

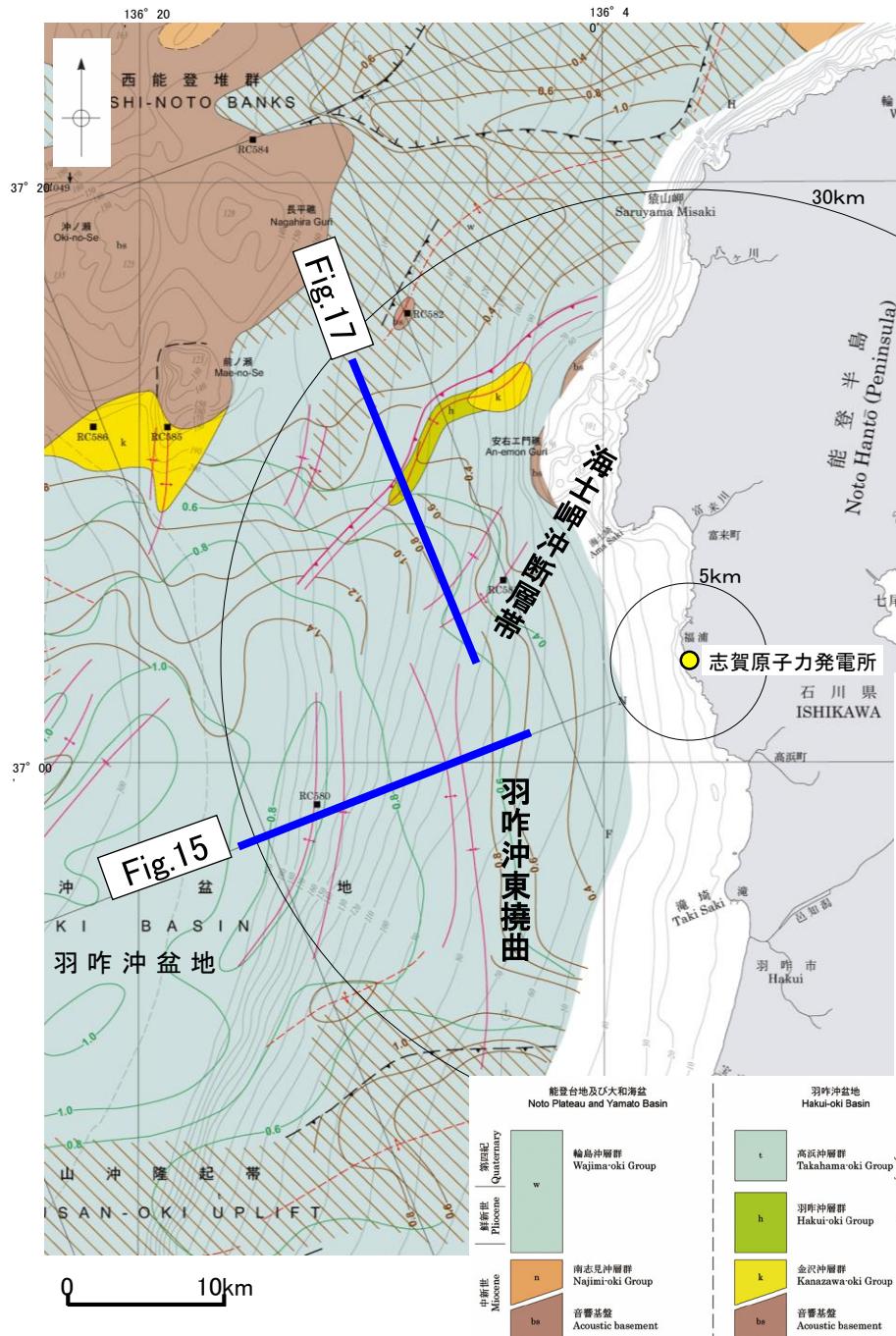
3.2.3(2) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討 —文献調査, 海上音波探査—

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

【岡村(2007a)】

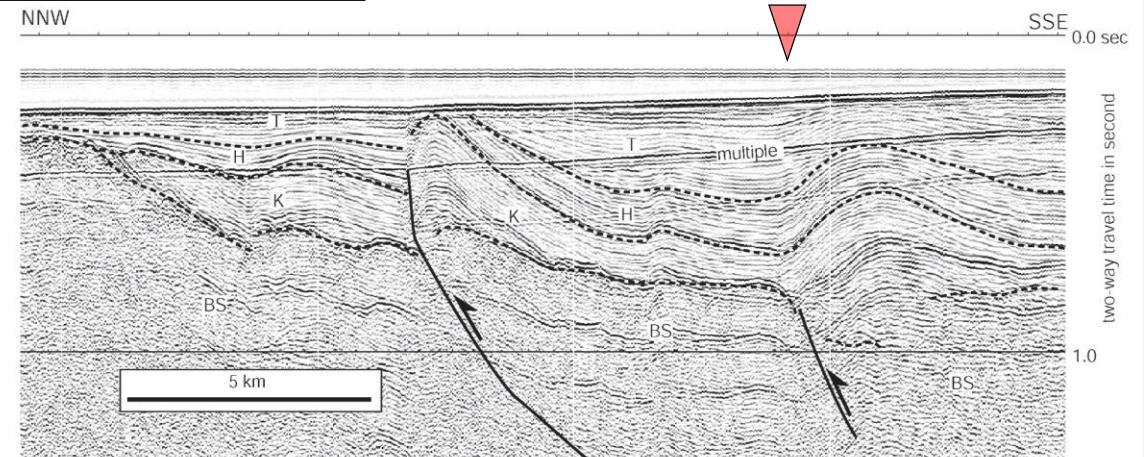
○岡村(2007a)は, 産業技術総合研究所によって実施された反射法地震探査の反射断面の解釈から, 海士岬沖断層帯に対応する構造は南東傾斜, 羽咋沖東撓曲に対応する構造は西傾斜の逆断層が伏在しているとしており, 断層面の傾斜が逆であることから, 連続した構造ではないと判断したとしている。

