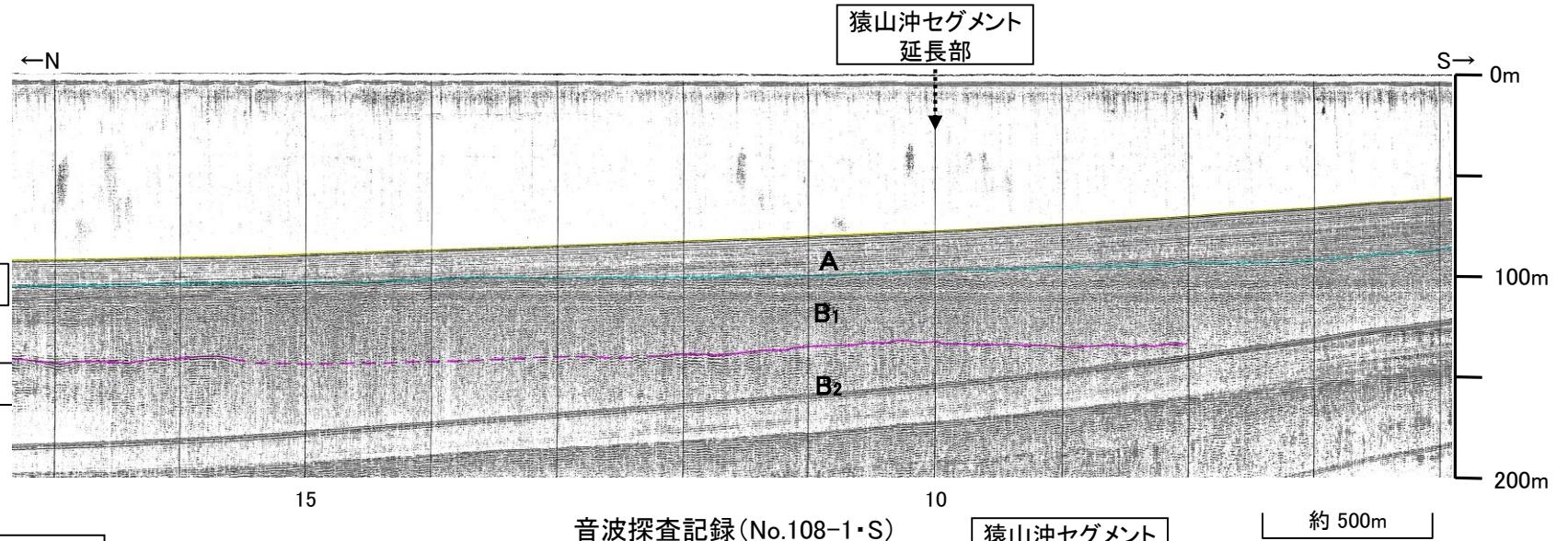
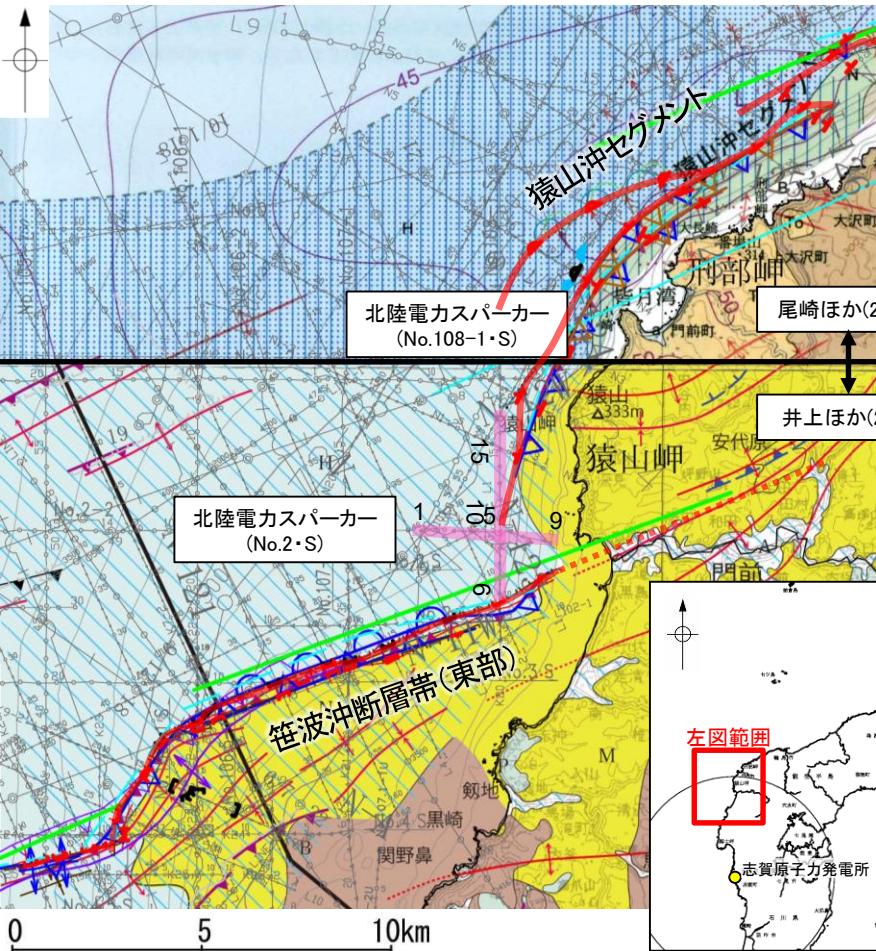
- (測線位置における活動性)
- 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - 調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・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)
- 凡 例
- 断層 (伏在断層) 背斜軸
 - 断層 (伏在断層) 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)
 - 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。

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。

【笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の海上音波探査(No.108-1・S測線, No.2・S測線)】

○笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の地質構造の連続性を検討するため、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の海上音波探査記録を確認した。
○その結果、笹波沖断層帯(東部)～猿山沖セグメント間の2測線(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。



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



位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)

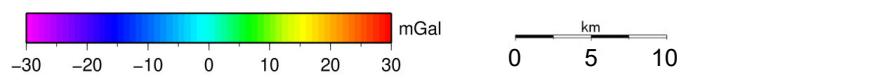
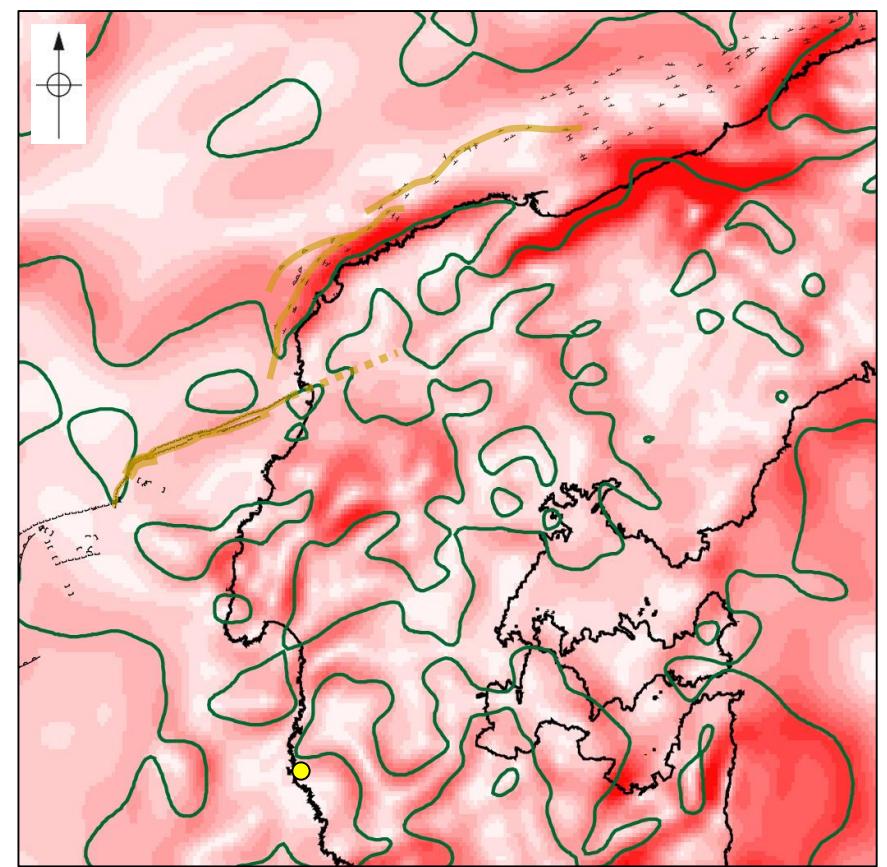
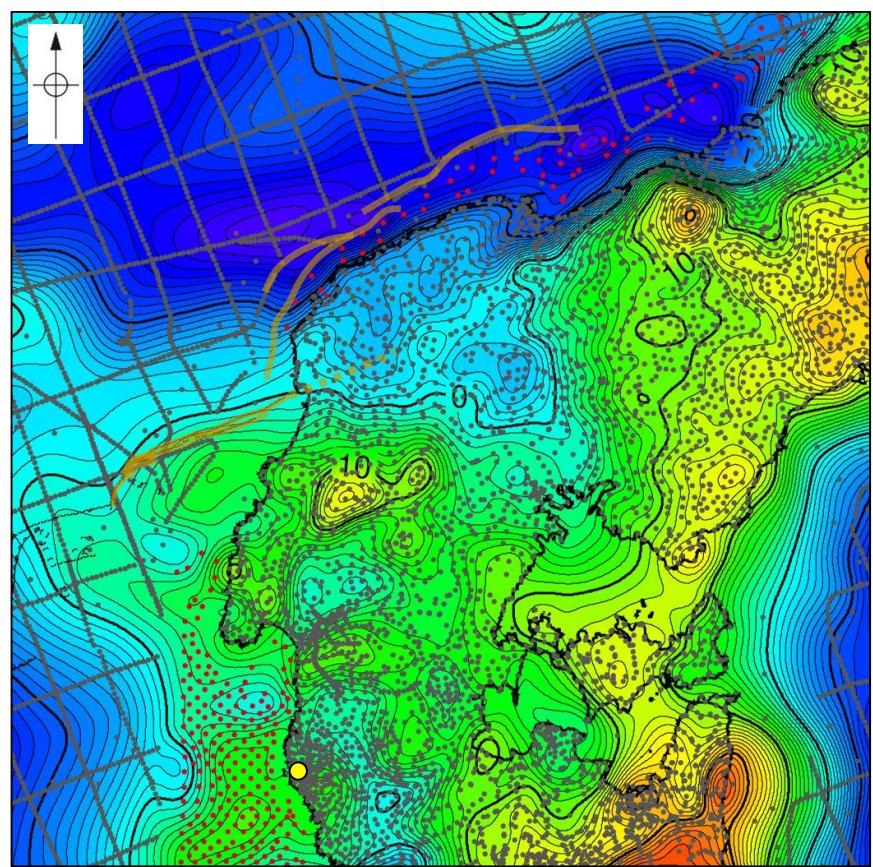
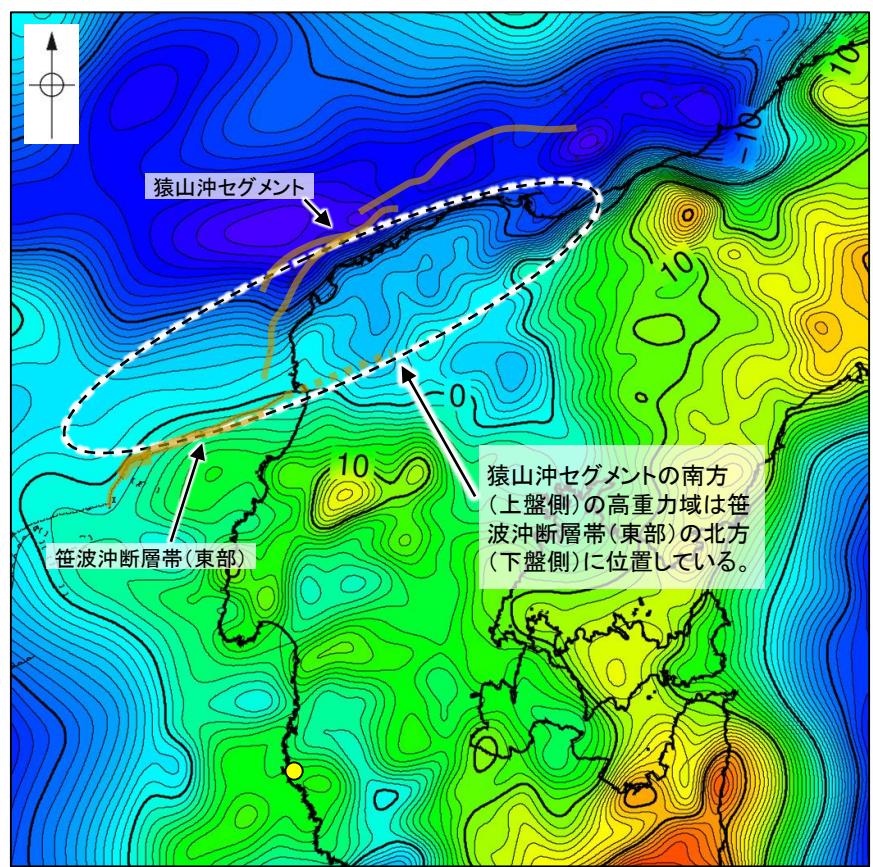
- 凡 例
- (測線位置における活動性)
 - B₁層以上に変位、変形が認められる
 - B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 - B₁層以上に変位、変形が認められない
 - 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール) No. 4
 - 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール) No. 4-S
 - 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール) No. 107-1U
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル) LINE-A
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル) K22
 - 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) 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) N11
 - 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル) N-120
 - 調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル) L10
 - 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル) H73-1
- 断層位置
- 伏在断層 (伏在断層)
 - 背斜軸
 - 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)
 - 伏在断層 (連続性のない断層)
 - 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
- 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。

3.2.8(5) 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 —重力異常分布—

- 笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント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、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)の南方(上盤側)ではなく、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。**
- また、猿山沖セグメントの南西端付近の屈曲部は重力異常の等重力線に対して直交している。
- 尾崎ほか(2010)は、セグメント境界が低重力異常帯のくびれの位置に一致するとしている。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

● 志賀原子力発電所



仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal



□ () 断層 (伏在断層)
 〰 屈曲
 ● : 測定点 (●は海底重力)
 — 断層位置
 — 推定区間

— 鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線
 □ () 断層 (伏在断層)
 〰 屈曲

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

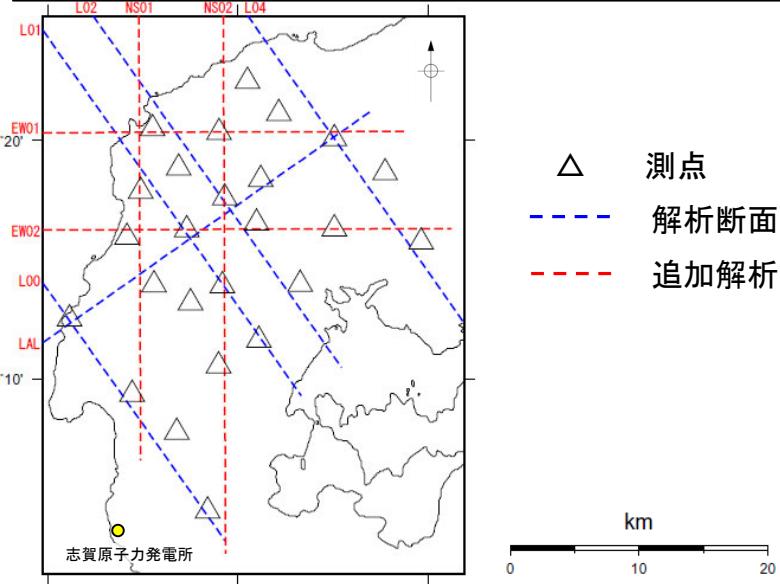
・水平一次微分図は、左のフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。

・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。

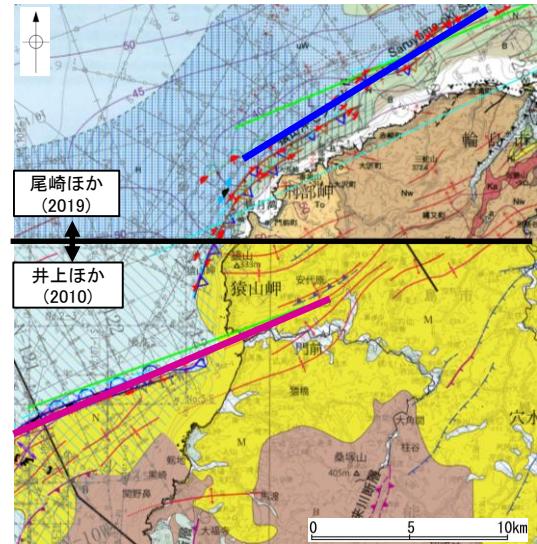
3.2.8(6) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 —比抵抗構造—

○2007年能登半島地震発生後に、大学連合により取得されていた広帯域MT観測データを用い、4断面について追加の2次元比抵抗構造解析を実施した。Yoshimura et al.(2008)の解析断面(5断面)を含めた9断面の2次元解析結果を空間的に補間することによって、地下深部の3次元的な比抵抗分布構造を把握した(京都大学防災研究所)。

○断層周辺の地下深部の比抵抗構造を確認した結果、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)との間に位置している(下図())。



広帯域MT観測点分布および2次元比抵抗解析断面

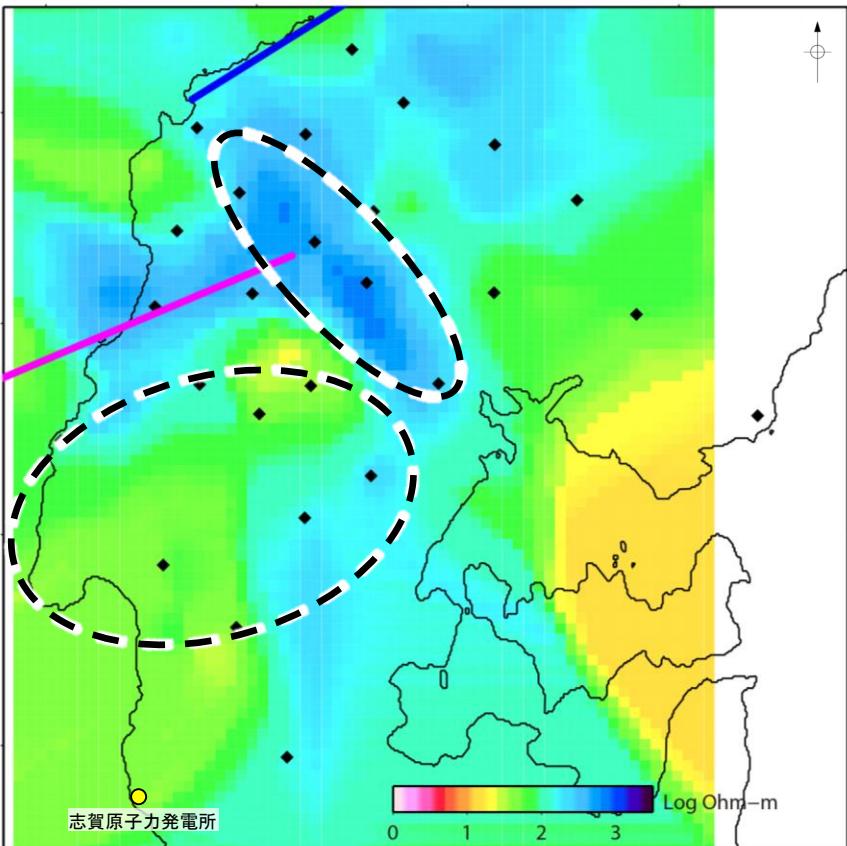


断層位置図(深度0km)
尾崎ほか(2019), 井上ほか(2010)に一部加筆

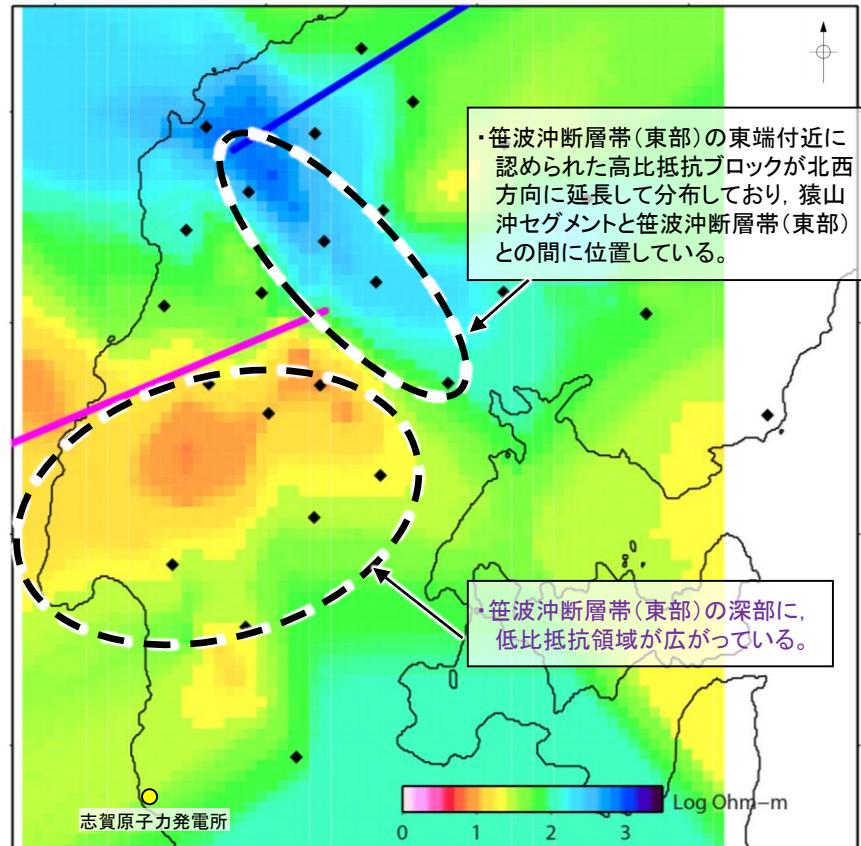
紫字:第1193回審査会合以降に変更した箇所

- ◆ 測点
- 猿山沖セグメント [傾斜角60°]
- 笹波沖断層帯(東部) [傾斜角60°]