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



能登半島西方海底地質図(岡村, 2007a)に加筆

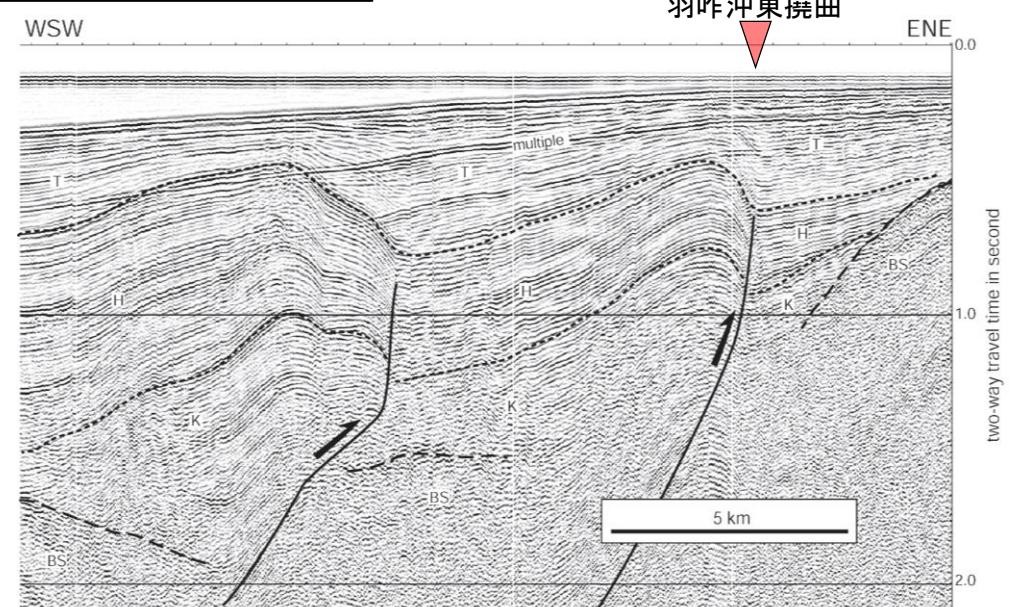
Fig.17(地質調査所エアガン)



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

3.2.3(3) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討 —海上音波探査—

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

紫字：第1193回審査会合以降に変更した箇所

海士岬沖断層帯

- 海士岬沖断層帯は、D層(先第三紀～鮮新世)の隆起や主としてNE-SW～NNE-SSW方向の断層・撓曲の存在で特徴付けられる海域に分布する(次頁)。
- 海士岬沖断層帯はD層が急に落ち込む位置に西落ちの変形、**隆起帯内に西落ちの変位**が認められ、南東傾斜の逆断層と推定される。中間部の記録ではB₁層以上の変形は認められないものの、**北部**、南部の記録ではB₁層以上に変形が認められる(P.73, 400, 401)。
- 海士岬沖断層帯は**笹波沖隆起帯内**と**笹波沖隆起帯**の西縁から海士岬沖小隆起帯の西縁に沿って位置し、海士岬沖断層帯周辺のD層は深度-100～-200m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い(P.408)。

(参考)海士岬沖断層帯周辺に、海士岬沖断層帯がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない(P.400, 401)。

(両断層の間の状況)

羽咋沖東撓曲

- 羽咋沖東撓曲は東落ちの変形が認められ、第四系が厚く分布する海盆(羽咋沖盆地(岡村, 2007a))でN-S方向の非対称褶曲の存在で特徴付けられる海域に分布する(次頁)。
- 羽咋沖東撓曲は東落ちの変形が認められ、西傾斜の逆断層と推定される。いずれもB₁層以上に変形が認められる(P.402～404)。
- 羽咋沖東撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖東撓曲周辺のD層は深度-200～-400m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い(P.408)。

(参考)羽咋沖東撓曲周辺に、羽咋沖東撓曲がバックスラストとなるような逆傾斜の断層は認められない(P.402～404)。

海上音波探査からの検討結果

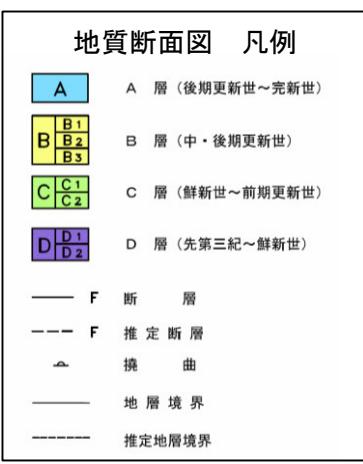
- 左記の特徴を踏まえると、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界付近を境に**南北で地質構造が大きく異なる**。
- D層の分布状況を比較すると、海士岬沖断層帯は断層の東方の標高が高いが、羽咋沖東撓曲は断層の西方の標高が高く、**両断層の隆起側が異なる**。
- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、**断層面の傾斜方向が異なり、地下深部で断層面が離れていく関係にある**。

- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲間の音波探査記録(K18測線)からは、断層等は認められず、両断層は連続しない**(P.405)。