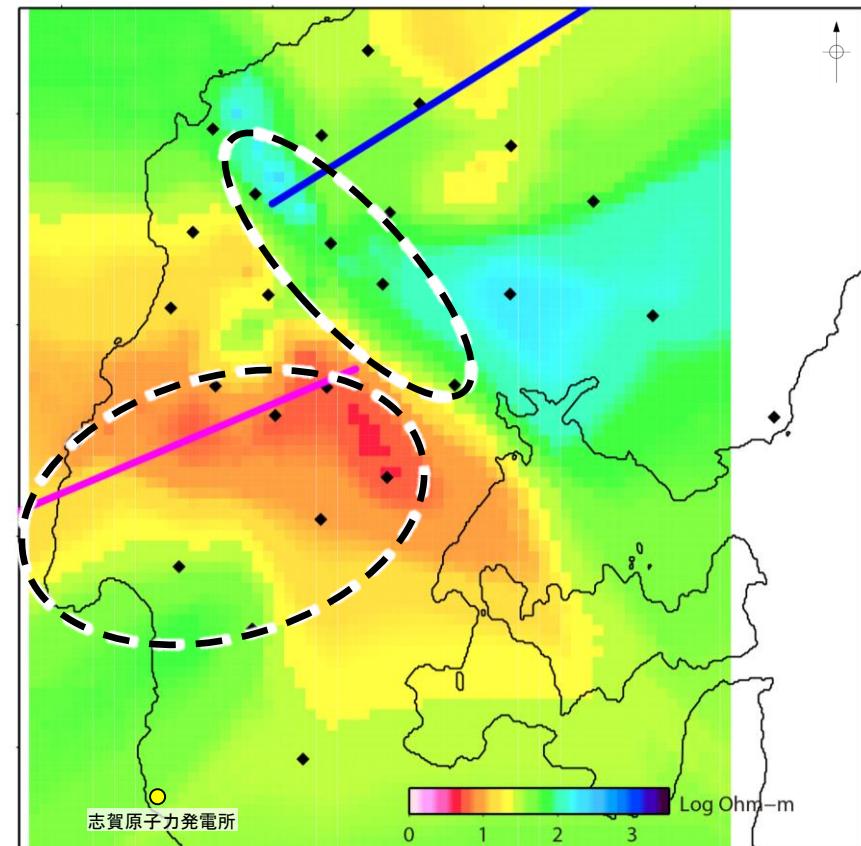
音波探査結果から推定した模式的な断層トレースを用いて傾斜角60°で各深度の断層位置を加筆



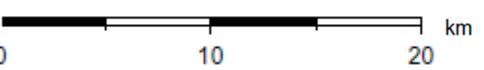
深度5km



深度10km



深度15km



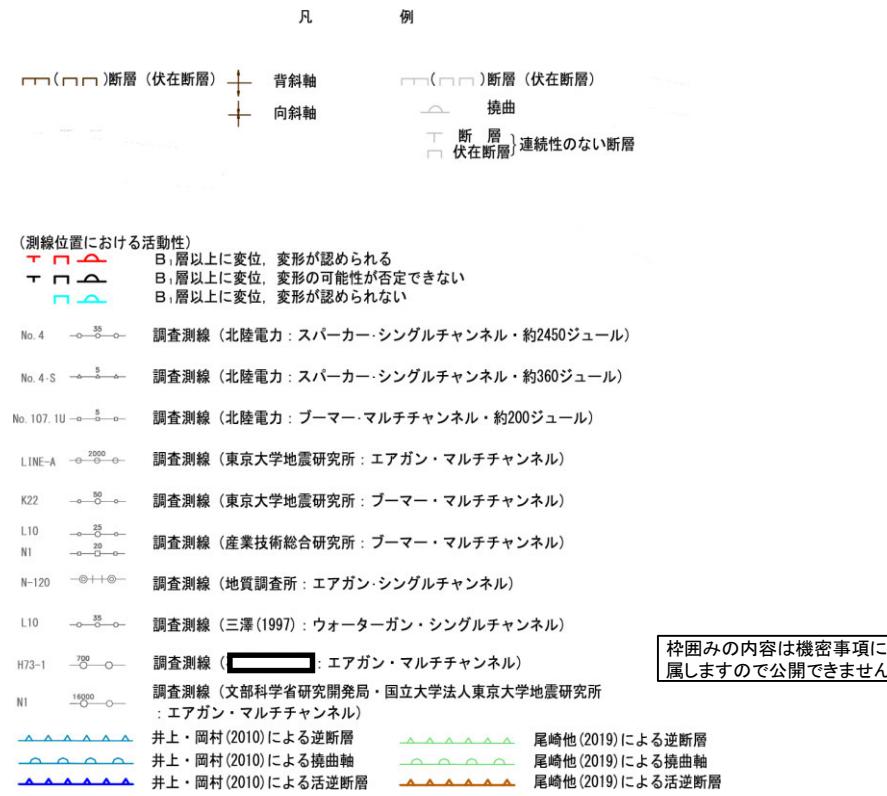
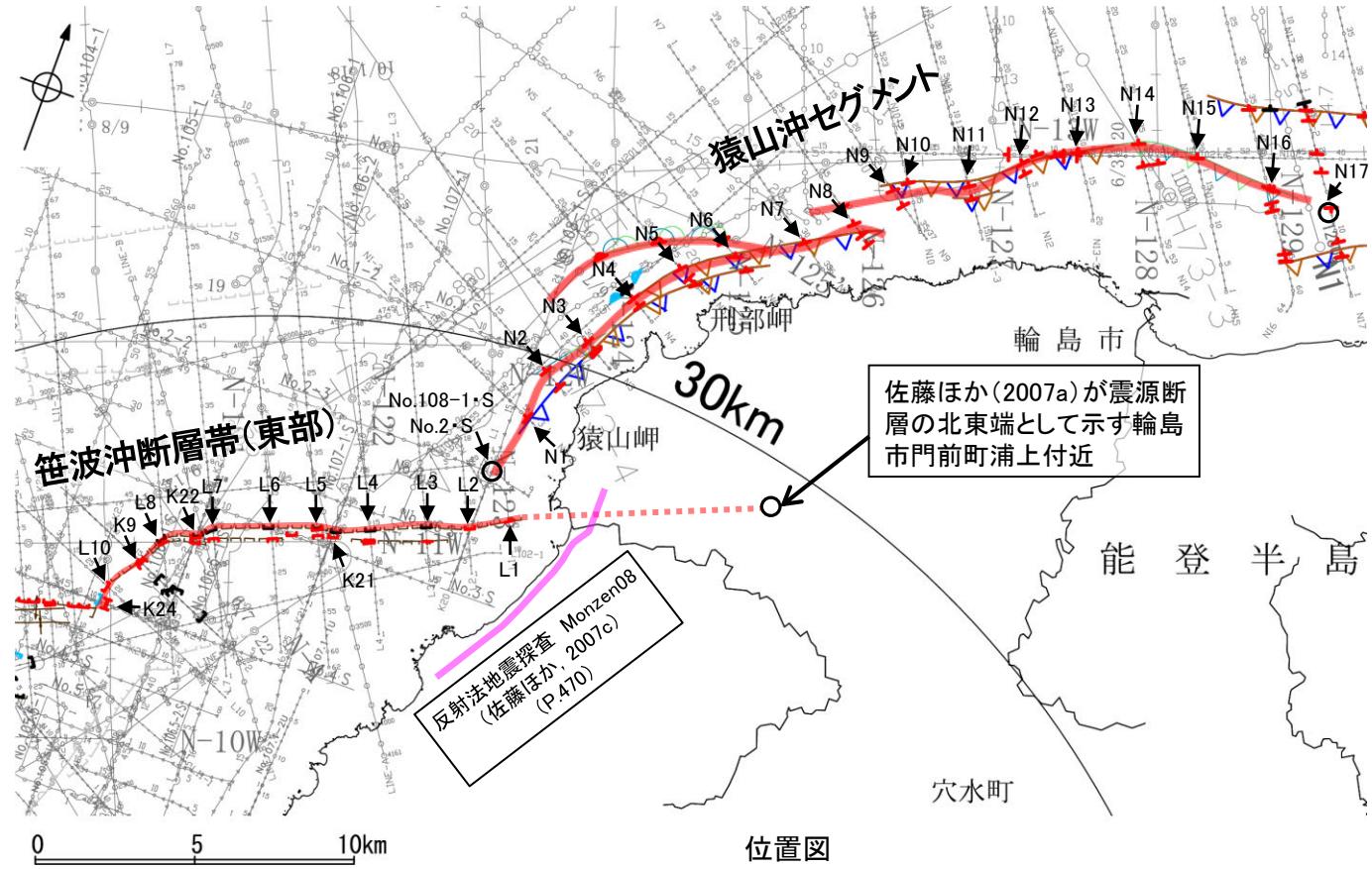
解析結果

・この図面は、京都大学防災研究所がYoshimura et al.(2008)を含めた9断面の2次元解析結果を3次元補間して作成したものである(2010年作成)。(断層位置等は北陸電力が加筆)

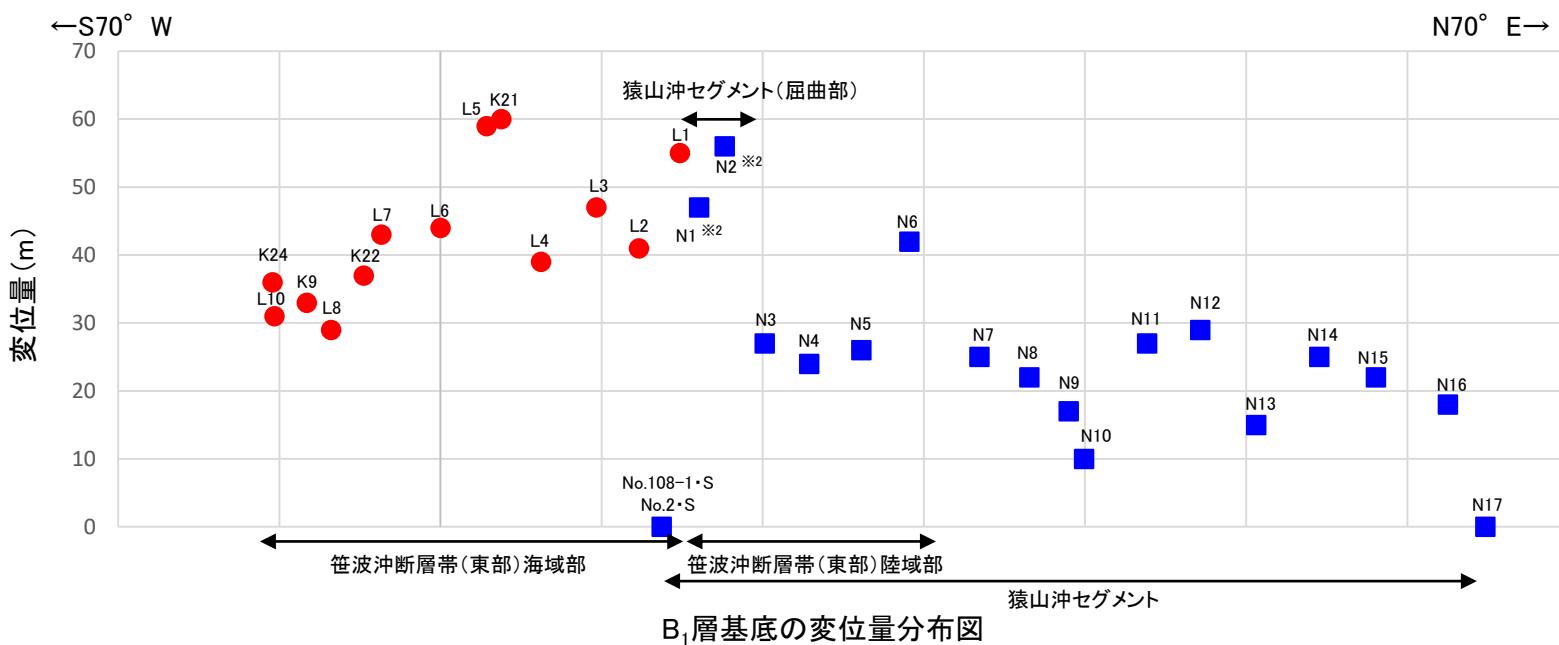
3.2.8(7) 笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動の検討 ー変位量分布ー

- 笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント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。
- 笹波沖断層帯(東部)のB₁層基底の変位量は、海域部では約30~60mであり、中央付近が大きく、南西端に向かって小さくなる。北東方の陸域部の変位量は不明であるが、リニアメント・変動地形は認められず、佐藤ほか(2007a)が示す陸域部の北東端にかけて変位は認められなくなると推定される。
- 猿山沖セグメントのB₁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、中央付近が大きく端部に向かって小さくなる。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※2、南西端(No.108-1・S, No.2・S測線)で変位は認められない。
- 以上のことから、両セグメントの変位量は端部に向かって小さくなり、境界部で変位が認められなくなると判断されることから、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



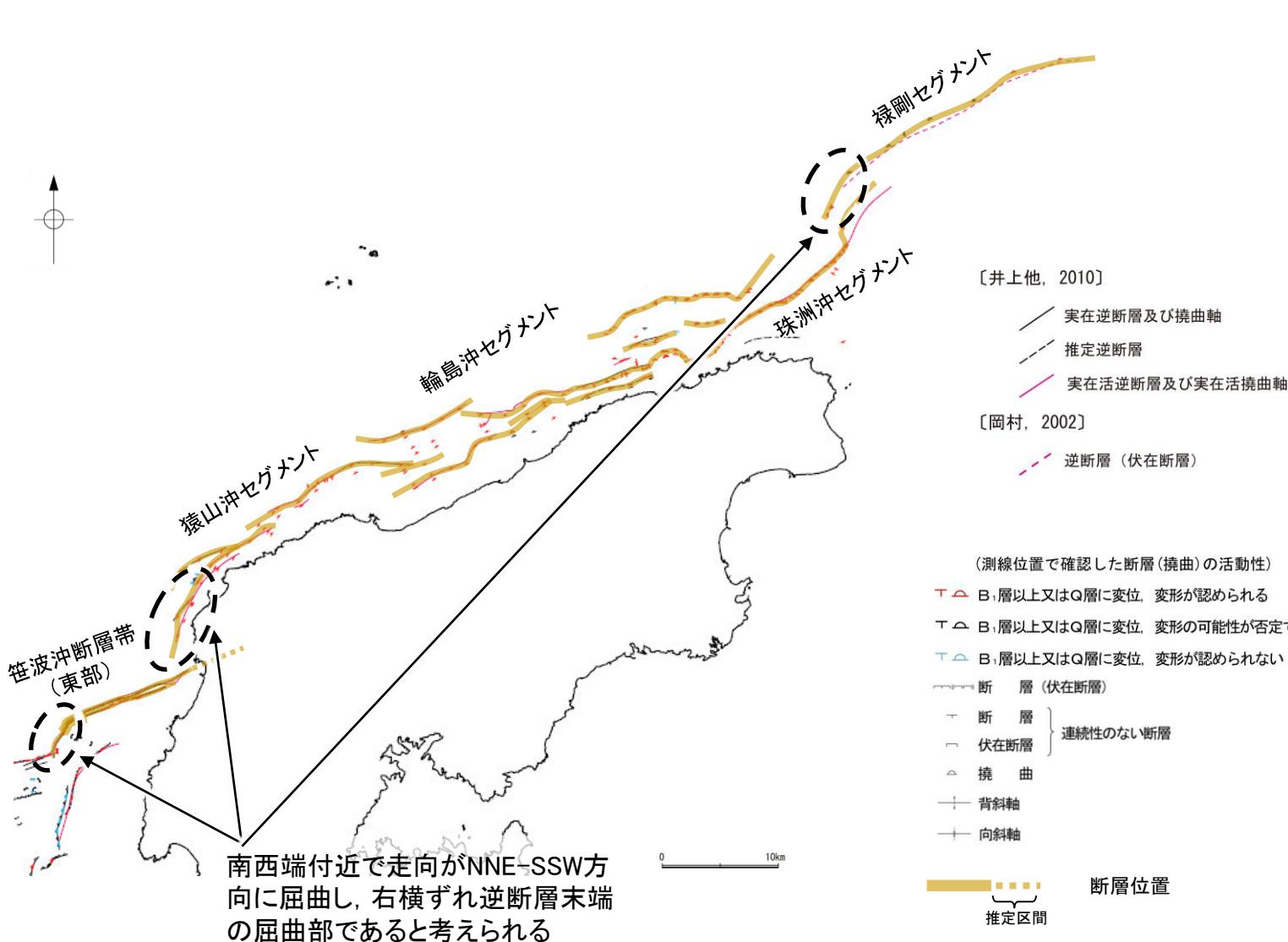
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



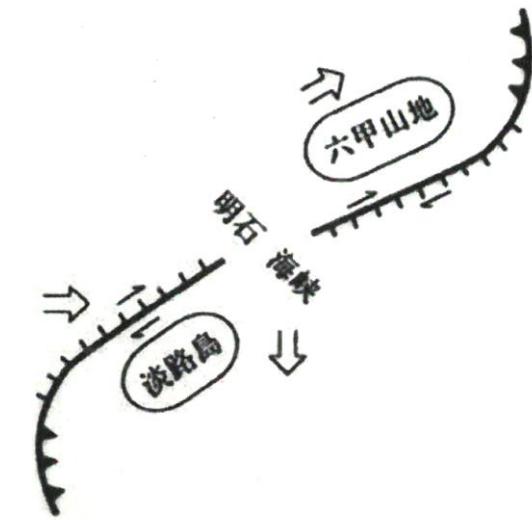
- 凡例
- : 笹波沖断層帯(東部)
 - : 猿山沖セグメント※1
- ※1: 同一測線で同じ落ち方向の変位が複数認められた場合は合算値で算出
- ※2: 南西端付近の屈曲部(N1, N2測線)で大きな値を示すことについては、断層末端の屈曲部は右横ずれ断層末端の特徴として、逆断層成分の変位が大きくなっているものと推定される(次頁)。
- ・同じ位置で複数の測線で断層が認められる場合は、より解像度が高い測線もしくは走向に直交する測線の変位量を算出した。

【笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの南西端付近の屈曲部について 1/2】

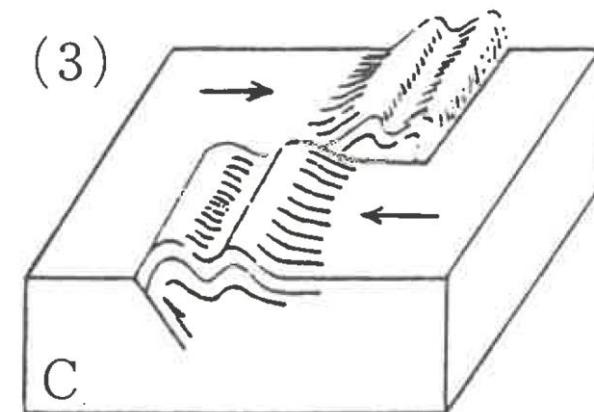
- 能登半島北方には、大局的な走向がENE-WSW方向で、南西端付近でNNE-SSW方向に屈曲している断層が認められる(笹波沖断層帯(東部), 猿山沖セグメント, 禄剛セグメント)。
- 笹波沖断層帯(東部)は2007年能登半島地震の知見(佐藤ほか, 2007a)から右横ずれ逆断層で活動したことが判明しており, 同様な走向・傾斜である猿山沖セグメント, 禄剛セグメントについても, 右横ずれ逆断層が想定される。岡田(1996)によれば, 横ずれ断層の末端が屈曲し, 逆断層を伴う例が示されており, また, 垣見・加藤(1994)によれば, 横ずれ断層の末端部において2次褶曲やpush upの形成(一部逆断層を伴う場合もある)により歪みが解消される例が示されている。
- これらを踏まえると, 横ずれ変位を伴う断層末端の屈曲部は, 逆断層成分の変位が大きくなると推定される。



位置図



明石海峡を含む山地と断層の動き方(岡田, 1996)

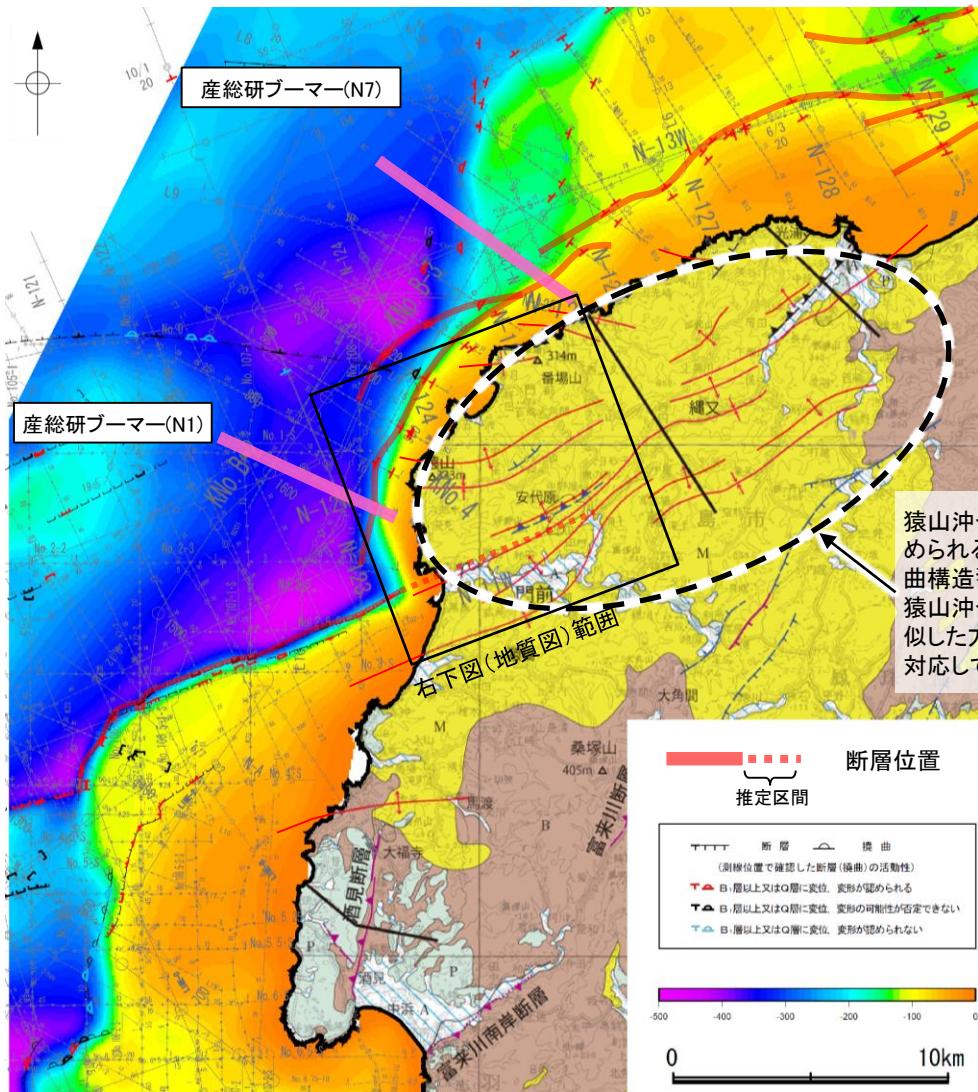


横ずれ断層の末端部において2次褶曲やpush upの形成により歪みが解消される例(垣見・加藤, 1994)

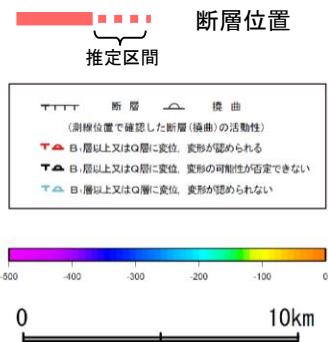
【笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの南西端付近の屈曲部について 2/2】

- 前頁の屈曲部に関する知見を踏まえ、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの屈曲部の音波探査記録を確認すると、断層端部付近の屈曲部(例:N1測線)はENE-WSW方向の構造部分(例:N7測線)よりもD層の鉛直変位量大きいことが認められる(右下図)。これについては断層末端の屈曲部は右横ずれ断層末端の特徴として、逆断層成分の変位が大きくなっているものと推定される。
- また、猿山沖セグメントの屈曲部の東方に認められる陸域の中新世堆積岩類の褶曲構造※の方向は、ENE-WSW方向を示し、猿山沖セグメントの屈曲部の走向には対応していない。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所



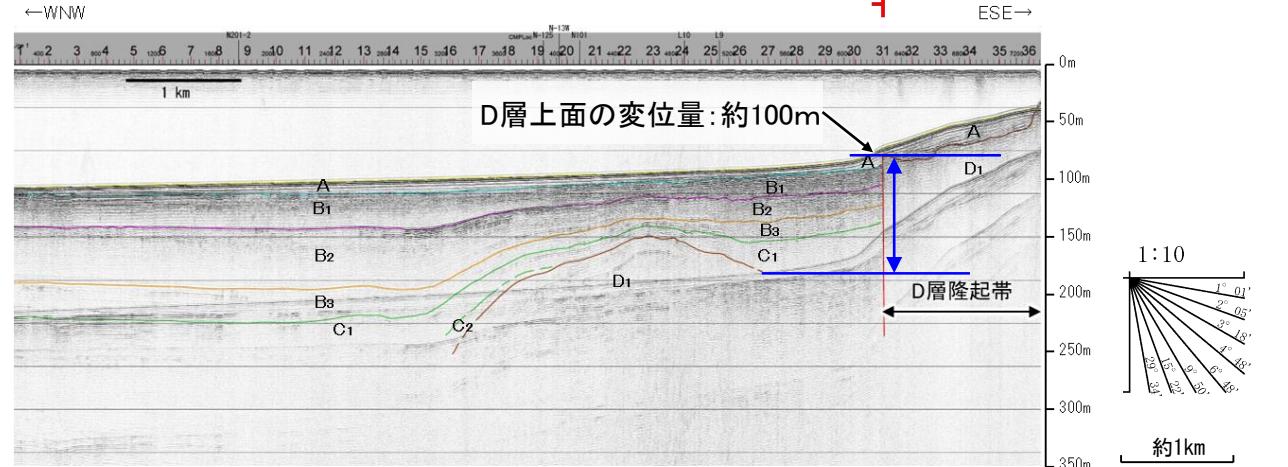
猿山沖セグメントの屈曲部の東方に認められる陸域の中新世堆積岩類の褶曲構造※の方向は、ENE-WSW方向で猿山沖セグメントの直線的な区間と類似した方向を示し、屈曲部の走向には対応していない



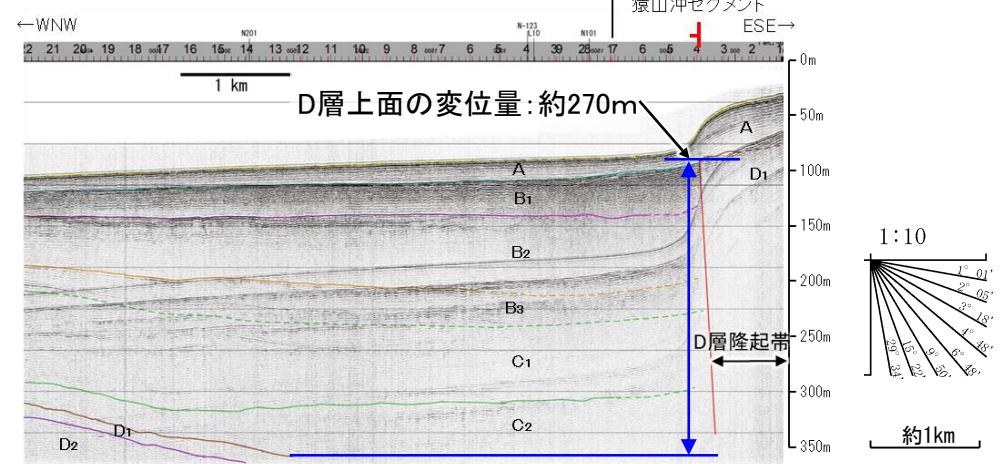
海域: D層等深線図(当社作成), 陸域: 地質図(井上ほか, 2010)

地質図(シームレス版) 凡例 Legend of geological map (seamless version)		2007及び2008年詳細海底地質調査範囲 Detailed geological survey area in 2007 and 2008	
陸域 On-land			
完新世堆積物 Holocene deposits	チャネル堆積物 Channel deposits	実在正断層(点線は伏在) Confirmed normal fault, dotted where concealed	推定正断層(点線は伏在) Inferred normal fault, dotted where concealed
更新世堆積物 Pleistocene deposits	海底谷壁上端 Upper boundary of canyon wall	実在活拗曲軸(点線は伏在) Active flexure, dotted where concealed	推定活拗曲軸(点線は伏在) Inferred active flexure, dotted where concealed
鮮新世堆積岩類 Pliocene sedimentary rocks	実在逆断層(点線は伏在) Confirmed reverse fault, dotted where concealed	実在背斜軸(点線は伏在) Active anticlinal axis, dotted where concealed	推定背斜軸(点線は伏在) Inferred active anticlinal axis, dotted where concealed
中新世堆積岩類 Miocene sedimentary rocks	実在活逆断層(点線は伏在) Confirmed active reverse fault, dotted where concealed	実在背斜軸(点線は伏在) Active synclinal axis, dotted where concealed	推定背斜軸(点線は伏在) Inferred active synclinal axis, dotted where concealed
ジュラ紀-後期中新世火成岩類 Jurassic to Early Miocene igneous rocks	実在逆断層(点線は伏在) Confirmed reverse fault, dotted where concealed	実在活拗曲軸(点線は伏在) Active flexure, dotted where concealed	推定活拗曲軸(点線は伏在) Inferred active flexure, dotted where concealed
	実在逆断層(点線は伏在) Confirmed reverse fault, dotted where concealed	実在活拗曲軸(点線は伏在) Active flexure, dotted where concealed	推定活拗曲軸(点線は伏在) Inferred active flexure, dotted where concealed
	実在活逆断層(点線は伏在) Confirmed active reverse fault, dotted where concealed	実在背斜軸(点線は伏在) Active synclinal axis, dotted where concealed	推定背斜軸(点線は伏在) Inferred active synclinal axis, dotted where concealed
	実在活逆断層(点線は伏在) Confirmed active reverse fault, dotted where concealed	実在活拗曲軸(点線は伏在) Active flexure, dotted where concealed	推定活拗曲軸(点線は伏在) Inferred active flexure, dotted where concealed
	実在活逆断層(点線は伏在) Confirmed active reverse fault, dotted where concealed	実在背斜軸(点線は伏在) Active synclinal axis, dotted where concealed	推定背斜軸(点線は伏在) Inferred active synclinal axis, dotted where concealed

N7測線(産総研ブーマー)

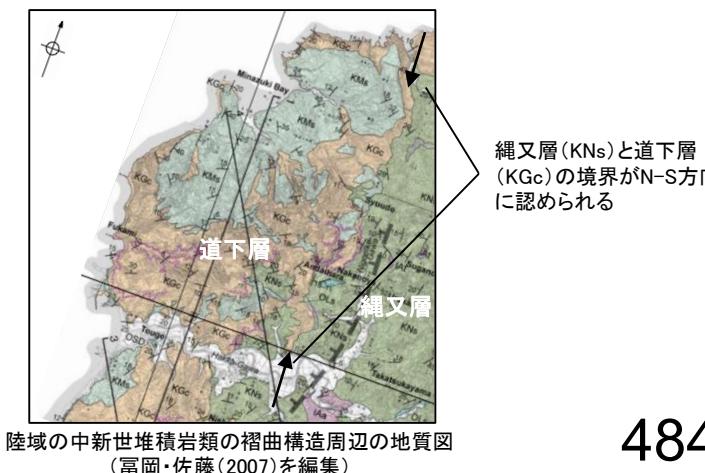


N1測線(産総研ブーマー)



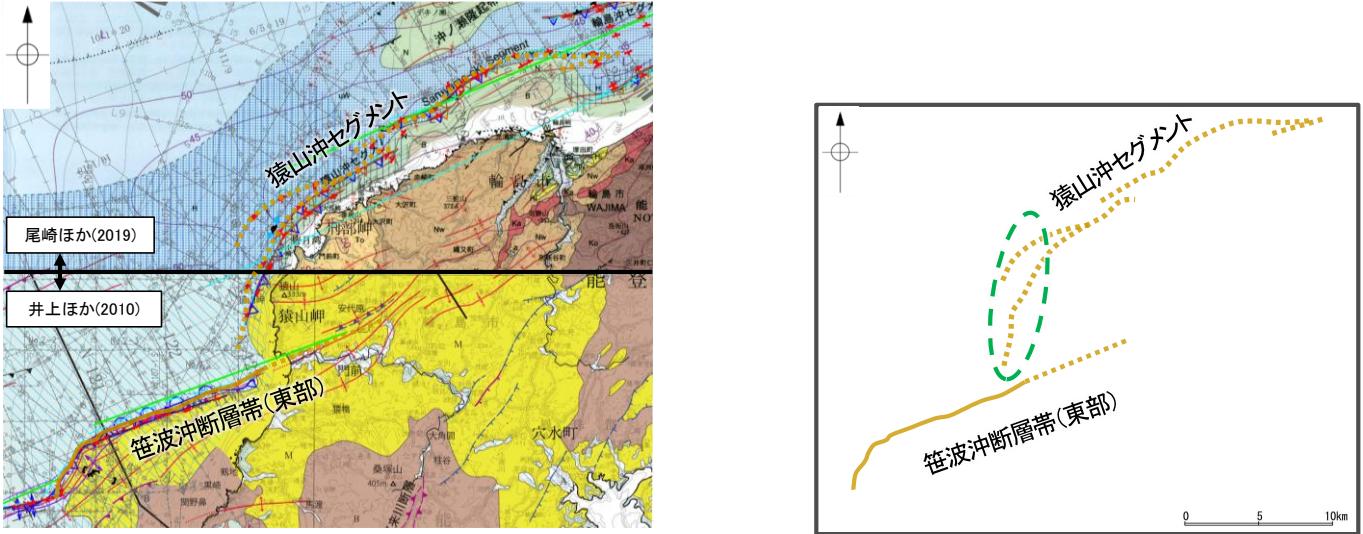
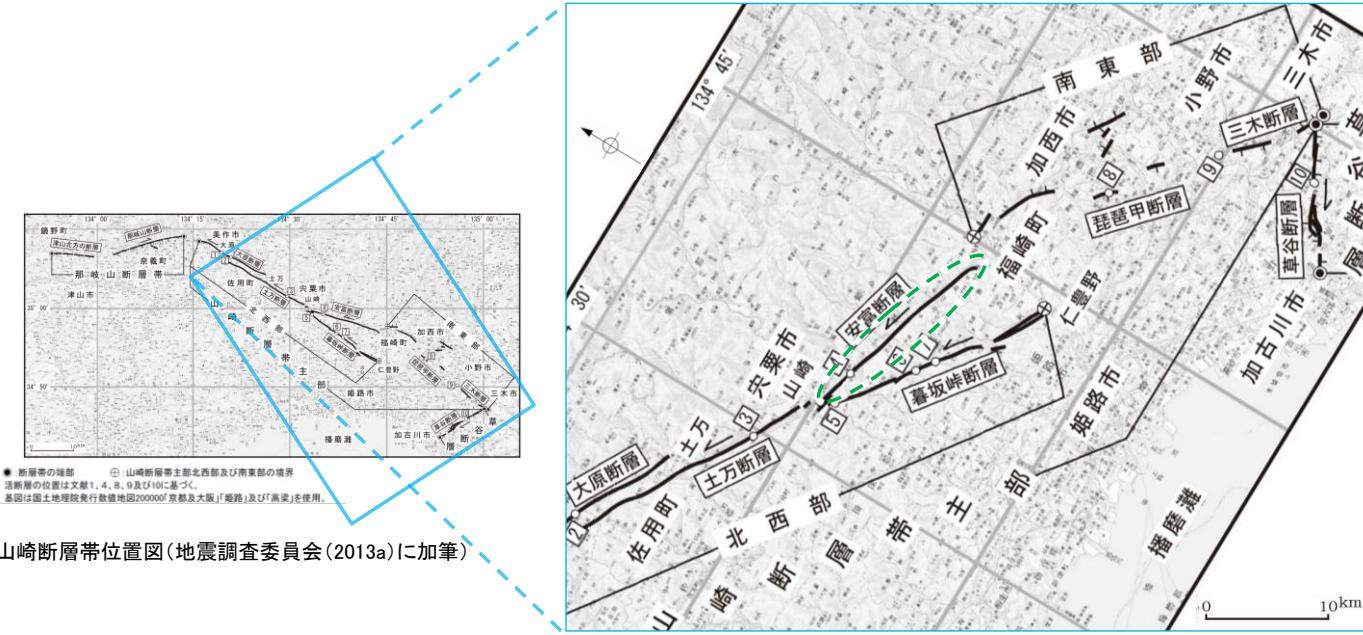
- 【※: 陸域の褶曲構造について】
- ・尾崎(2010)によれば、これらの褶曲の多くは漸新世～前期中新世の正断層群の変位を反映した下部中新統の変形であると推定されているが、逆断層(中期中新世～第四紀前半)による変形も多く混在している可能性があるとしている。
 - ・地形調査から、陸域にリアメント・変動地形は判読されない(P.101)。
 - ・2007年能登半島地震の震源域における詳細な地質分布を示した富岡・佐藤(2007)によれば(右図)、前期中新世の地層境界(縄又層(KN₅)と道下層(KG₀)の境界)がN-S方向に認められる。井上ほか(2010)、尾崎ほか(2019)に示されたENE-WSW方向の褶曲構造は、この地層境界を横断するように分布するが、地層境界が地質図スケールに現れるような規模の変形を受けている状況は認められない。このことから、褶曲構造による変形が長期にわたって累積したものではない、すなわち褶曲構造が漸新世～前期中新世から最近に至るまで長期にわたり形成されてきたものではないと推定される。
 - ・以上のことから、陸域の褶曲構造は、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの後期更新世以降の活動に対応するものではない。

LEGEND stratigraphy	
Quaternary	Alluvium [] gravel, sand and clay
Quaternary	sand dune deposits [SD] sand
Quaternary	Middle terrace deposit [MT] sand
Neogene	Kurosaki [ORA] andesitic lava
Neogene	Mazharu F. [OMA] mudstone and sandstone
Neogene	Sekimohara F. [OLA] calcareous sandstone
Neogene	Touge F. [KMG] bedded sandstone and mudstone
Neogene	Nawamata F. [KNG] fine or purraceous tuff
Neogene	[KNA] conglomerate
Neogene	[KNC] siltstone or purraceous tuff
Neogene	[KND] alternation of sandstone and mudstone
Neogene	[KNE] andesitic lava
Neogene	Anamizu [IAG] andesitic volcaniclastic rocks
Neogene	[IAB] andesitic lava and intrusive rocks
Neogene	Ohkakakuji F. [IKG] felsic lava and intrusive rocks
Neogene	[IKD] felsic pyroclastic rocks
Neogene	Dalifukuji F. [IND] sandstone
Pre-Tertiary	[Gm] granite, gneiss



【(参考)類似した分布形態を示す事例(山崎断層帯)との比較】

○笹波沖断層帯(東部)及び猿山沖セグメントと類似した分布形態を示す事例(山崎断層帯)について、断層の分布や連続性等を比較した結果を以下に示す。

分布形態	断層面の傾斜方向	分布, 走向, 変位センス	左図  部の詳細	地質構造の連続性	評価結果
<p>笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント</p>  <p>位置図(井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)に加筆)</p> <p>笹波沖断層帯(東部)及び猿山沖セグメントの断層トレース</p>	<p>笹波沖断層帯(東部)及び猿山沖セグメントは、いずれも断層全体は南東傾斜であるが、猿山沖セグメントの屈曲部は東～南東傾斜である。</p> <p>⇒断層全体の傾斜方向は同じであるが、境界部の傾斜方向は異なる。</p>	<p>笹波沖断層帯(東部)は走向がENE-WSW方向、猿山沖セグメントも走向がENE-WSW方向であり、いずれも右横ずれ逆断層と推定される。猿山沖セグメントは南西端付近で走向がNNE-SSW方向に屈曲する。</p> <p>→両セグメントが近接する位置では走向が異なっているが、大局的な走向がほぼ同じ。</p> <p>⇒左図  部の屈曲は右横ずれで生じるジョグ(幾何学的バリア)(杉山, 2003)であり、知見(P.483, 484)によれば、断層末端の屈曲部は、2次的に形成されたものである可能性がある。</p>	<p>猿山沖セグメントの南西端付近の屈曲部が笹波沖断層帯(東部)と近接する位置では、走向が約60°異なる。</p> <p>⇒両セグメントは連続しない。</p>	<p>笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの間の音波探査記録に断層等は認められない。</p>	<p>運動しないと評価 (左記の地質構造に加え、重力異常分布、比抵抗構造、断層の活動履歴の検討結果(P.480,481,482,486)も踏まえて評価している)</p>
<p>山崎断層帯主部(北西部と南東部)</p>  <p>山崎断層帯位置図(地震調査委員会(2013a)に加筆)</p> <p>拡大図(地震調査委員会(2013a)に加筆)</p>	<p>地震調査委員会(2013a)は、山崎断層帯主部の北西部と南東部の傾斜はいずれも地表近傍でほぼ垂直としている。</p> <p>⇒傾斜方向は同じ。</p>	<p>地震調査委員会(2013a)は、山崎断層帯主部は全体として西北西-東南東方向に延びており、大原断層、土万断層、安富断層及び暮坂峠断層までの北西部と、琵琶甲断層及び三木断層の南東部に区分され、北西部と南東部はいずれも北東側隆起の上下成分を伴う左横ずれ断層としている。また、北西部の断層帯は、土万断層よりも南東側では、安富断層、暮坂峠断層の二つに分岐するとしている。</p> <p>→山崎断層帯主部の北西部と南東部が近接する位置では走向が異なっているが、大局的な走向がほぼ同じ</p> <p>⇒地震調査委員会(2013a)は、安富断層(左図  部)について山崎断層帯主部(北西部)を構成する断層とし、土万断層から分岐した断層としている。</p>	<p>地震調査委員会(2013a)は、安富断層は土万断層の延長方向から走向をわずかに(図読で約15°)東向きに変えて東南東に延びるとしている。</p> <p>⇒これらの断層は連続する。</p>	<p>安富断層は土万断層から分岐した断層であるとしている。安富断層と山崎断層帯主部(南東部)の間で起震断層を区分していない。</p> <p>地震調査委員会(2013a)は1つの起震断層として設定している</p>	<p>地震調査委員会(2013a)は1つの起震断層として設定している</p>

3.2.8(8) 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 —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猿山沖セグメント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, 猿山沖セグメントには, 能登半島地震の余震活動は認められない。
- 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)。