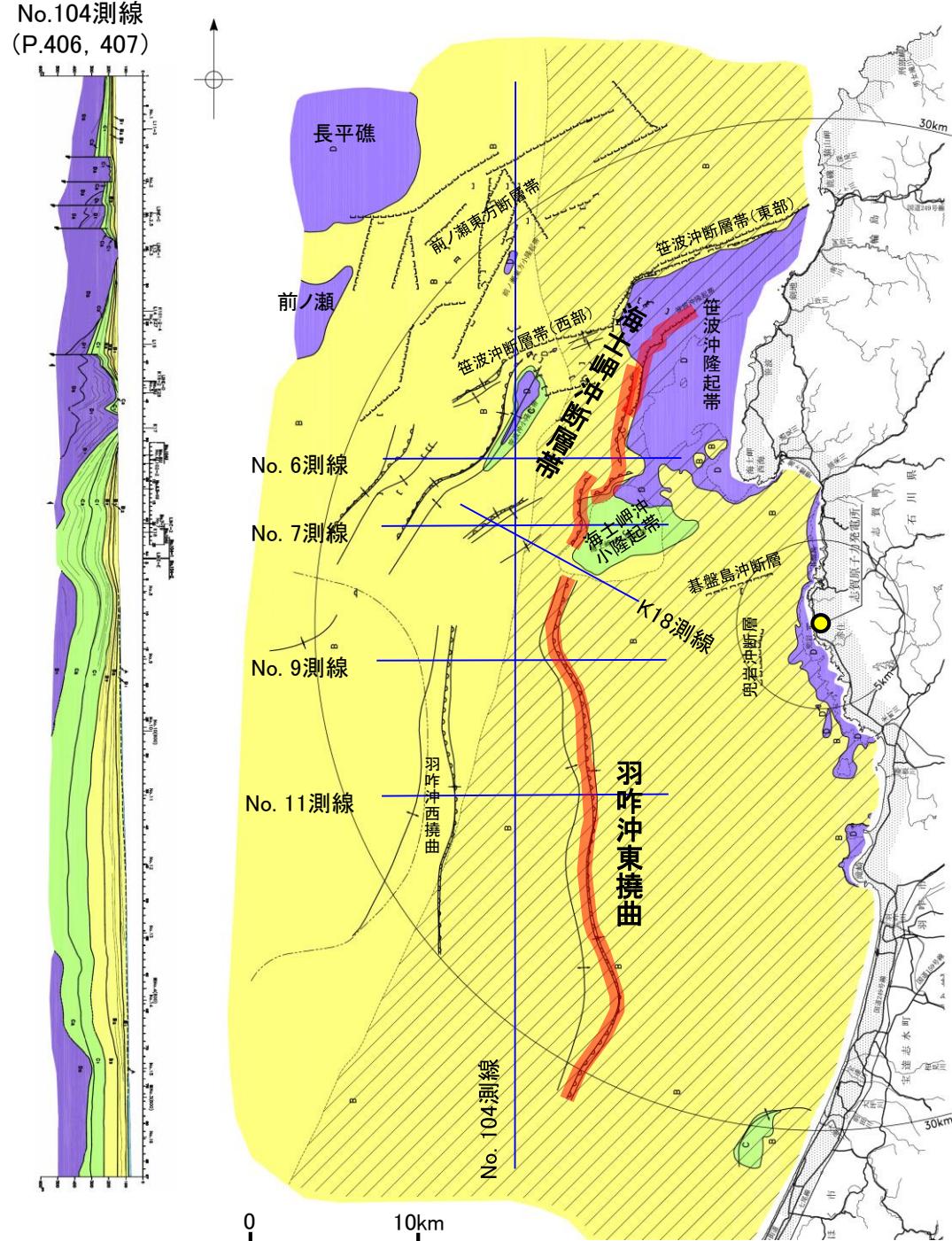
【海士岬沖断層帯，羽咋沖東撓曲周辺の地質図及び地質断面図】

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

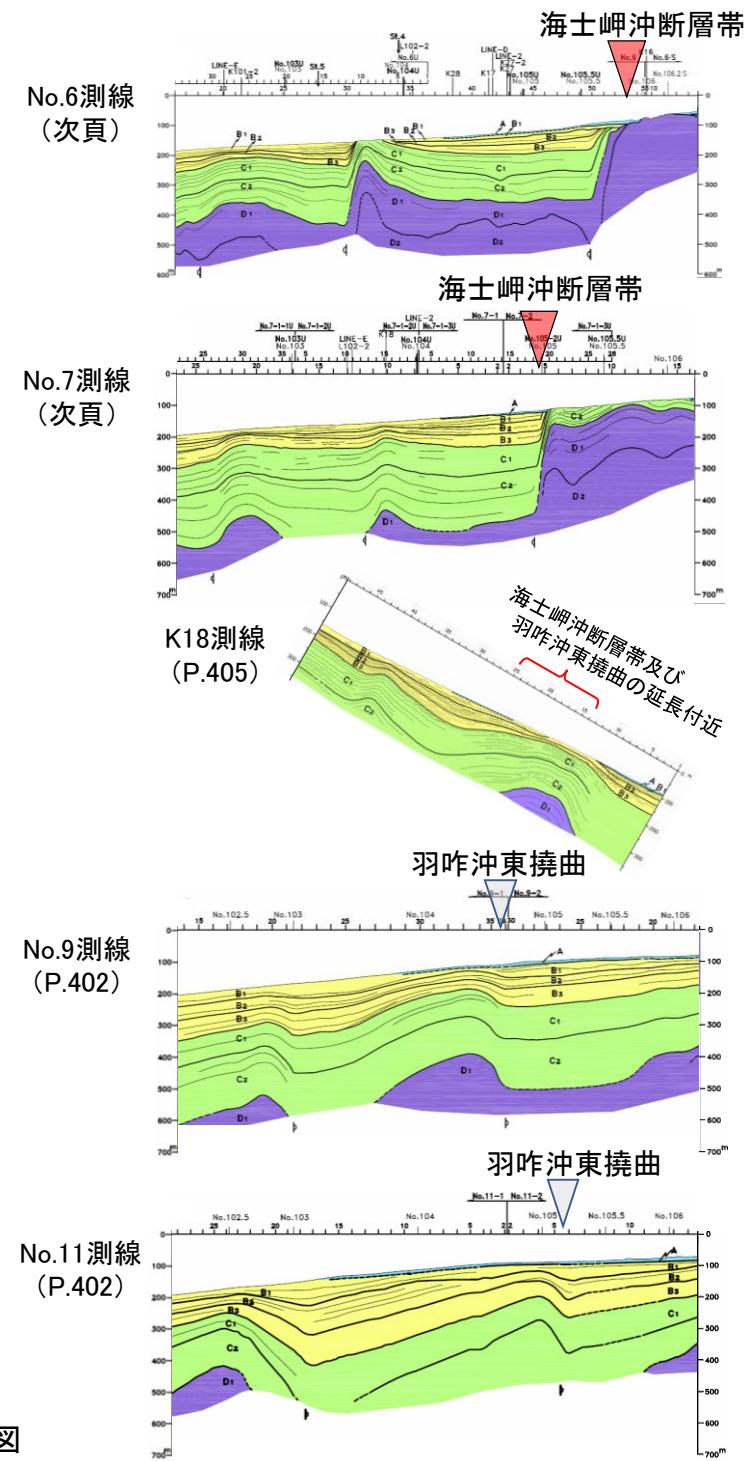
○以上のことから，海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界付近を境に南北で地質構造が大きく異なる。