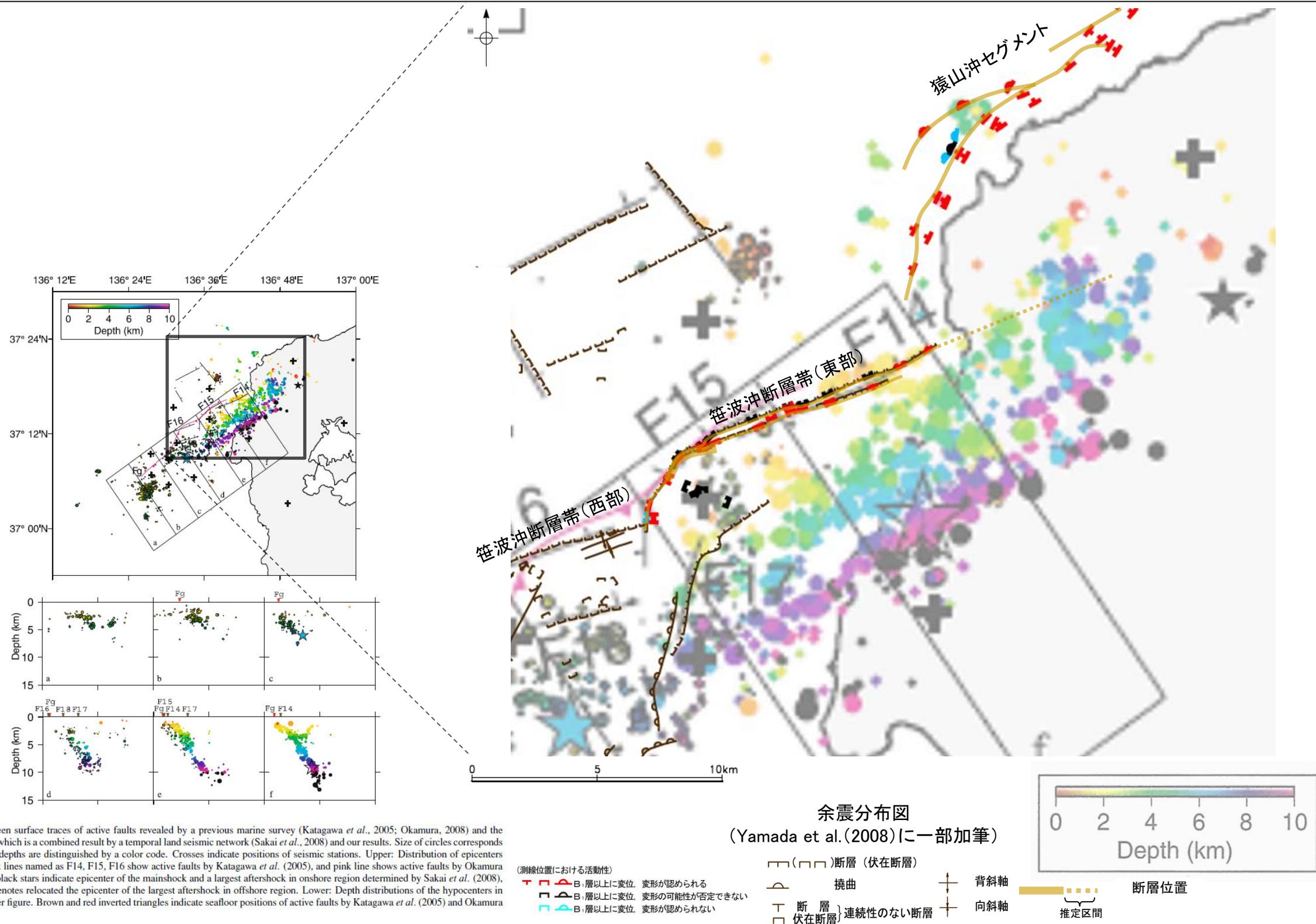


Fig. 6. Comparison between surface traces of active faults revealed by a previous marine survey (Katagawa *et al.*, 2005; Okamura, 2008) and the hypocenter distribution, which is a combined result by a temporal land seismic network (Sakai *et al.*, 2008) and our results. Size of circles corresponds to magnitude, and focal depths are distinguished by a color code. Crosses indicate positions of seismic stations. Upper: Distribution of epicenters of the aftershocks. Black lines named as F14, F15, F16 show active faults by Katagawa *et al.* (2005), and pink line shows active faults by Okamura (2008). Open and solid black stars indicate epicenter of the mainshock and a largest aftershock in onshore region determined by Sakai *et al.* (2008), respectively. Blue star denotes relocated epicenter of the largest aftershock in offshore region. Lower: Depth distributions of the hypocenters in the rectangles in the upper figure. Brown and red inverted triangles indicate seafloor positions of active faults by Katagawa *et al.* (2005) and Okamura (2008), respectively.

3.2.8(9) 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 ー妥当性確認ー

○当社は、笹波沖断層帯(西部)～禄剛セグメントまでの6つのセグメントのうち、笹波沖断層帯(西部)と笹波沖断層帯(東部)の2つのセグメントを「笹波沖断層帯(全長)」, 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の4つのセグメントを「能登半島北部沿岸域断層帯」として、それぞれ連動を考慮している(P.120, 264)。一方、笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯間の連動評価にあたって、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメント間の連動は考慮していない(P.467)。
 ○ここでは、上記の6つのセグメントを対象に、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、上記評価結果が妥当であることを確認した。詳細なデータを次頁以降に示す。

検討項目		検討結果																
		笹波沖断層帯(全長)			セグメント間の状況	能登半島北部沿岸域断層帯												
		笹波沖断層帯(西部)	セグメント間の状況	笹波沖断層帯(東部)		猿山沖セグメント	セグメント間の状況	輪島沖セグメント	セグメント間の状況	珠洲沖セグメント	セグメント間の状況	禄剛セグメント						
文献調査	産総研(岡村(2002), 井上・岡村(2010), 尾崎ほか(2019)(次頁), 尾崎ほか(2010)(P.492))	門前沖セグメント			・両セグメント間の連動については、言及していない。 ・セグメント境界が低重力異常帯のくびれの位置に一致する(尾崎ほか, 2010)。	猿山沖セグメント	・両セグメント間の連動については、言及していない。 ・セグメント境界が低重力異常帯のくびれの位置に一致する(尾崎ほか, 2010)。	輪島沖セグメント	・両セグメント間の連動については、言及していない。 ・セグメント境界が低重力異常帯のくびれの位置に一致する(尾崎ほか, 2010)。	珠洲沖セグメント	・両セグメント間の連動については、言及していない。 ・セグメント境界が低重力異常帯のくびれの位置に一致する(尾崎ほか, 2010)。	禄剛セグメント	・禄剛海淵を中心とする複背斜構造の北西翼に伏在逆断層を明示している(岡村, 2002)。					
		国交省ほか(2014)(次々頁)	・海底断層トレースを明示している。	・両断層間の連動については、言及していない。		・海底断層トレースを明示している。		・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に対応する断層をグルーピングしている(沿岸の詳しい活断層調査で正確なトレースが確認されていることを根拠としている)。										
		文科省ほか(2015, 2016)(次々頁)	NT10	・両断層(NT8, NT10)間の連動性を否定するものではないと記載している。		NT8		NT6						NT5	NT4			
		・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に対応するNT4-NT5-NT6の連動を考慮している(国交省ほか(2014)の評価内容を踏まえた文献である)。																
地形及び地質構造	海上音波探査(P490, 491)	走向	NE-SW~ENE-WSW	境界部: 走向差約40°	(屈曲部) NNE-SSW (直線的な区間) ENE-WSW	境界部: 走向差約60°* (斜めZ字状)	(屈曲部) N-S~NNE-SSW (直線的な区間) ENE-WSW	境界部: 走向差ほぼなし	ENE-WSW	境界部: 走向差ほぼなし	(直線的な区間) ENE-WSW (屈曲部) NE-SW	境界部: 走向差ほぼなし	(屈曲部) NE-SW (直線的な区間) ENE-WSW					
		傾斜[断層面の傾斜方向]	南東	境界部: 傾斜方向は同じ。	南東	境界部: 傾斜方向は異なる。	東~南東 南東	境界部: 傾斜方向は同じ。	南東	境界部: 傾斜方向は同じ。	南東	境界部: 傾斜方向は同じ。	南東					
		断層	・断層及び3条の撓曲からなり、B層以下に変位、変形が認められる。 ・笹波沖小隆起帯の北縁から北西縁に分布し、南西方で断層及び撓曲が分岐、屈曲する。	・両セグメントは直線状ではないが、連続して分布する。	・断層からなり、A層以下に変位、変形が認められる。 ・笹波沖隆起帯北縁に沿って分布し、南西端付近でNE-SW方向に屈曲する。	・両セグメントは連続せず、並走区間を伴うが、直線状に分布していない。	・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。	・両セグメントは連続しないが、並走区間を伴って、直線状に分布する。	・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、沖合の断層と沿岸部の断層は北東方に向かって徐々に近接する。	・両セグメントは連続し、並走区間を伴って、直線状に分布する。	・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。 ・直線状に分布し、北東端付近でNE-SW方向に屈曲する。	・両セグメントは連続しないが、並走区間を伴って、直線状に分布する。	・撓曲からなり、Q層以下に変位、変形が認められる。 ・禄剛海淵を中心とする複背斜構造の北西縁に直線状に分布し、南西端付近でNE-SW方向に屈曲する。					
		上盤側の背斜構造(文献調査)(P.488)	・断層の上盤側に背斜構造を明示している(井上ほか, 2010)。	・背斜構造が両セグメント間に連続して分布する。	・断層の上盤側に背斜構造を明示している(井上ほか, 2010)。	・両セグメント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明示している(尾崎ほか, 2019)。 ・陸域の褶曲構造(井上ほか(2010))の走向は、ENE-WSW方向で屈曲部の走向には対応していない。	・背斜構造が両セグメント間に連続して分布する。	・断層の上盤側に背斜構造を明示している(尾崎ほか, 2019)。	・背斜構造が両セグメント間に連続して分布する。	・断層の上盤側に背斜構造を明示している(尾崎ほか, 2019)。	・背斜構造が両セグメント間に連続して分布する。	・断層の上盤側に背斜構造を明示している(岡村(2002), 尾崎ほか(2019))。					
重力探査[重力異常分布](P.492)	・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、両セグメント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。	・重力異常急変部に沿って分布し、上盤側に高重力域、下盤側に低重力域が分布する。	・境界部に重力異常急変部は認められず、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。	・境界部に陸側からの高重力域の張り出しが認められ、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。 ・北東端付近は重力異常急変部に沿って分布する。	・境界部は同じ重力異常急変部に対応しており、両セグメント間に連続する構造が認められる。	・重力異常急変部に沿って分布し、上盤側に高重力域、下盤側に低重力域が分布する。							
比抵抗構造(P.493)			・断層の深部に低抵抗領域が広がる。	・高比抵抗ブロックが、両断層間に位置している。														
断層の活動履歴	B層基底の変位量分布(P.494)	・中央付近が大きく、端部に向かって小さくなる。	・両セグメントの変位量は端部に向かって小さくなるが、境界部でも変位が認められる。	・中央付近が大きく、南西端に向かって小さくなる。 ・北東方の陸域部の変位量は不明(リニアメント・変動地形は認められない)。	・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。	・中央付近が大きく、端部に向かって小さくなる。屈曲部で一部大きな値を示すものの、南西端で変位は認められない。	・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。	・中央付近が大きく、端部に向かって小さくなる。	・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。	・中央付近が大きく、端部に向かって小さくなる。	・不明 (セグメント周辺にはB層が区分できる測線(スパーカー、プーマー)がない)。							
	最新活動時期(過去の地震との対応)(P.495)	不明(有史の地震記録はない)。	・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、笹波沖断層帯(西部)と最新活動時期が異なる。	2007年能登半島地震	・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、猿山沖セグメントと最新活動時期が異なる。	不明(有史の地震記録はない)。	・輪島沖セグメントは1729年能登・佐渡の地震の震源断層であり、猿山沖セグメントと最新活動時期が異なる。	1729年能登・佐渡の地震	・輪島沖セグメントは1729年能登・佐渡の地震の震源断層であり、珠洲沖セグメントと最新活動時期が異なる。	不明(有史の地震記録はない)。	不明(有史の地震記録はない)。							
	余震活動(P.496)	・2007年能登半島地震の余震活動は北東部に一部認められる。	・2007年能登半島地震の余震活動は、南西方へ拡大している。	2007年能登半島地震震源断層	・2007年能登半島地震の余震活動は、北東方へ拡大していない。	・2007年能登半島地震の余震活動は認められない。												
評価結果	笹波沖断層帯(西部) 約25.3km		笹波沖断層帯(東部) 約20.6km		・笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントについて、両断層の連動を考慮した文献はない。また、当社の連動の検討の結果からも、境界部の走向・傾斜が異なることや、両セグメントは連続せず、直線状に分布していないことなど、連動する可能性を示唆するデータはないことから、総合的に評価し、連動を考慮しない。	猿山沖セグメント 約28km	輪島沖セグメント 約28km		珠洲沖セグメント 約26km	禄剛セグメント 約28km								
	能登半島北部沿岸域断層帯 約96km																	
・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について、文献(国交省ほか(2014), 文科省ほか(2016))が4つのセグメントの連動を考慮していることから、国による同時活動の評価の内容を反映して、4つのセグメントの連動を考慮し、「能登半島北部沿岸域断層帯」として約96km区間を評価した。 ・なお、当社の連動の検討の結果からも、重力異常分布など連動しない可能性を示唆するデータも存在するが、海上音波探査から推定した各セグメントは走向・傾斜が類似し、それらの境界部には直線状に並走区間を伴って分布している区間や連続する区間があることから、同時に活動する可能性は否定できない。																		

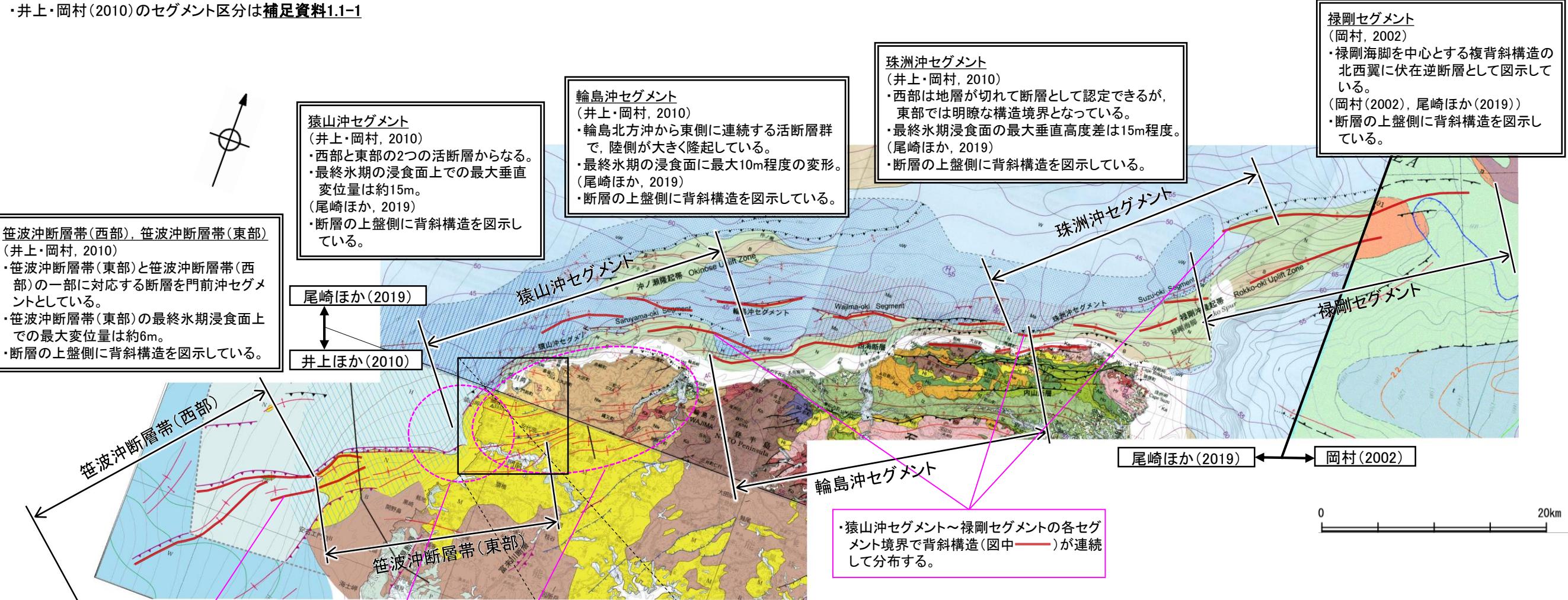
赤字: 連動する可能性を示唆するデータ 青字: 連動しない可能性を示唆するデータ □: データがない箇所

※: 地震調査委員会による起震断層の設定の事例から、断層同士で(接合部付近の)走向が異なる(図説45°以上)場合は、別の起震断層と評価している(P.354)。

【文献調査(岡村(2002), 井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019))】

○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の運動に関する文献調査結果を以下に示す。

・井上・岡村(2010)のセグメント区分は補足資料1.1-1



位置図(岡村(2002), 井上ほか(2010), 尾崎ほか(2019)※1)に一部加筆

※1: 文献の凡例は補足資料1.1-1

・笹波沖断層帯(西部)と笹波沖断層帯(東部)の境界で背斜構造(図中—)が連続して分布する。

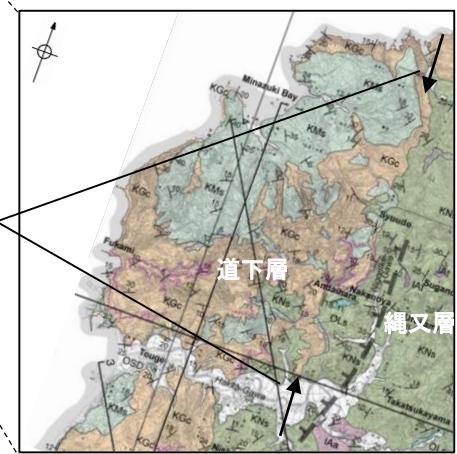
・笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの境界で連続する背斜構造は認められない。

・猿山沖セグメントの屈曲部の東方に認められる陸域の中新世堆積岩類の褶曲構造※2の方向は、ENE-WSW方向で猿山沖セグメントの直線的な区間と類似した方向を示し、屈曲部の走向には対応していない。

縄又層(KNs)と道下層(KGc)の境界がN-S方向に認められる

【※2: 陸域の褶曲構造について】

・尾崎(2010)によれば、これらの褶曲の多くは漸新世～前期中新世の正断層群の変位を反映した下部中新統の変形であると推定されているが、逆断層(中期中新世～第四紀前半)による変形も多く混在している可能性があるとしている。
・地形調査から、陸域にリニアメント・変動地形は判読されない(P.101)。
・2007年能登半島地震の震源域における詳細な地質分布を示した富岡・佐藤(2007)によれば(右図)、前期中新世の地層境界(縄又層(KNs)と道下層(KGc)の境界)がN-S方向に認められる。井上ほか(2010)、尾崎ほか(2019)に示されたENE-WSW方向の褶曲構造は、この地層境界を横断するように分布するが、地層境界が地質図スケールに現れるような規模の変形を受けている状況は認められない。このことから、褶曲構造による変形が長期にわたって累積したものではない、すなわち褶曲構造が漸新世～前期中新世から最近に至るまで長期にわたり形成されてきたものではないと推定される。
・以上のことから、陸域の褶曲構造は、笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの後期更新世以降の活動に対応するものではない。



陸域の中新世堆積岩類の褶曲構造周辺の地質図(富岡・佐藤(2007)を編集)

LEGEND		stratigraphy		
Quaternary	Quaternary	Alluvium	gravel, sand and clay	
	Pho. Pleist. Hol.	sand dune deposits	SD sand	
	Middle terrace deposit	MT	sand	
	Neogene	Kurosaki Andesite	KA	andesitic lava
		Maehama F.	MA	mudstone and sandstone
		Sekinochana F.	SL	calcareous sandstone
		Touge F.	TK	bedded sandstone and mudstone
			KGc	conglomerate purtice tuff
			KNs	conglomerate
	Paleogene	Nawamata F.	NA	fine or pumiceous tuff
		KNs	welded tuff	
		KNs	alternation of sandstone and mudstone	
		KNs	basaltic lava	
Pre-Tertiary	Anamizu F.	AN	andesitic volcaniclastic rocks and intrusive rocks	
		IA	intrusive rocks	
	Ohikakura F.	OK	felsic lava and intrusive rocks	
		IKS	felsic pyroclastic rocks	
	DA	sandstone		
	Grn	granite, gneiss		