断面図はH:V=1:10
断層位置



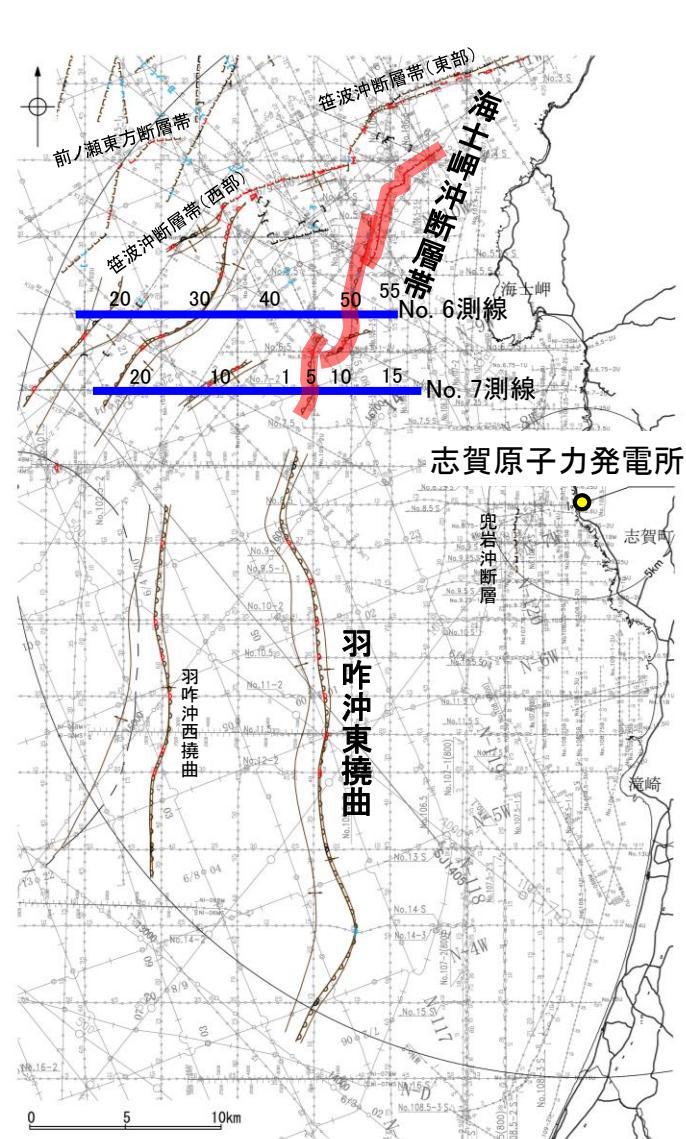
海士岬沖断層帯，羽咋沖東撓曲周辺の地質図及び地質断面図



【海士岬沖断層帯周辺の浅部記録(スーパーカー)】

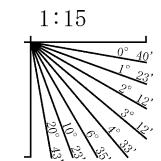
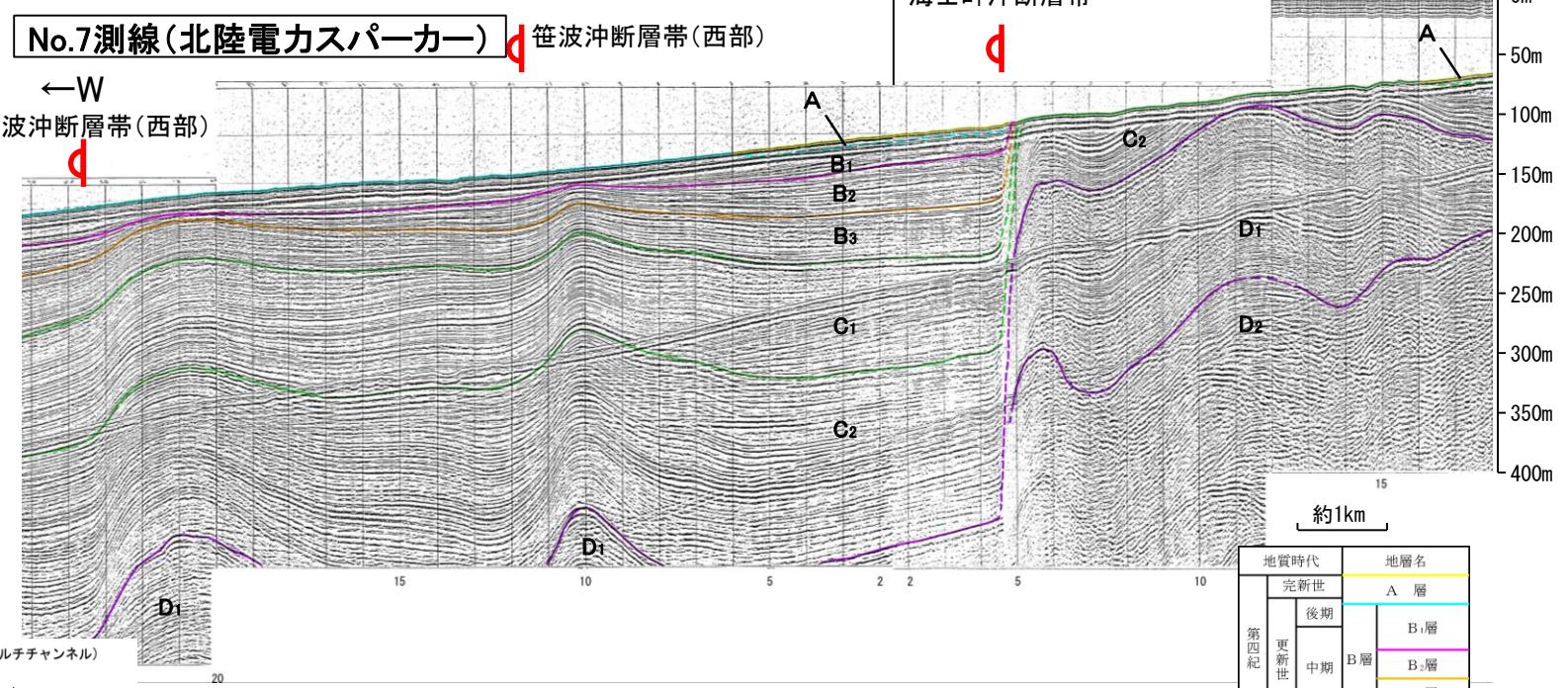
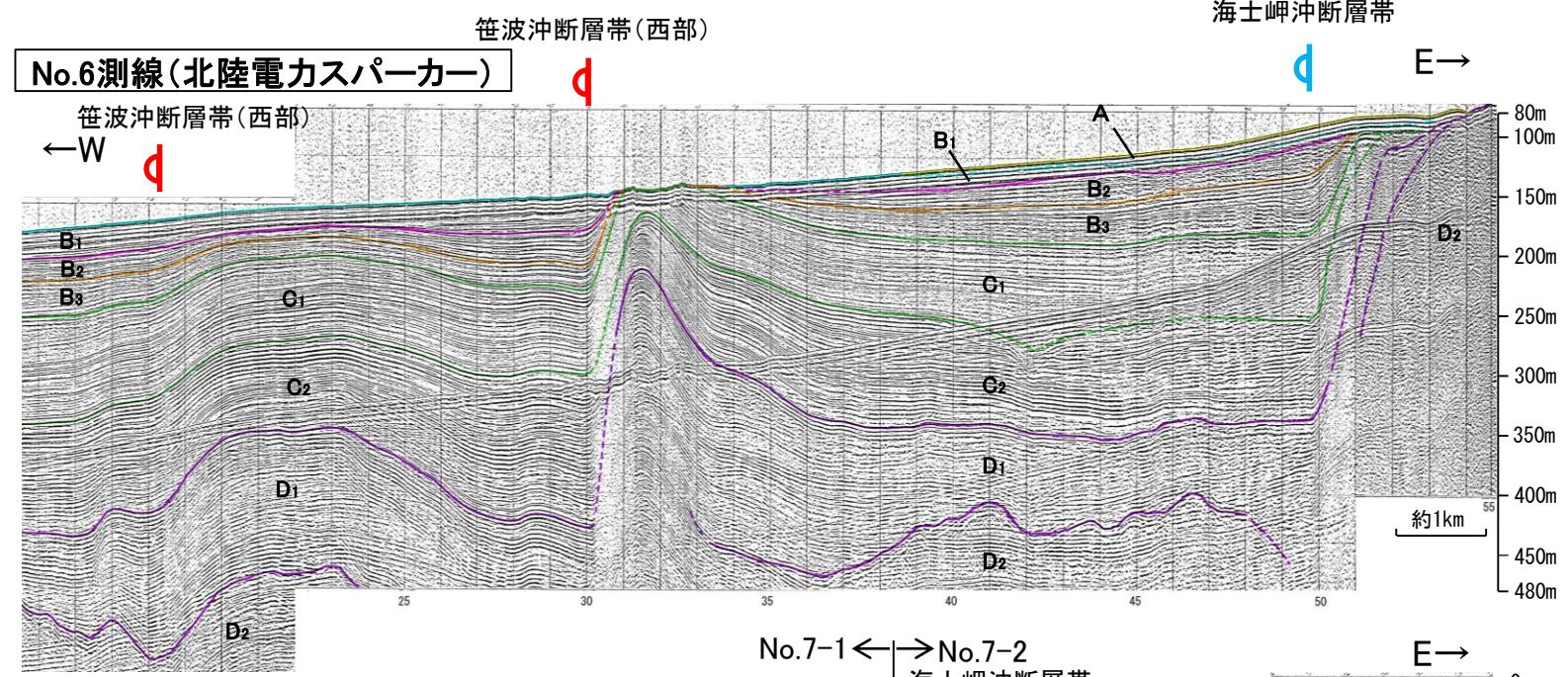
○海士岬沖断層帯の浅部の音波探査記録(スーパーカー)からは、D層が急に落ち込む位置に西落ちの変形が認められ、中間部の記録(No.6測線)ではB₁層以上の変形は認められないものの、南部の記録(No.7測線)ではB₁層以上に変形が認められる。本撓曲は相対的隆起側(東側)に背斜構造が認められ、東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

(参考)海士岬沖断層帯の上盤側(東側)の羽咋沖東撓曲延長付近(No.6測線:測点50~55付近, No.7-2測線:測点5~17付近)のいずれの地層にも、海士岬沖断層帯がバック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) 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-06BM | <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 | <ul style="list-style-type: none"> 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) 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) 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) 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) |
|--|--|---|---|