凡例

文献による断層
対象文献断層

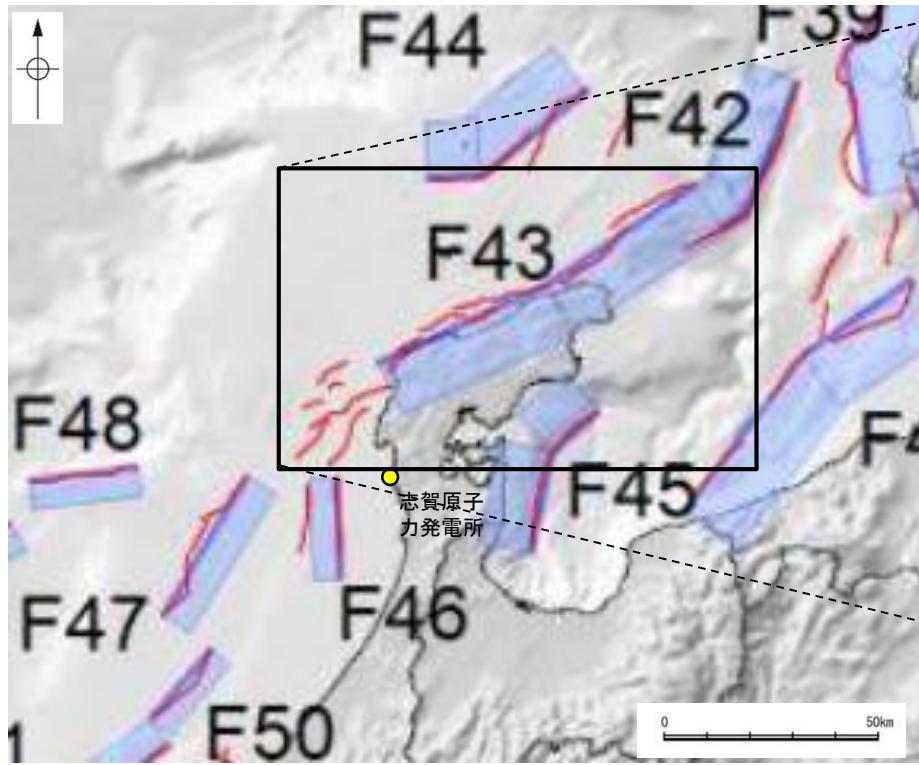
- 岡村(2007a)による第四紀逆断層
- 岡村(2007a)による第四紀向斜軸・背斜軸
- 井上他(2007)による向斜軸・背斜軸(逆断層の伏在を推定)
- 井上他(2007)による向斜軸・背斜軸(海面面に変形有り)
- 井上他(2007)による断層(赤: 完新統に変位, 変形有り)
- 井上他(2007)による断層(青: 活動時期不明)
- 岡村(2002)による逆断層
- 井上・岡村(2010)による逆断層
- 井上・岡村(2010)による褶曲軸
- 井上・岡村(2010)による活逆断層
- 井上・岡村(2010)による活褶曲軸
- 岡村(2002)による逆断層
- 尾崎他(2019)による逆断層
- 尾崎他(2019)による褶曲軸
- 尾崎他(2019)による活逆断層
- 尾崎他(2019)による活褶曲軸

対象外文献断層

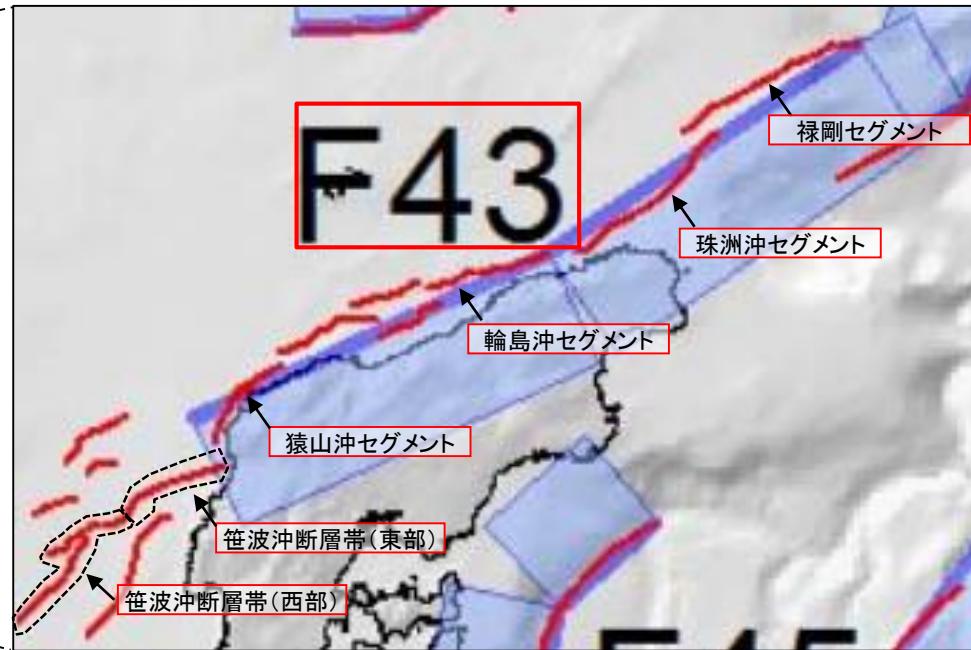
- 鈴木(1979)による正断層
- 岡村(2007a)による新第三紀逆断層
- 井上・岡村(2010)による逆断層
- 井上・岡村(2010)による褶曲軸
- 尾崎他(2019)による逆断層
- 尾崎他(2019)による褶曲軸
- 文科省ほか(2015)による震源断層モデルの上端位置
- 文科省ほか(2015)による震源断層モデルの上端位置

文献が示す背斜構造(海域部)

【文献調査(国交省ほか(2014), 文科省ほか(2015, 2016))】



津波断層モデルの位置
(国交省ほか(2014)に一部加筆)



・国交省ほか(2014)は笹波沖断層帯(西部), 笹波沖断層帯(東部)に対応する海底断層トレースを図示しているが, 断層モデルを設定していない(左図)。
 ・国交省ほか(2014)は, 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に対応する位置にF43を設定している(左図)。

・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をF43としたグルーピングの根拠・考え方に関する記載を, 国交省ほか(2014)から抜粋。

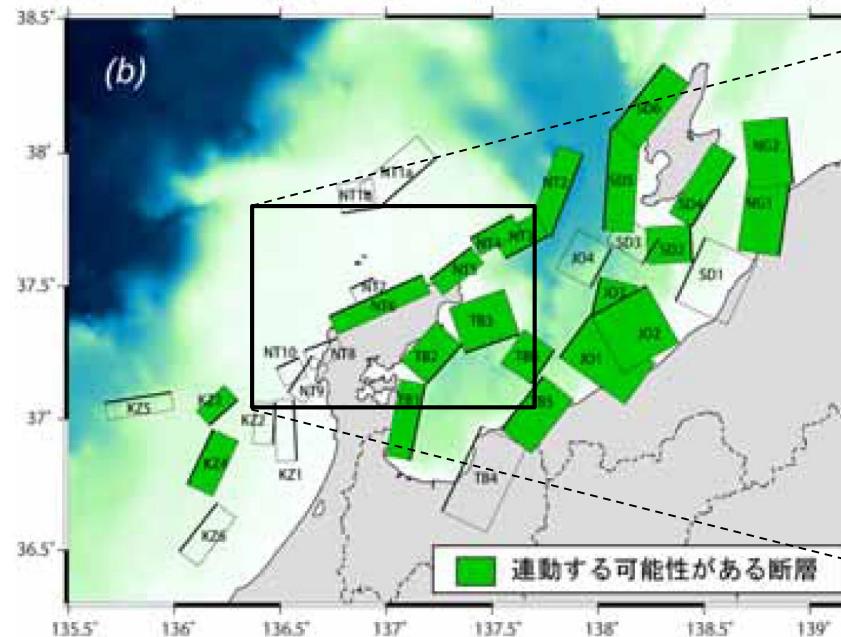
WG断層番号	【参考】本検討会報告で用いた断層番号	説明(過去地震や海底地形との対応など)	断層種別	グルーピングの根拠・考え方	留意事項
W07	F43	能登半島北岸に沿った断層。	逆断層 東傾斜	沿岸の詳しい活断層調査で正確なトレースが確認されている。	

・文科省ほか(2015)は, 国交省ほか(2014)の著者である日本海検討会と共同で産業技術総合研究所のデータ等を整理し, 文科省ほか(2014)による調査データも踏まえて, 震源断層モデルを設定している最新の文献である。
 ・文科省ほか(2015)は笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8と笹波沖断層帯(西部)の一部に対応するNT10の連動性を否定するものではないとしている(下赤線部)。
 ・文科省ほか(2016)は, 猿山沖セグメント及び輪島沖セグメントに対応するNT6と珠洲沖セグメントに対応するNT5, 禄剛セグメントに対応するNT4について, 連動する可能性がある断層の組合せとしてNT4-NT5-NT6を考慮している(右図)。

・笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8と笹波沖断層帯(西部)に対応するNT10に関する記載を, 文科省ほか(2015)から抜粋。

NT8: 岡村(2002)⁹⁾による。2007年に発生したM6.9の能登半島沖地震の震源断層である。断層の形状は余震分布や制御震源探査によって明らかにされている¹⁴⁾。日本海形成時に正断層として形成された傾斜60度の断層であり、能登半島地震の際には右横ずれ成分をもつ逆断層として活動した。

NT10: 岡村ほか(2007)⁴⁾、井上(2010)¹⁴⁾による。佐藤ほか(2007)⁹⁾の二船式反射法地震探査によって、60度の東傾斜の断層と判断される。断層NT08とは、ほぼ同一の走向であるが南にステップするため、独立させて記述した(図20、21)。NT8との連動性を否定するものではない。

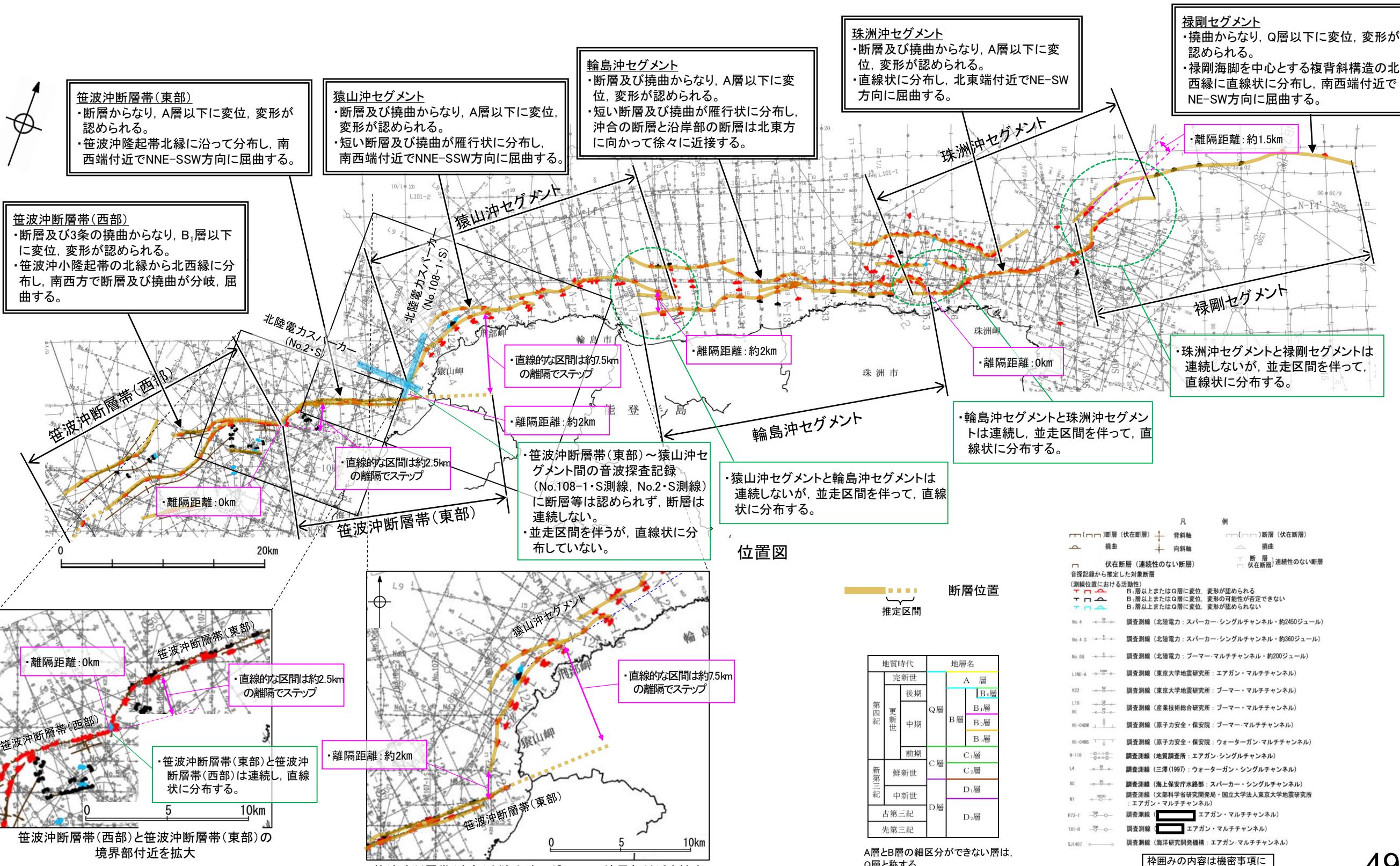


・文科省ほか(2016)は, 笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8と猿山沖セグメント及び輪島沖セグメントに対応するNT6の連動性を考慮していない。

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

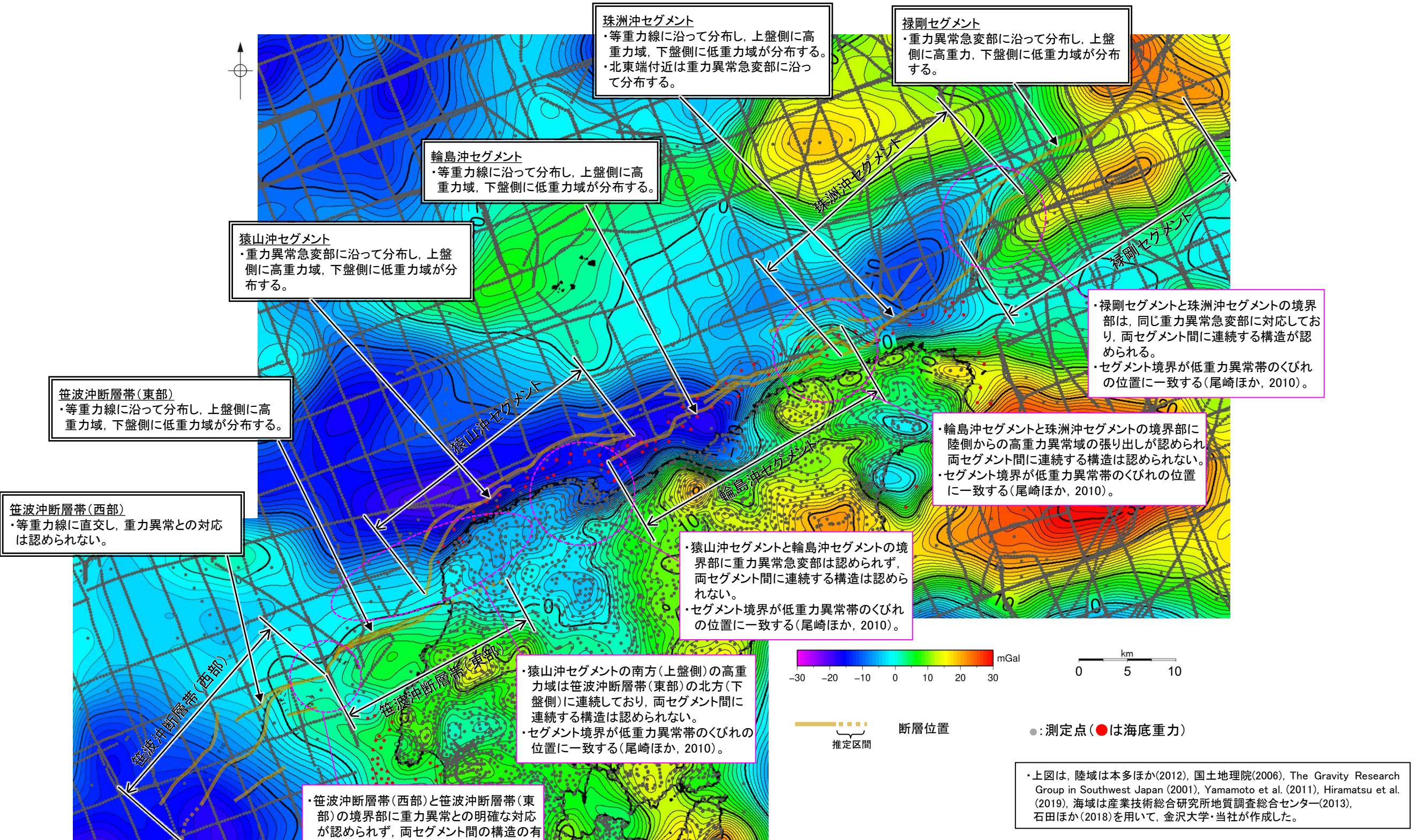
【海上音波探査(断層の活動性, 分布)】

○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海上音波探査に関する検討結果を以下に示す。



【重力探査(重力異常分布)】

○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重力異常分布に関する検討結果を以下に示す。

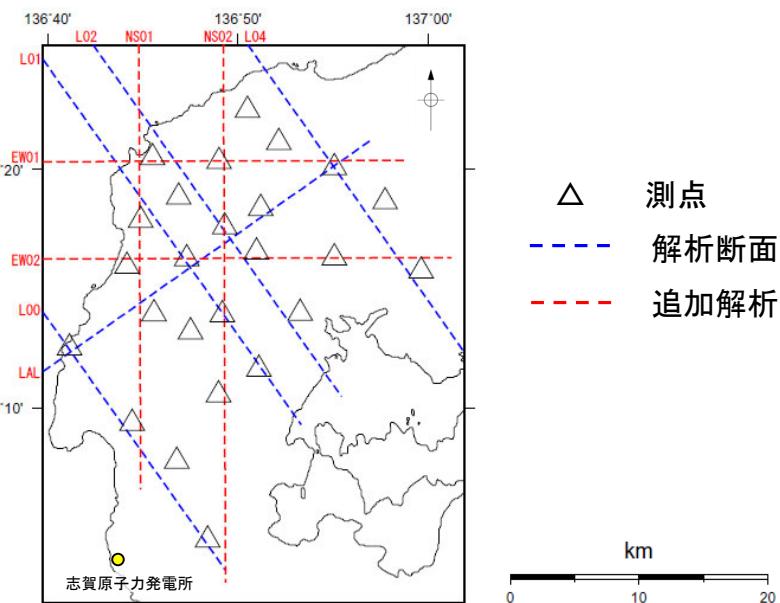


ブーゲー異常図

・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。

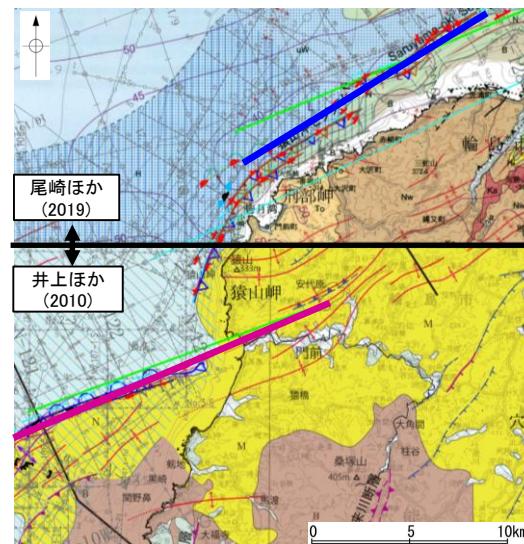
【比抵抗構造】

○笹波沖断層帯(東部), 猿山沖セグメント周辺の比抵抗構造に関する検討結果を以下に示す。



- △ 測点
- - - 解析断面(Yoshimura et al., 2008)
- - - 追加解析断面(京都大学防災研究所)

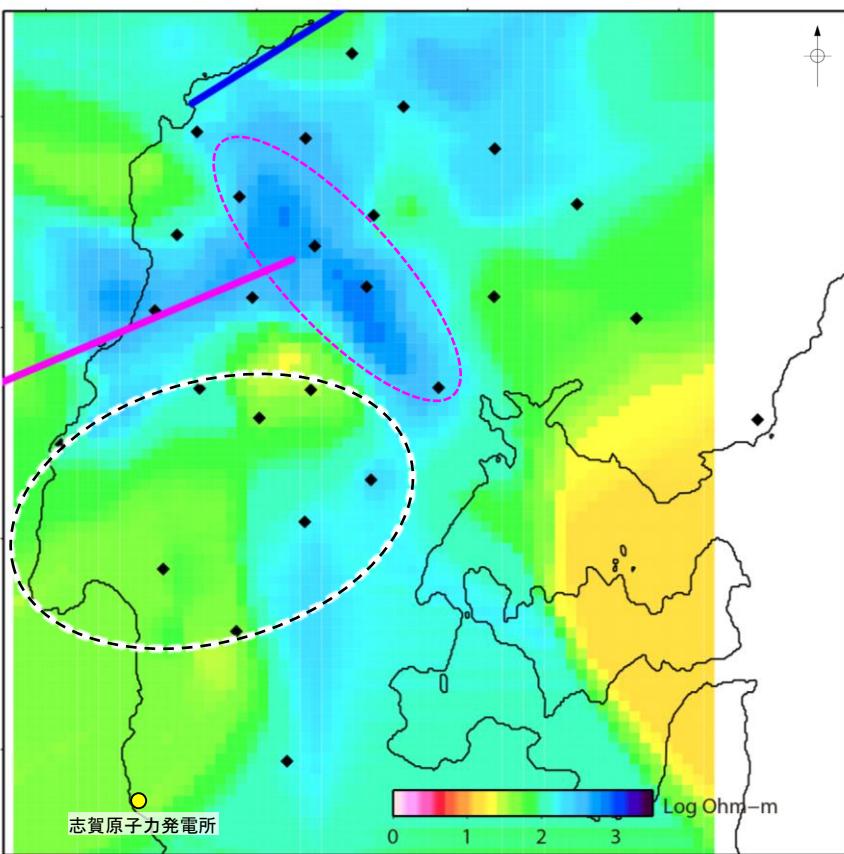
広帯域MT観測点分布および2次元比抵抗解析断面



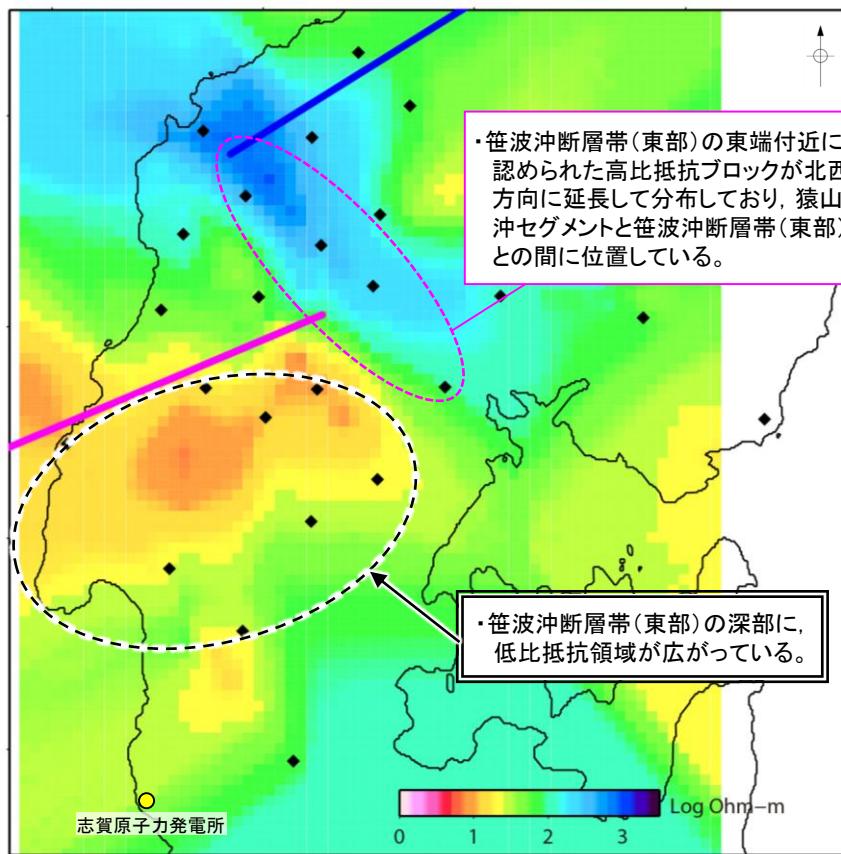
- ◆ 測点
- 猿山沖セグメント [傾斜角60°]
- 笹波沖断層帯(東部) [傾斜角60°]