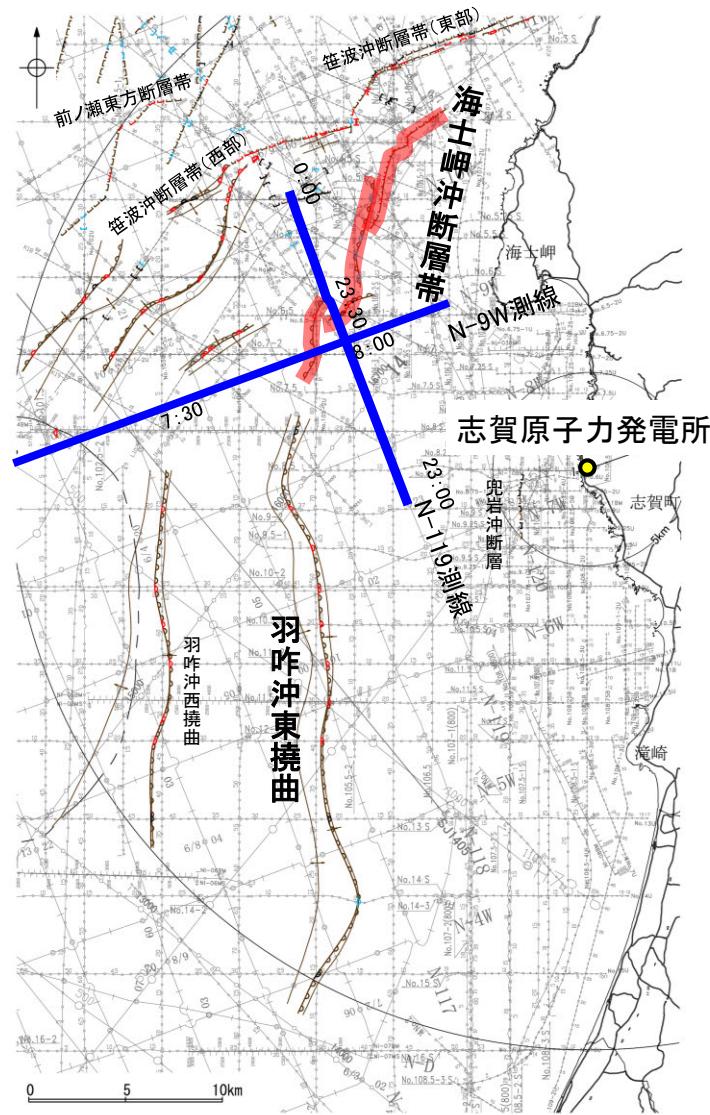
枠囲みの内容は機密事項に
属しますので公開できません。

地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	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層	
	中新世	D ₁ 層	
		D ₂ 層	
古第三紀			
先第三紀			

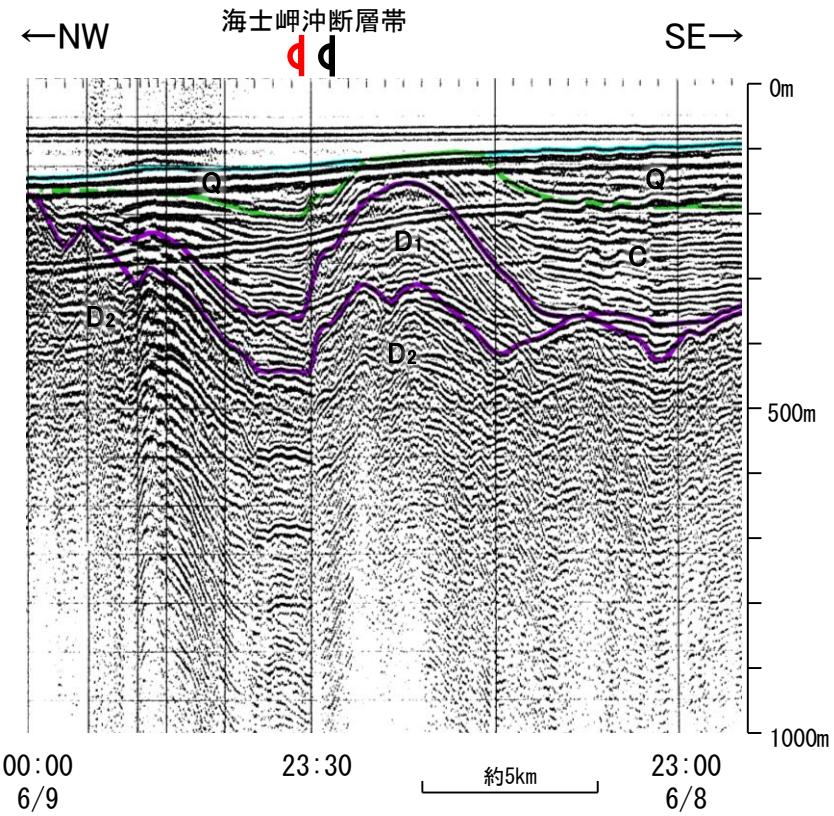
【海士岬沖断層帯周辺の深部記録(エアガン)】

○海士岬沖断層帯の南部付近の深部の音波探査記録(エアガン)を確認した結果、D層が急に落ち込む位置のQ層に西落ちの変形が認められる。本撓曲は相対的隆起側(東側)に背斜構造が認められ、南東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

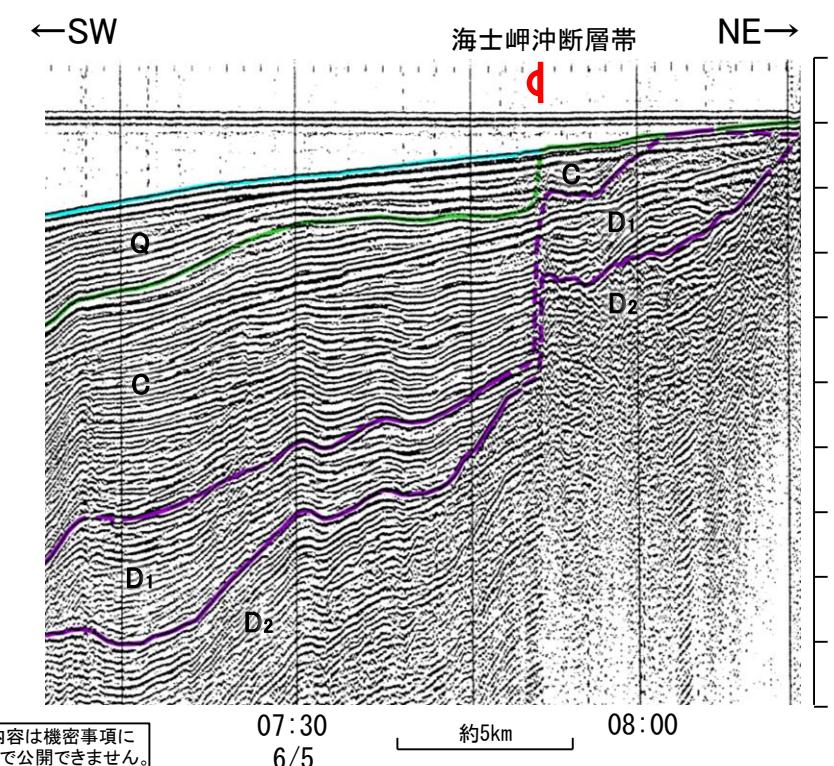
(参考)海士岬沖断層帯の上盤側(東側)の羽咋沖東撓曲延長付近(N-119測線:測点6/8 23:00~6/8 23:30付近、N-9W:測点6/5 7:50~8:15付近)のいずれの地層にも、海士岬沖断層帯がバックラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