音波探査結果から推定した模式的な断層トレースを用いて傾斜角60°で各深度の断層位置を加筆

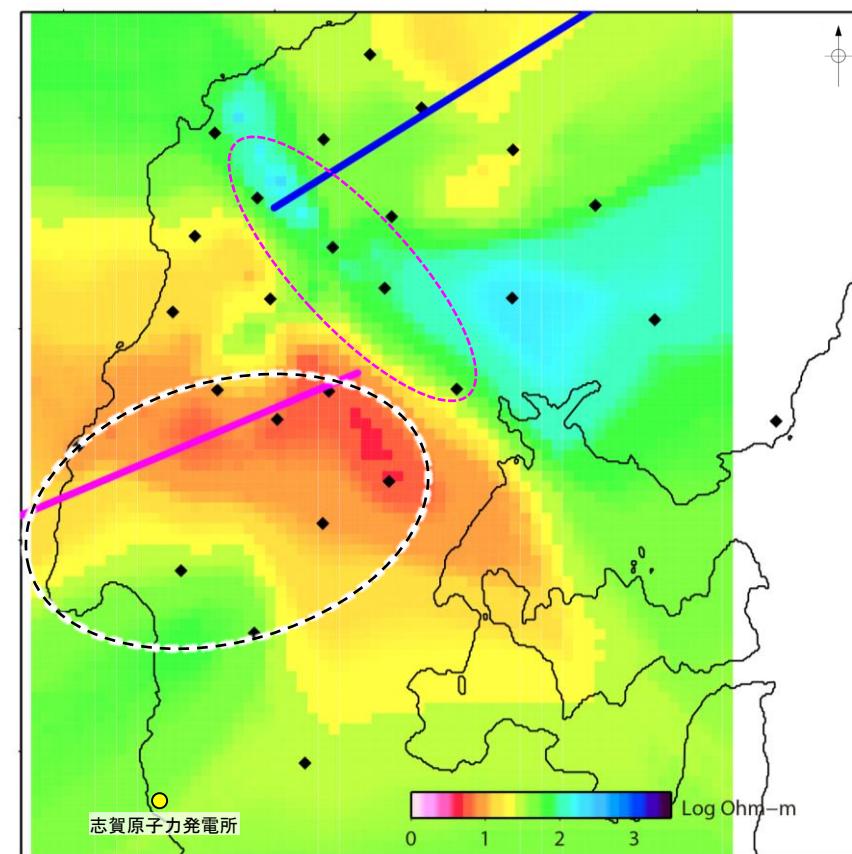
断層位置図(深度0km)
尾崎ほか(2019), 井上ほか(2010)に一部加筆



深度5km



深度10km



深度15km

・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)との間に位置している。

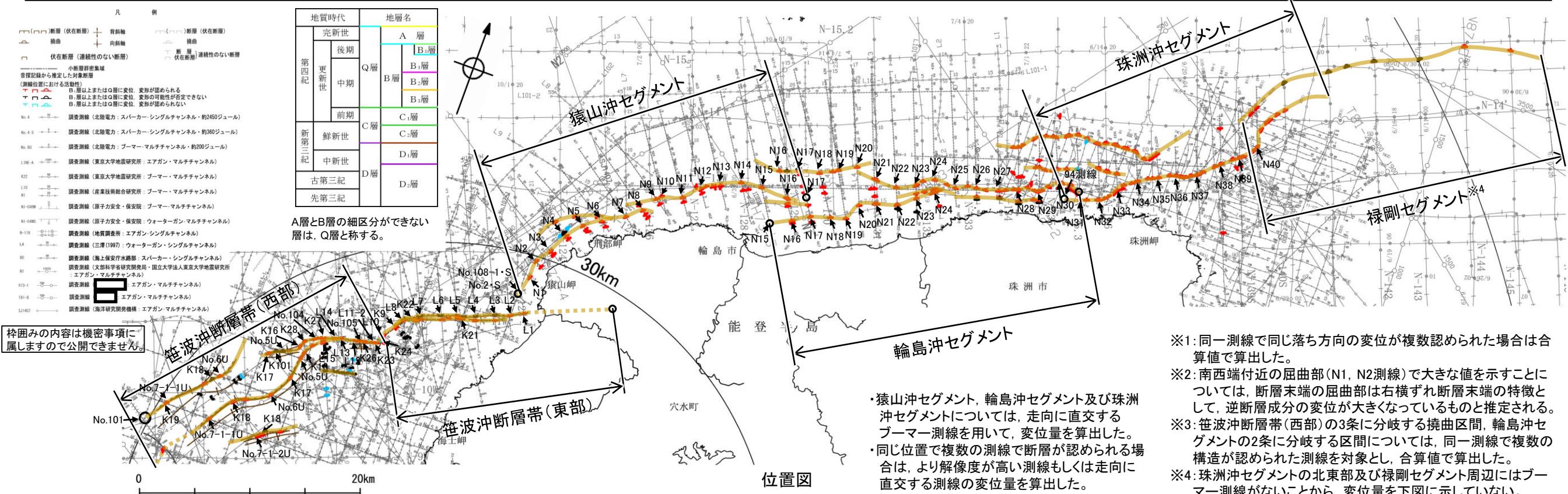
・笹波沖断層帯(東部)の深部に, 低比抵抗領域が広がっている。

解析結果

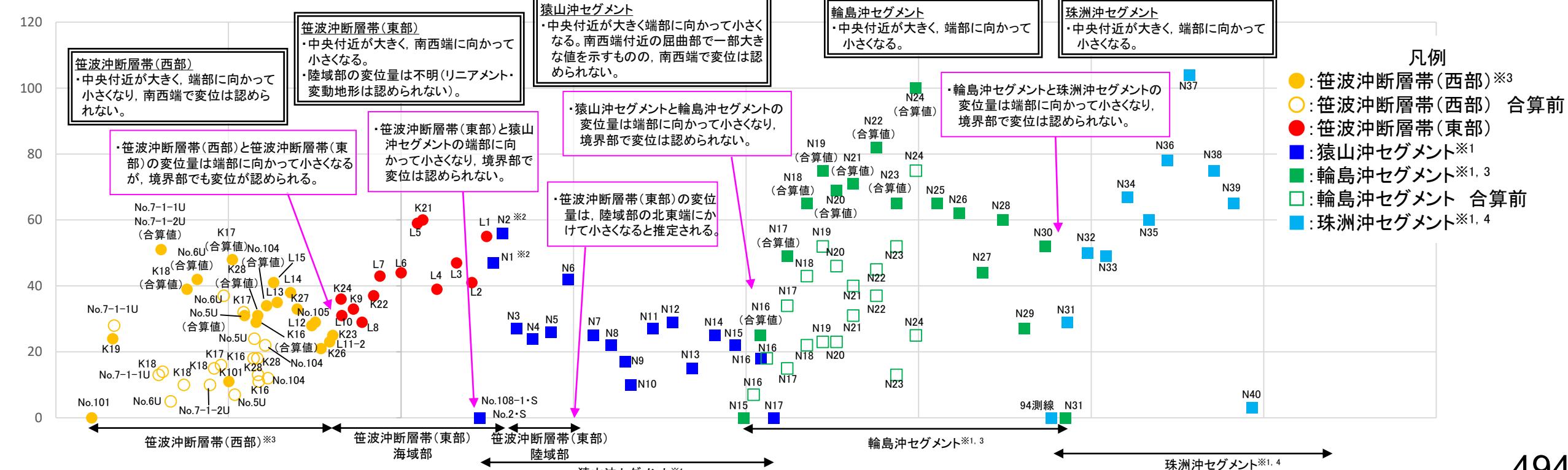
・この図面は, 京都大学防災研究所がYoshimura et al.(2008)を含めた9断面の2次元解析結果を3次元補間して作成したものである(2010年作成)。(断層位置等は北陸電力が加筆)

【B₁層基底の変位量分布】

○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。



- ※1: 同一測線で同じ落ち方向の変位が複数認められた場合は合算値で算出した。
- ※2: 南西端付近の屈曲部(N1, N2測線)で大きな値を示すことについては, 断層末端の屈曲部は右横ずれ断層末端の特徴として, 逆断層成分の変位が大きくなっているものと推定される。
- ※3: 笹波沖断層帯(西部)の3条に分岐する撓曲区間, 輪島沖セグメントの2条に分岐する区間については, 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。
- ※4: 珠洲沖セグメントの北東部及び禄剛セグメント周辺にはブーマー測線がないことから, 変位量を下図に示していない。



笹波沖断層帯(西部)
 ・中央付近が大きく, 端部に向かって小さくなり, 南西端で変位は認められない。

笹波沖断層帯(東部)
 ・中央付近が大きく, 南西端に向かって小さくなる。
 ・陸域部の変位量は不明(リニアメント・変動地形は認められない)。

猿山沖セグメント
 ・中央付近が大きく端部に向かって小さくなる。南西端付近の屈曲部で一部大きな値を示すものの, 南西端で変位は認められない。

輪島沖セグメント
 ・中央付近が大きく, 端部に向かって小さくなる。

珠洲沖セグメント
 ・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(西部)と笹波沖断層帯(東部)の変位量は端部に向かって小さくなるが, 境界部でも変位が認められる。

・笹波沖断層帯(東部)と猿山沖セグメントの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。

・猿山沖セグメントと輪島沖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。

・笹波沖断層帯(東部)の変位量は, 陸域部の北東端にかけて小さくなると推定される。

・輪島沖セグメントと珠洲沖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。

- 凡例
- : 笹波沖断層帯(西部)※3
 - : 笹波沖断層帯(西部) 合算前
 - : 笹波沖断層帯(東部)
 - : 猿山沖セグメント※1
 - : 輪島沖セグメント※1, 3
 - : 輪島沖セグメント 合算前
 - : 珠洲沖セグメント※1, 4

B₁層基底の変位量分布図

【最新活動時期(過去の地震との対応)】

○能登半島北部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。

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

・Hamada et al.(2016)は、下記のデータに基づき、1729年能登・佐渡の地震は輪島沖セグメントの最新活動によるものとしている。
 ・離水した潮間帯生物遺骸化石の年代に基づく沿岸隆起の時期は、西暦1600~1800年である。
 ・この沿岸隆起を再現する輪島沖セグメントの断層モデルの規模と変位量から、気象庁マグニチュード M6.9の地震規模が想定される。

・輪島沖セグメントは1729年能登・佐渡の地震の震源断層であり、猿山沖セグメント、珠洲沖セグメントと最新活動時期が異なる。

2007年
能登半島地震
(M6.9)

・佐藤ほか(2007a)は、2007年能登半島地震は笹波沖断層帯(東部)に対応する断層の最新活動によるものとしている。

・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、笹波沖断層帯(西部)、猿山沖セグメントと最新活動時期が異なる。



1729年
能登・佐渡の地震
(M6.6~7.0)

Hamada et al. (2016)の
断層モデル

1993年
能登半島沖の地震
(M6.6)

・1993年能登半島沖の地震と珠洲沖セグメント、鹿角セグメントとの関連性については判断できない。*

※: 1993年能登半島沖の地震は、その規模と活断層との位置関係に基づき、珠洲沖セグメントの活動によるものと考えられると判断していたが、岡村(2002)で、その震源断層モデルと地質構造との関係は今後検討する必要があるとされており、珠洲沖セグメントとの関連性は明確にされていないことを踏まえ、今回変更した。

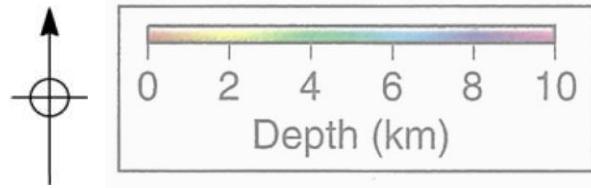
[井上他, 2010]
 実在逆断層及び撓曲軸
 推定逆断層
 実在活逆断層及び実在活撓曲軸
 [岡村, 2002]
 逆断層(伏在断層)

(測線位置で確認した断層(撓曲)の活動性)
 T ▲ B₁層以上又はQ層に変位、変形が認められる
 T △ B₁層以上又はQ層に変位、変形の可能性が否定できない
 T △ B₁層以上又はQ層に変位、変形が認められない
 断層(伏在断層)
 断層 } 連続性のない断層
 伏在断層 }
 撓曲
 背斜軸
 向斜軸

能登半島北部周辺の過去の地震

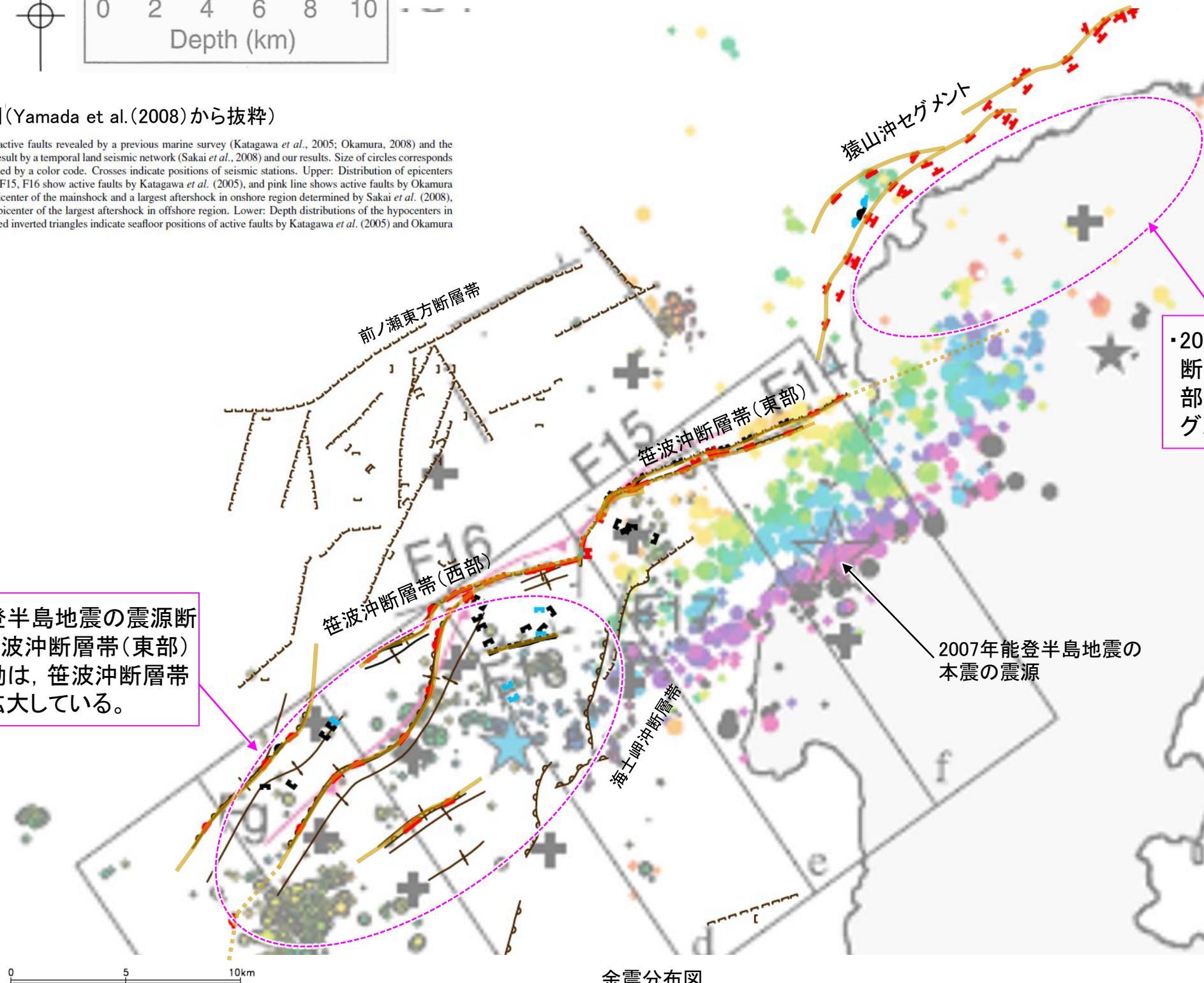
【余震活動(2007年能登半島地震)】

○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。



凡例(Yamada et al.(2008)から抜粋)

Comparison between surface traces of active faults revealed by a previous marine survey (Katagawa *et al.*, 2005; Okamura, 2008) and the hypocenter distribution, which is a combined result by a temporal land seismic network (Sakai *et al.*, 2008) and our results. Size of circles corresponds to magnitude, and focal depths are distinguished by a color code. Crosses indicate positions of seismic stations. Upper: Distribution of epicenters of the aftershocks. Black lines named as F14, F15, F16 show active faults by Katagawa *et al.* (2005), and pink line shows active faults by Okamura (2008). Open and solid black stars indicate epicenter of the mainshock and a largest aftershock in onshore region determined by Sakai *et al.* (2008), respectively. Blue star denotes relocated the epicenter of the largest aftershock in offshore region. Lower: Depth distributions of the hypocenters in the rectangles in the upper figure. Brown and red inverted triangles indicate seafloor positions of active faults by Katagawa *et al.* (2005) and Okamura (2008), respectively.



・2007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。

・2007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、猿山沖セグメントに拡大していない。

2007年能登半島地震の本震の震源

- (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
- 断層(伏在断層)
- ┌┐ 撓曲
 - └┘ 断層
 - ┌┐ 伏在断層 } 連続性のない断層
 - ┆ 背斜軸
 - ┆ 向斜軸
- 断層位置
- 断層位置
 - - - 推定区間

余震分布図
(Yamada et al.(2008)に一部加筆)

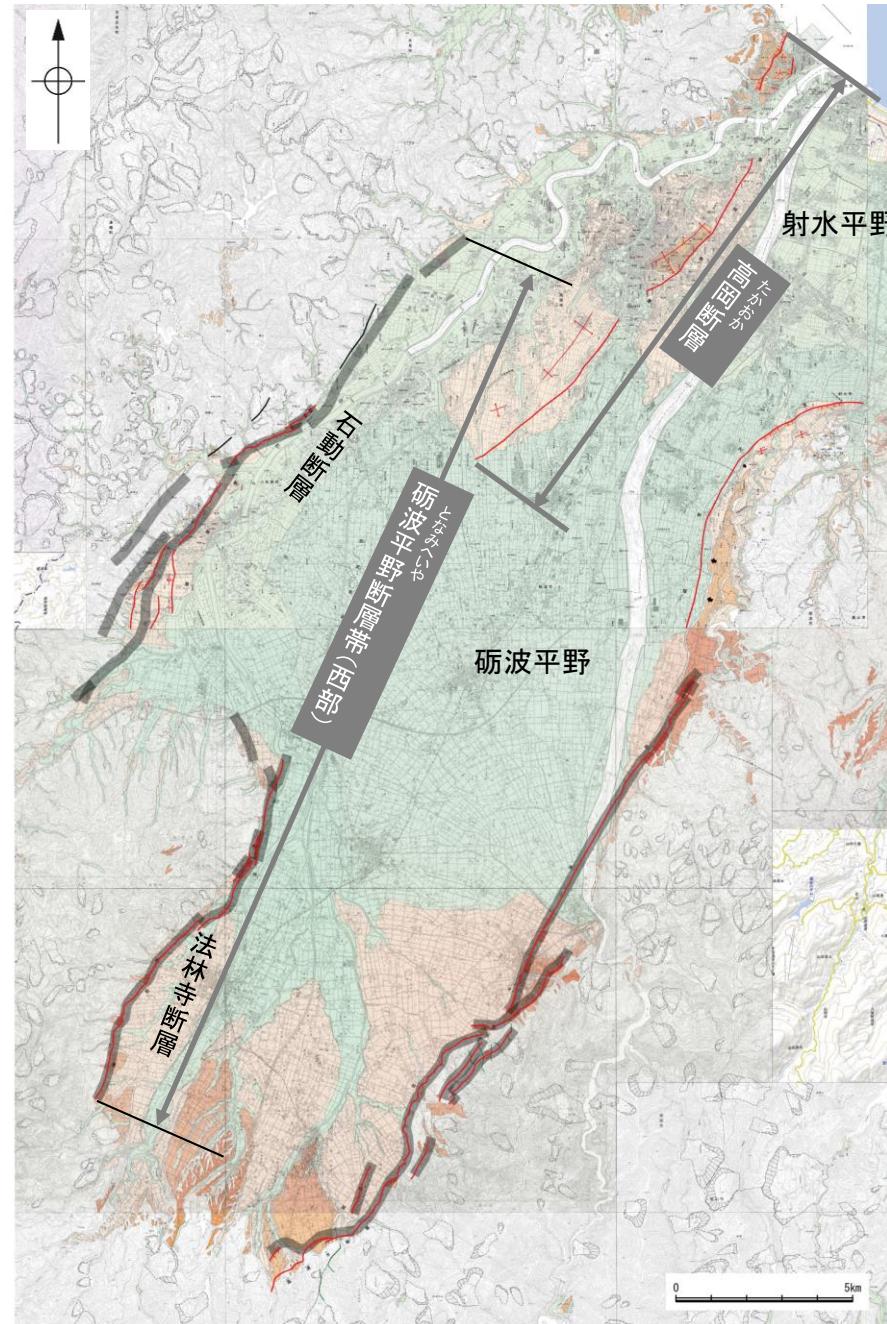
3.2.9 砺波平野断層帯(西部)と高岡断層の 連動の検討結果

3.2.9 砺波平野断層帯(西部)と高岡断層の連動の検討

- 砺波平野断層帯(西部)の北東方には、活断層図(都市圏活断層図)(後藤ほか, 2015)により高岡断層が図示されている。
- 高岡断層は、敷地から半径30km以遠に分布する長さ約15kmの断層であり、敷地への影響が小さいことから、2章で活動性及び長さの評価の対象として抽出していないが、砺波平野断層帯(西部)と近接して分布することから、追加の連動評価の検討対象として選定した。
- 本章では、砺波平野断層帯(西部)と高岡断層について、連動の検討を行う。



位置図



位置図

(都市圏活断層図(堤ほか, 2002, 2003; 後藤ほか, 2015, 2020; 田力ほか, 2019; 基図は地理院地図)に一部加筆)

3.2.9(1) 砺波平野断層帯(西部)と高岡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砺波平野断層帯(西部)と高岡断層については、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。検討結果は以下の通り。

<同時活動の可能性の検討>

赤字:連動する可能性を示唆するデータ 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地震調査委員会(2008b)は、砺波平野断層帯西部(石動断層, 法林寺断層)を長期評価の対象として示しているが、高岡断層を図示しておらず、砺波平野断層帯西部と高岡断層を1つの起震断層として設定していない(P.501)。</p> <p>②地震調査委員会(2008b)によれば、砺波平野断層帯西部は、北西側が相対的に隆起する逆断層とされており、砺波平野の北西縁に分布し、最新活動が約6千9百年前以後、1世紀以前であり、走向がNE-SW方向、傾斜が北西傾斜(約45~50°)の逆断層帯と推定される(P.502)。</p> <p>③後藤ほか(2015)によれば、石動断層の北東方に高岡断層が図示され、北西側隆起の逆断層とされている。しかし、後藤ほか(2015)では、高岡断層が石動断層と連続するかどうかは現在の変動地形的手法では認識が困難とされている(P.503)。</p> <p>④後藤ほか(2015)の第四紀層基底深度分布図を見ると、法林寺断層と高岡断層を連続するように新第三系及下部更新統の断層が図示されている(P.504)。</p> <p>⑤竹内ほか(2023)は、高岡断層について、射水平野の東西縁に存在する砺波平野断層帯を構成する断層として記載している(P.505)。</p> <p>⑥地質分布からは、砺波平野断層帯(西部)が主に新第三系~更新統と更新統~完新統の分布域の境界となっている(P.506)。一方、高岡断層は、主に更新統~完新統の分布域に図示された断層であり、砺波平野断層帯(西部)とは断層を挟んだ地質分布の特徴が異なる(P.506)。</p>
	地形調査	<p>⑦砺波平野断層帯(西部)は、砺波平野の北西縁を限る断層であり、丘陵と平野の境界に分布する(P.507)。</p> <p>⑧高岡断層は、主に砺波平野内における変動地形として形成され、丘陵-平野境界に分布する砺波平野断層帯(西部)とは異なり、規模の大きな地形の境界となっていない(P.507)。</p>
	地球物理学的調査	重力異常分布
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> ・砺波平野断層帯(西部)と高岡断層間について、後藤ほか(2015)では両断層の連続性について具体的な記載はないが、基底深度分布図を見ると、砺波平野断層帯(西部)を構成する法林寺断層と高岡断層を連続するように新第三系及下部更新統の断層が図示されている(③, ④)。 ・竹内ほか(2023)では、高岡断層は砺波平野断層帯を構成する断層と記載している(⑤)。 ・砺波平野断層帯(西部)と高岡断層は、地形形態や地質分布の特徴が異なる(⑥, ⑦, ⑧)。 <p>[評価結果]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以上のことから、砺波平野断層帯(西部)と高岡断層は、後藤ほか(2015)では両断層の連続性について具体的な記載はないが、基底深度分布図を見ると、砺波平野断層帯(西部)を構成する法林寺断層と高岡断層を連続するように新第三系及下部更新統の断層が図示されていること、また、竹内ほか(2023)は、高岡断層は砺波平野断層帯を構成する断層と記載していることより、両断層が一連の断層の可能性があり、同時に活動する可能性が否定できないことから、砺波平野断層帯(西部)と高岡断層の連動を考慮することとし、「砺波平野断層帯(西部)-高岡断層」として、走向がNE-SW方向、北西傾斜(45~50°)の逆断層と評価した。 ・断層長さは、高岡断層の北東端から砺波平野断層帯(西部)の南西端までの約37km区間を評価した(次頁)。

○連動の検討の結果、砺波平野断層帯(西部)と高岡断層の連動を考慮することから、断層モデルについては、砺波平野断層帯(西部)と高岡断層を一連の断層として設定することとする。

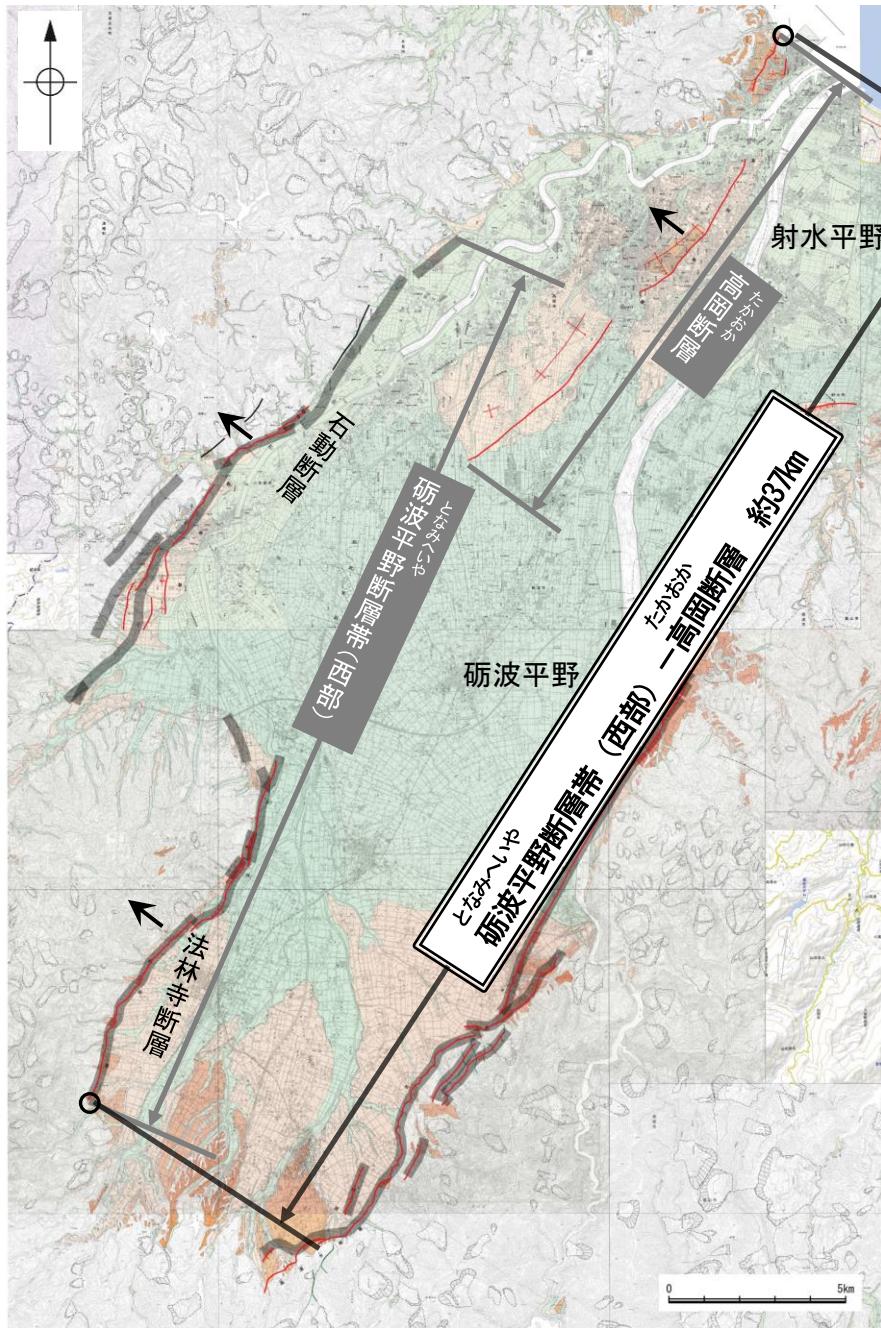
連動の検討

断層モデルの設定方法

【砺波平野断層帯(西部)と高岡断層の連動の検討結果(位置図, 連動評価フロー)】



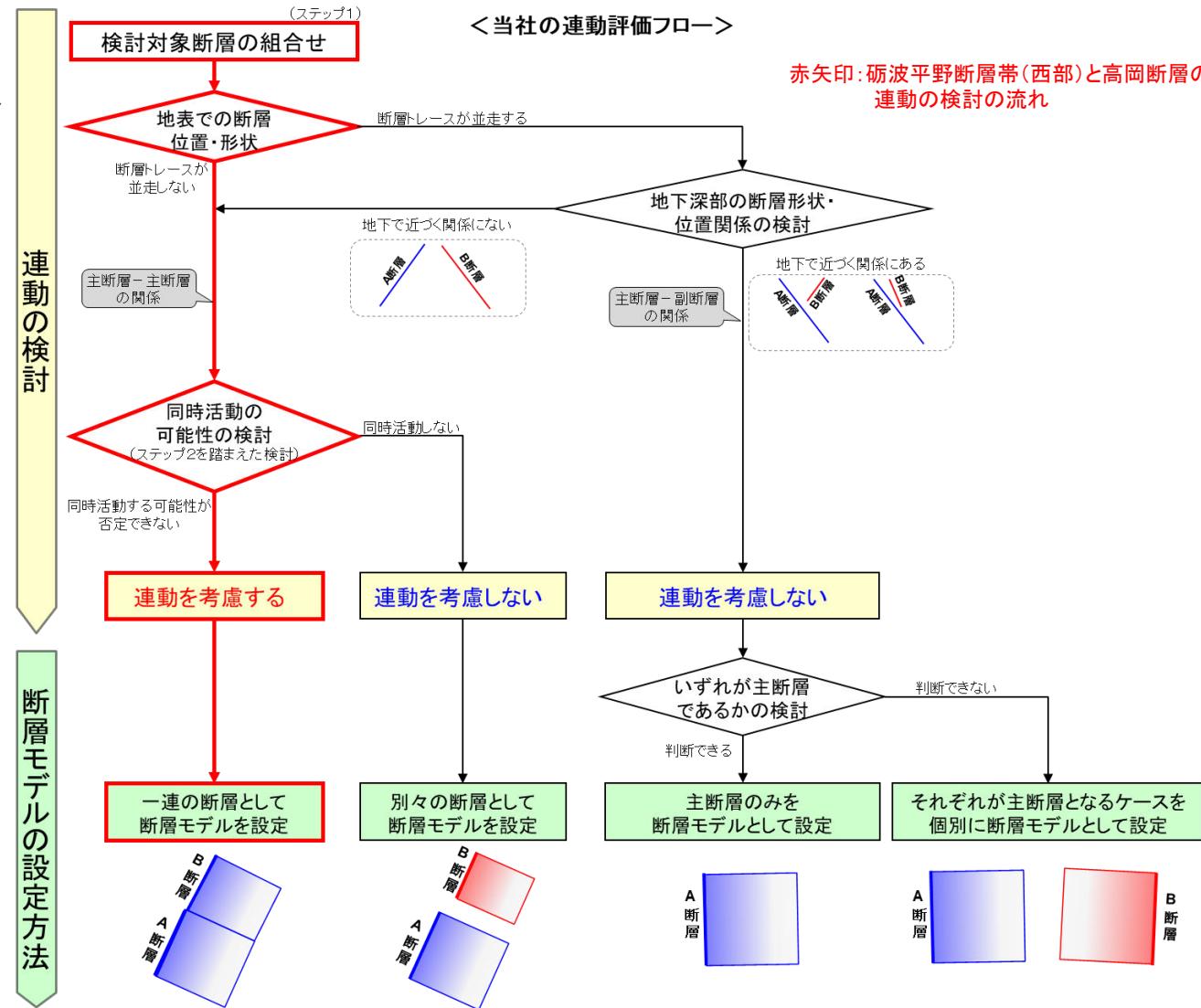
位置図



- 地震調査委員会(2008b)トレース
- 都市圏活断層図(堤ほか, 2003; 後藤ほか, 2015)トレース
(赤線: 活断層, 黒線: 推定活断層)
- 断層端点 → 傾斜方向

位置図

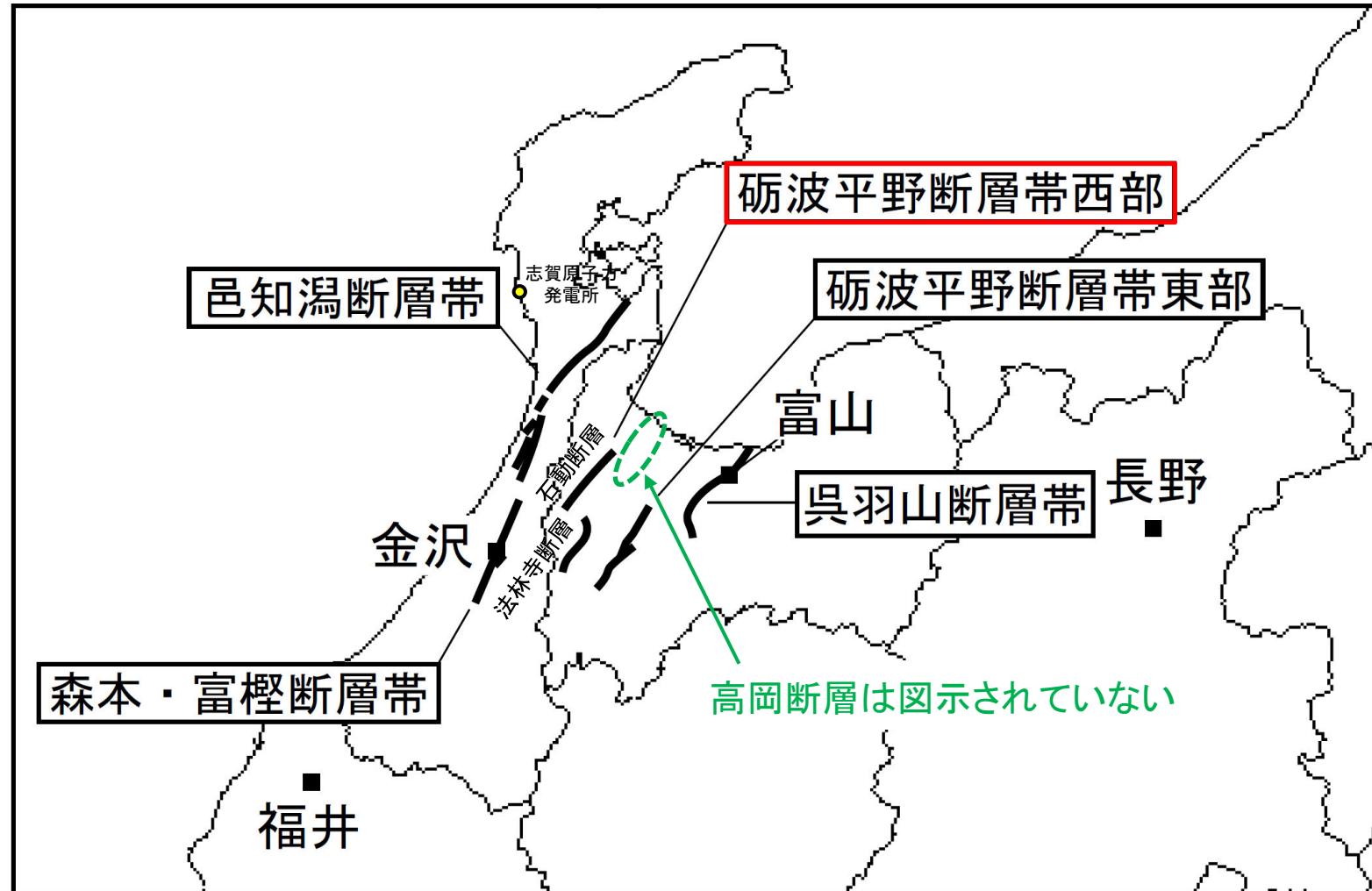
(都市圏活断層図(堤ほか, 2002, 2003; 後藤ほか, 2015, 2020; 田力ほか, 2019; 基図は地理院地図)に一部加筆)



- 地震調査委員会(2008b)は、砺波平野断層帯西部(石動断層, 法林寺断層)を長期評価の対象として示しているが、高岡断層を図示しておらず、砺波平野断層帯西部と高岡断層を1つの起震断層として設定していない。
- 地震調査委員会(2008b)によれば、砺波平野断層帯西部は、北西側が相対的に隆起する逆断層とされており、砺波平野の北西縁に分布し、最新活動が約6千9百年前以後、1世紀以前であり、走向がNE-SW方向、傾斜が北西傾斜(約45~50°)の逆断層帯と推定される(次頁)。
- 後藤ほか(2015)によれば、石動断層の北東方に高岡断層が図示され、北西側隆起の逆断層とされている。しかし、後藤ほか(2015)では、高岡断層が石動断層と連続するかどうかは現在の変動地形学的手法では認識が困難とされている(次々頁)。
- 後藤ほか(2015)の第四紀層基底深度分布図を見ると、法林寺断層と高岡断層を連続するように新第三系及下部更新統の断層が図示されている(P.504)。
- 竹内ほか(2023)は、高岡断層について、射水平野の東西縁に存在する砺波平野断層帯を構成する断層として記載している(P.505)。