位置図
凡例

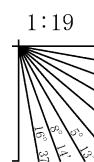


N-119測線(地質調査所エアガン)



N-9W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層
	中期		B ₁ 層
前期	C層	C ₁ 層	
新第三紀	鮮新世	D層	C ₂ 層
	中新世		D ₁ 層
古第三紀			D ₂ 層
先第三紀			



- 断層(伏在断層) 背斜軸
- 撓曲 向斜軸
- 断層(断層)連続性のない断層
- 断層位置
- 右図記録範囲
- 小断層群密集域
- 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) 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) 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) 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)

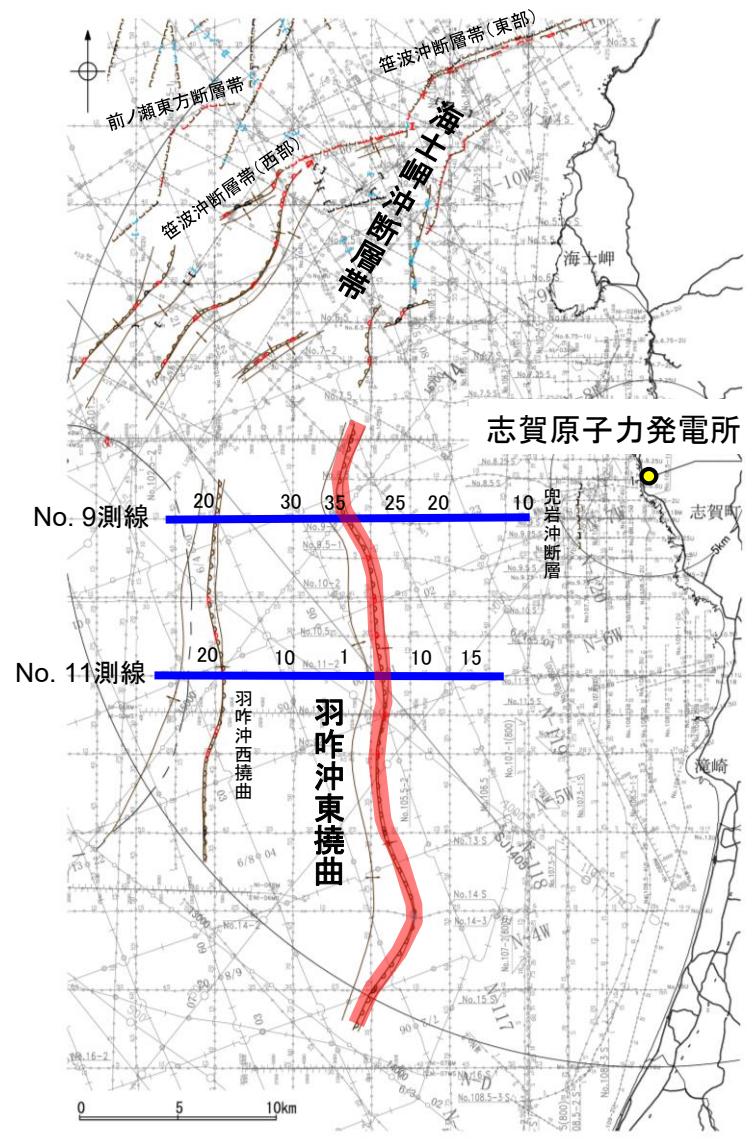
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

・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

【羽咋沖東撓曲周辺の浅部記録(スーパーカー)】

○羽咋沖東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。

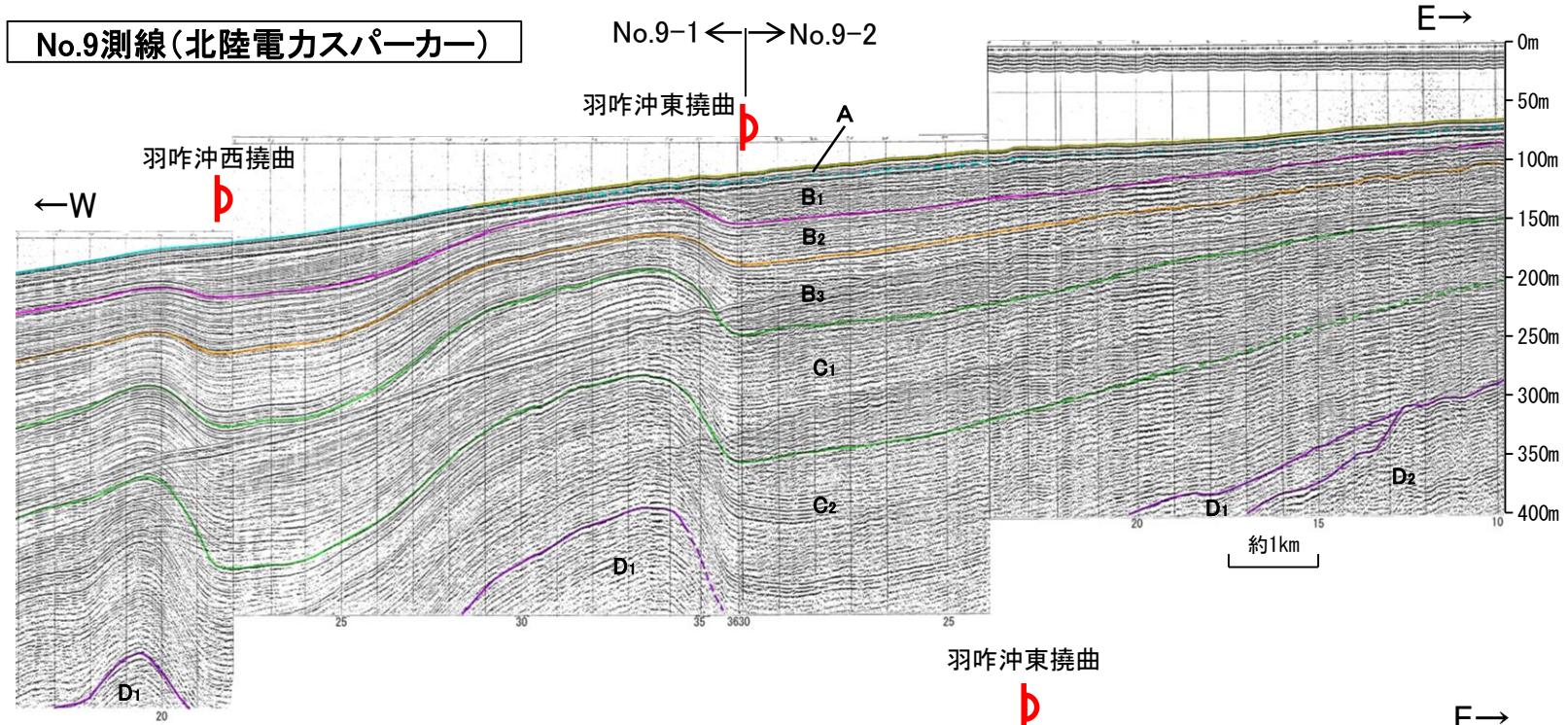
(参考)羽咋沖東撓曲の上盤側(西側)の海士岬沖断層帯延長付近(No.9-1測線:測点21~36付近, No.11-2測線:測点3~5付近, No.11-1測線:測点1~21付近)のいずれの地層にも、羽咋沖東撓曲がバックスラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