【地震調査委員会(2008b)】

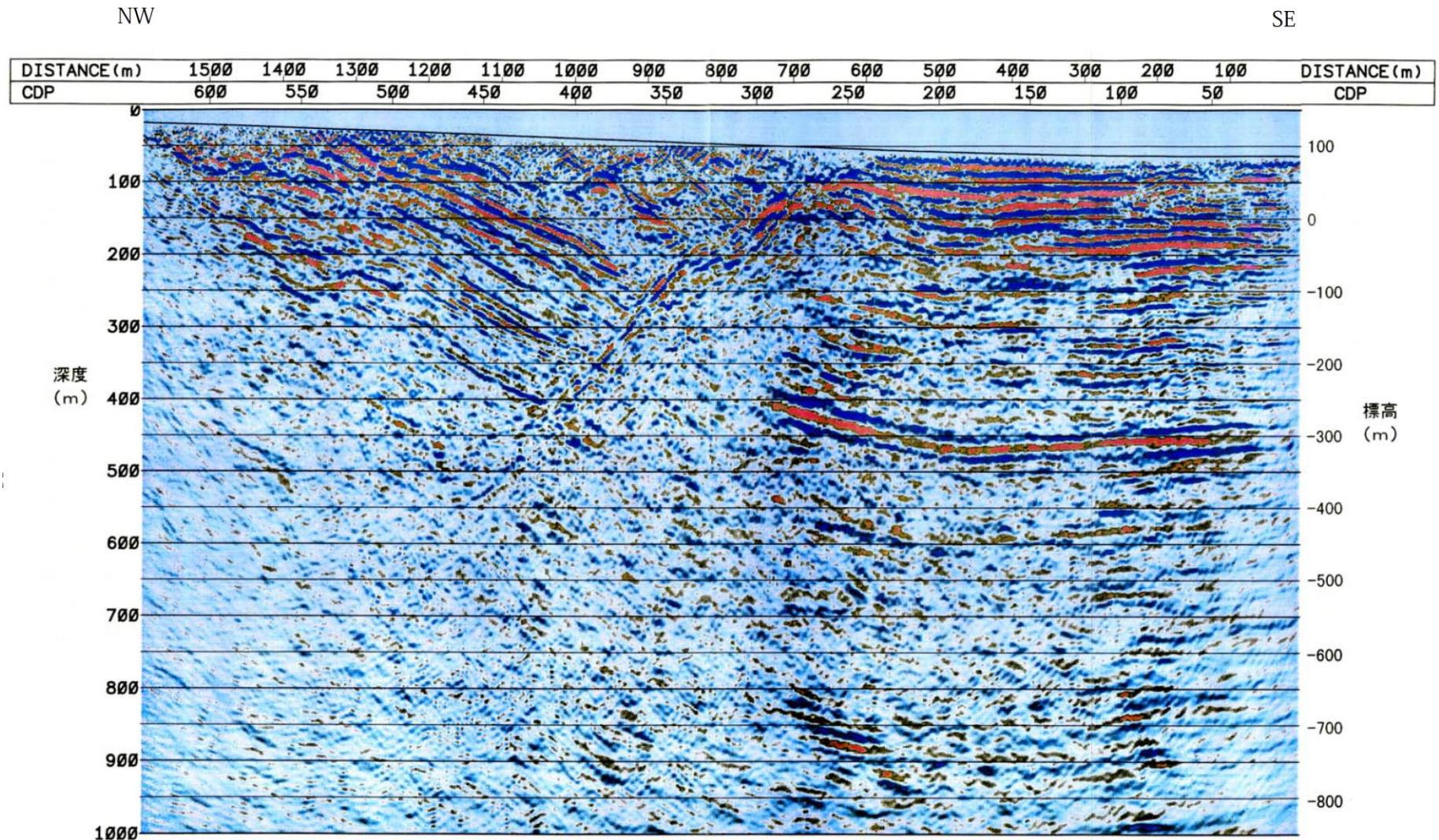
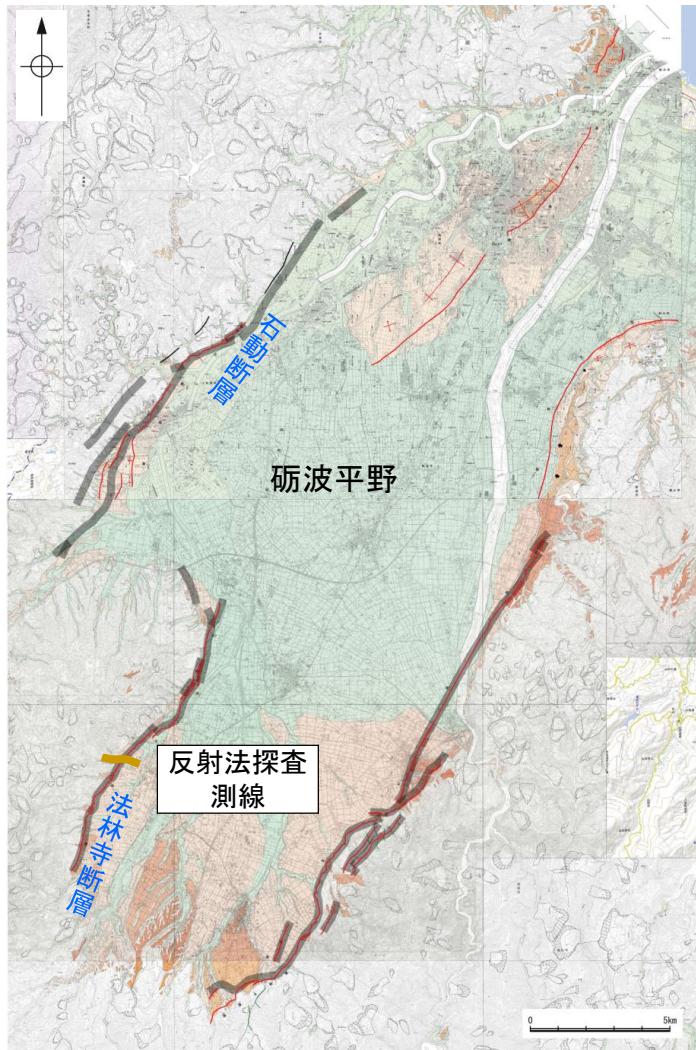
- 地震調査委員会(2008b)は、高岡断層を図示しておらず、砺波平野断層帯西部と高岡断層の連動を考慮していない。



砺波平野断層帯・呉羽山断層帯と邑知瀧断層帯及び森本・富樫断層帯の位置関係概略図
(地震調査委員会(2008b)に一部加筆)

【地震調査委員会(2008b)】

○地震調査委員会(2008b)によれば、砺波平野断層帯西部は、北西側が相対的に隆起する逆断層とされており、砺波平野の北西縁に分布し、最新活動が約6千9百年前以後、1世紀以前であり、走向がNE-SW方向、傾斜が北西傾斜(約45~50°)の逆断層帯と推定される。



法林寺測線 カラー出力[マイグレーション後深度断面](縮尺1:5,000)[法林寺断層]

砺波平野断層帯西部(法林寺断層)の反射法探査断面(富山県(1999)を一部修正)
地震調査委員会(2008b)によれば、断層面の傾斜は深さ200~500mでは約45~50°北西傾斜で、これより浅い部分ではより低角度と推定される

- 地震調査委員会(2008b)トレース
 - 都市圏活断層図(堤ほか, 2003; 後藤ほか, 2015)トレース
(赤線: 活断層, 黒線: 推定活断層)
 - 文献による反射法探査位置
- 位置図
(都市圏活断層図(堤ほか, 2002, 2003; 後藤ほか, 2015, 2020; 田力ほか, 2019; 基図は地理院地図)に一部加筆)

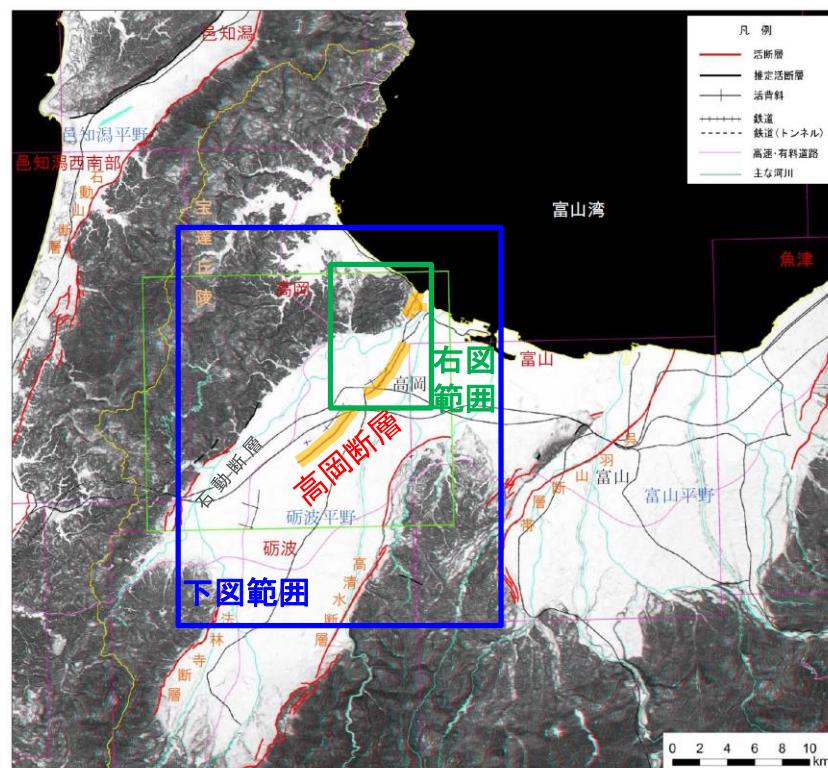
【後藤ほか(2015)】

○後藤ほか(2015)は、変動地形学的な特徴を基に、北西側隆起の逆断層として高岡断層を示している。後藤ほか(2015)は、高岡市伏木付近における海成段丘面の背斜状の変形と撓曲崖、高岡市街地付近における丘地形及び南西延長の背斜変形等を、高岡断層によるものと推定している。
○さらに、後藤ほか(2015)は、石油公団(1982, 1983)による砺波平野を対象とした反射法地震探査記録について、高岡断層を示した位置付近に西側隆起の逆断層運動により形成されたと解釈できる構造を推定している。
○後藤ほか(2015)では、高岡断層が石動断層と連続するかどうかは現在の変動地形学的手法では認識が困難とされており、また、この断層の北方の海底への連続性については検討されていない。

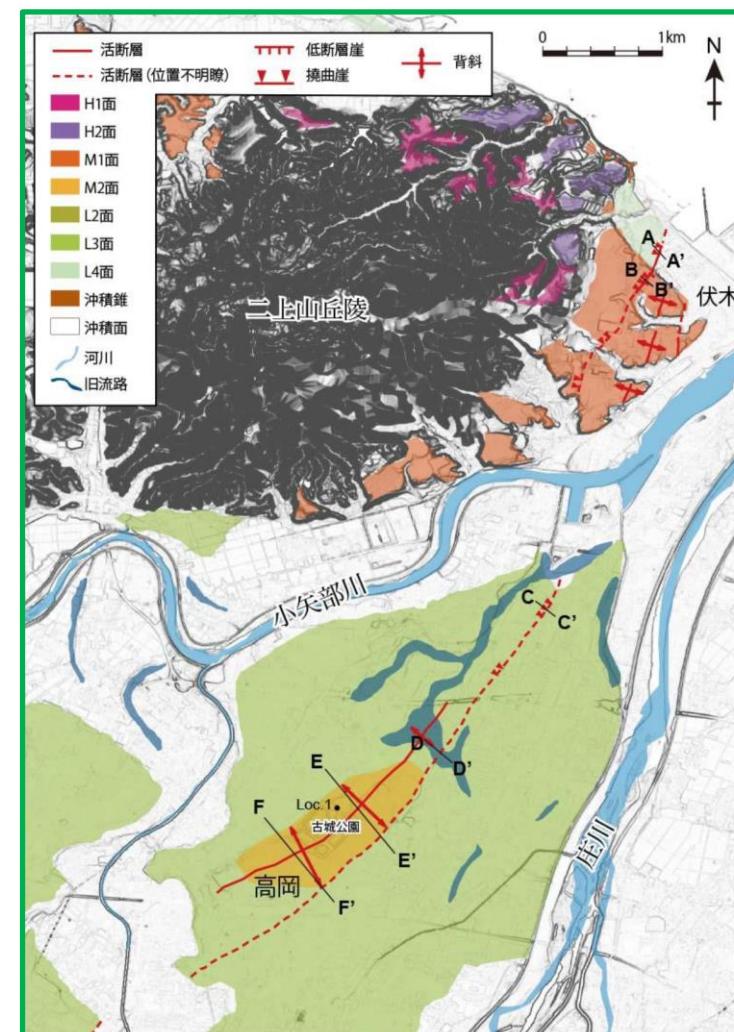
紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所



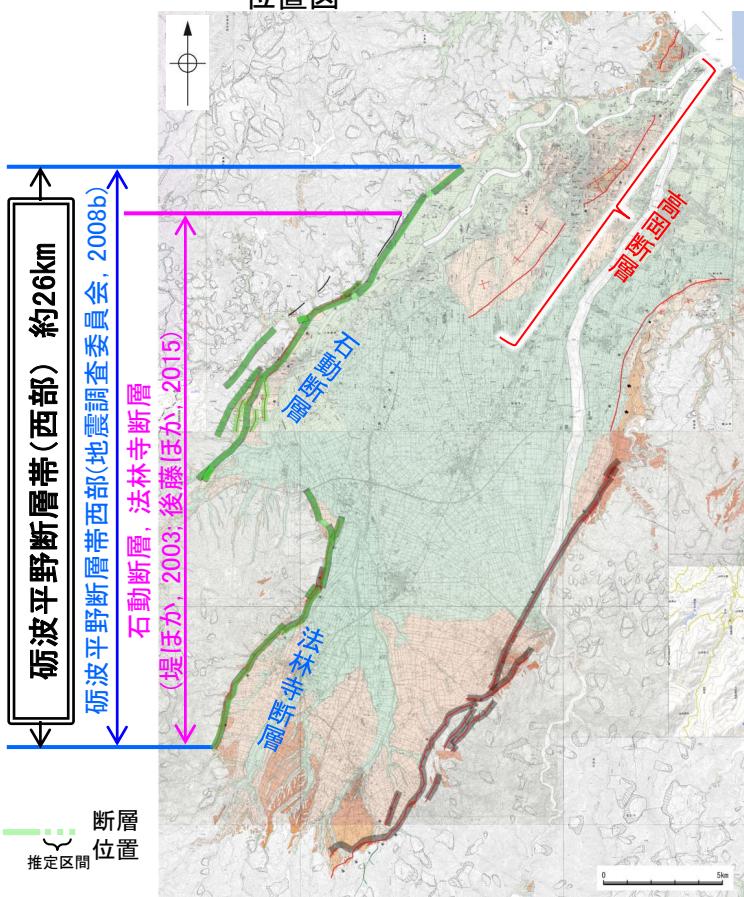
位置図



富山県周辺の地形アナグリフ(後藤ほか(2015)に一部加筆)



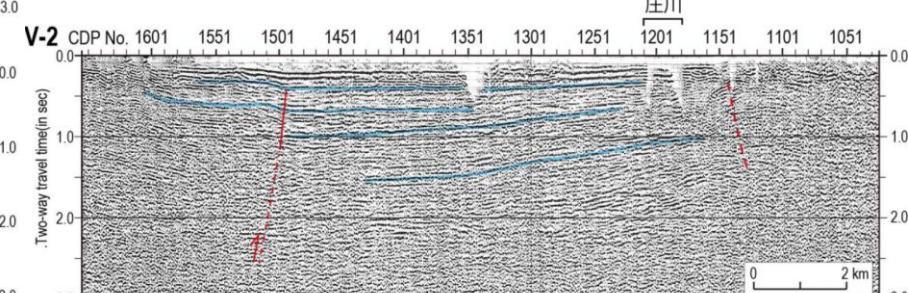
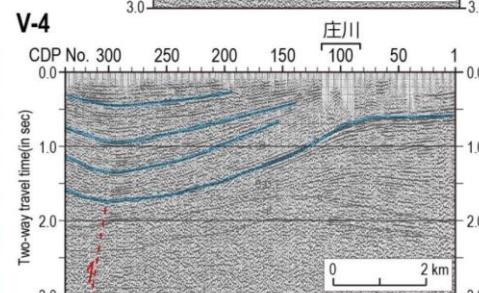
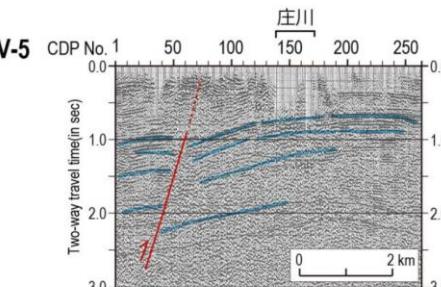
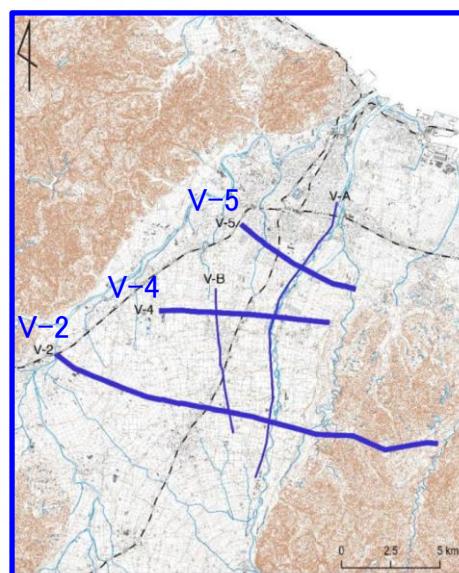
伏木～高岡の地形分類図(後藤ほか, 2015)



地震調査委員会(2008b)トレース
都市圏活断層図(堤ほか, 2003; 後藤ほか, 2015)トレース(赤線: 活断層, 黒線: 推定活断層)

断層分布図

(都市圏活断層図(堤ほか, 2002, 2003; 後藤ほか, 2015, 2020; 田力ほか, 2019; 基図は地理院地図)に一部加筆)

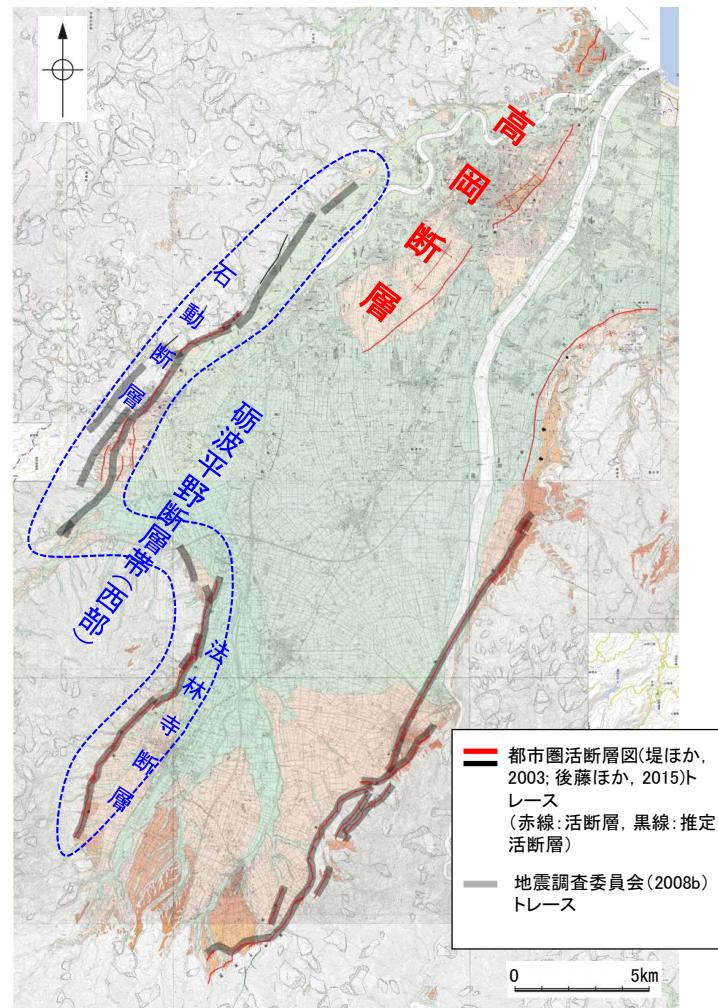


砺波平野における地下構造探査記録にみる活構造

(後藤ほか(2015)が石油公団(1982, 1983)の反射法地震探査記録に加筆して作成)(一部加筆)

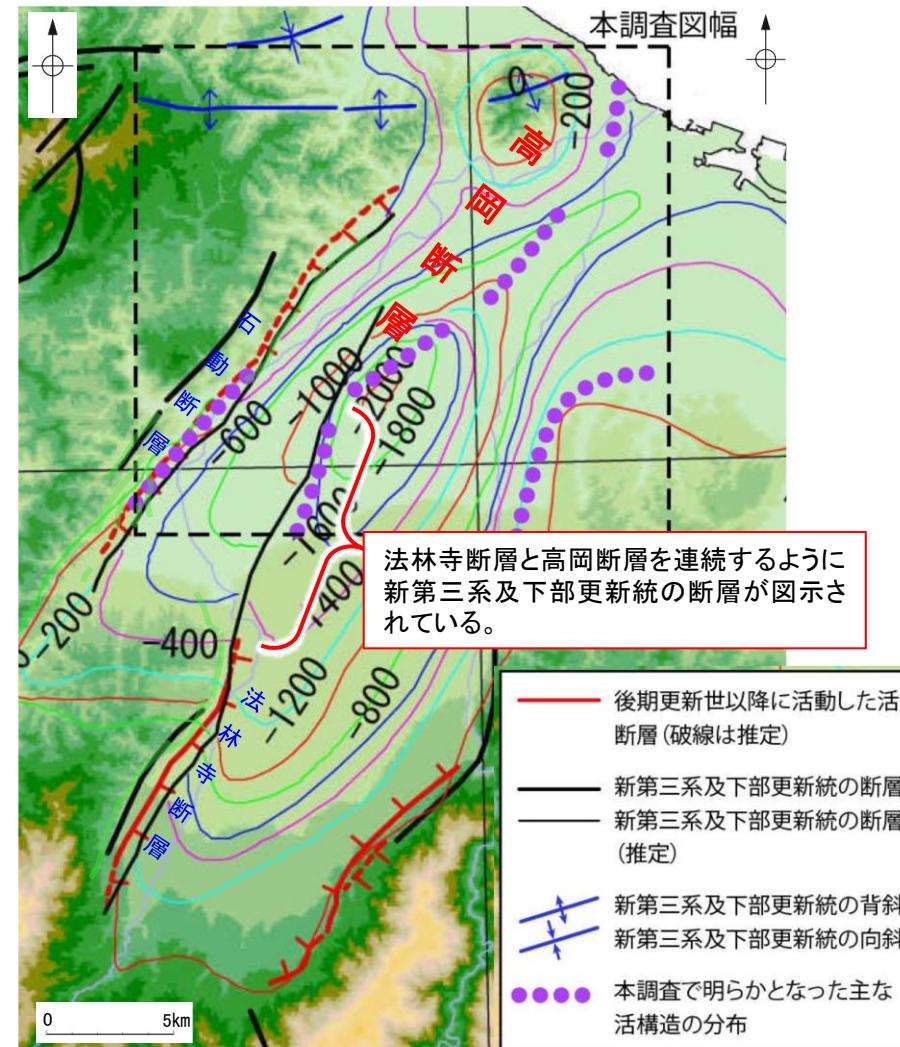
【後藤ほか(2015)】

○後藤ほか(2015)の第四紀基底深度分布図を見ると、法林寺断層と高岡断層を連続するように新第三系及下部更新統の断層が図示されている。



断層分布図

(都市圏活断層図(堤ほか, 2002, 2003; 後藤ほか, 2015, 2020; 田力ほか, 2019; 基図は地理院地図)に一部加筆)



第四紀層基底深度分布と活構造
(後藤ほか(2015)に断層名等を加筆)