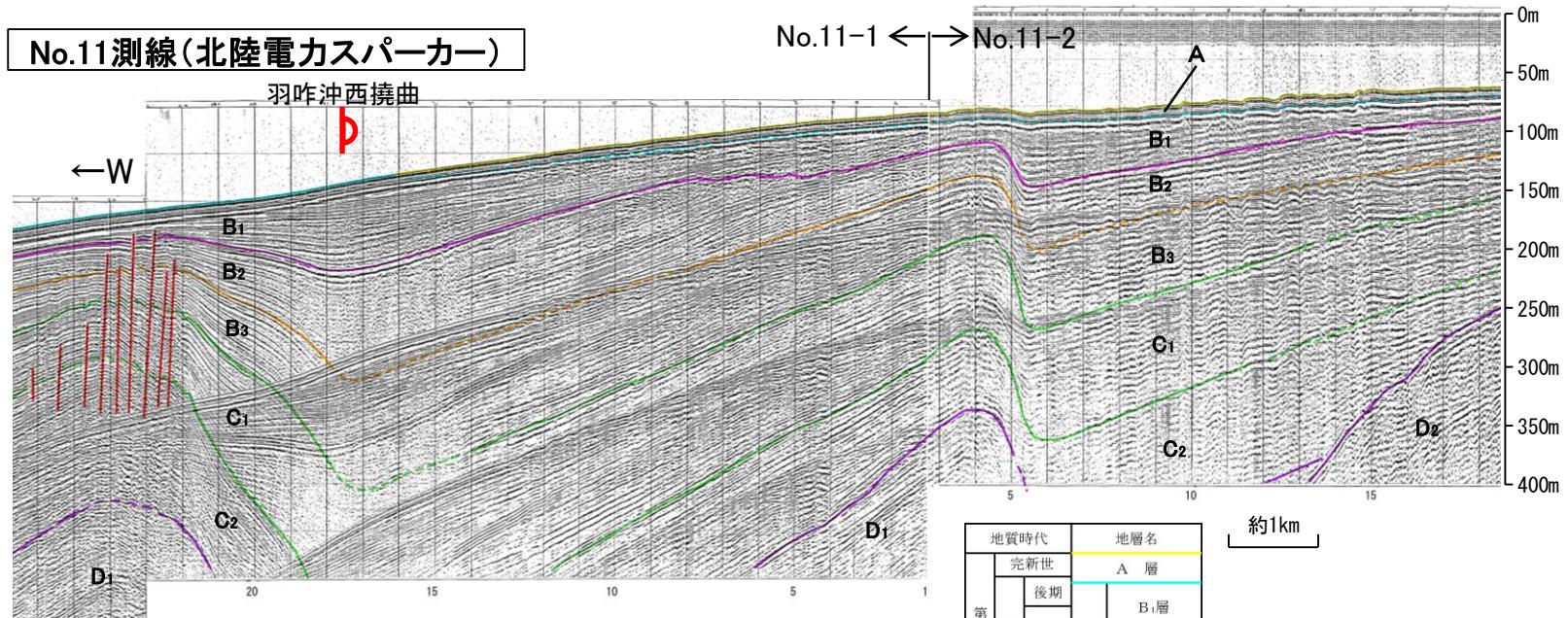
位置図
凡例

- 断層(伏在断層) 背斜軸
- 断層 向斜軸
- 断層(伏在断層) 連続性のない断層
- 小断層群密集域
- 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) 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.8U, No.11B
- 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) NI-06HM
- 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-06MS
- 調査測線(地質調査所:エアガン・シングルチャンネル) N-118
- 調査測線(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) 14
- 調査測線(エアガン・マルチチャンネル) H73-1
- 調査測線(海洋研究開発機構:エアガン・マルチチャンネル) SJ1407
- 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

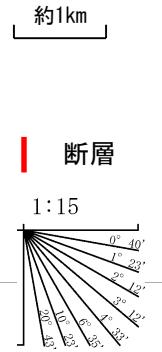
No.9測線(北陸電力スーパーカー)



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	A層
	後期	B ₁ 層
	中期	B ₂ 層 B ₃ 層
第三紀	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		

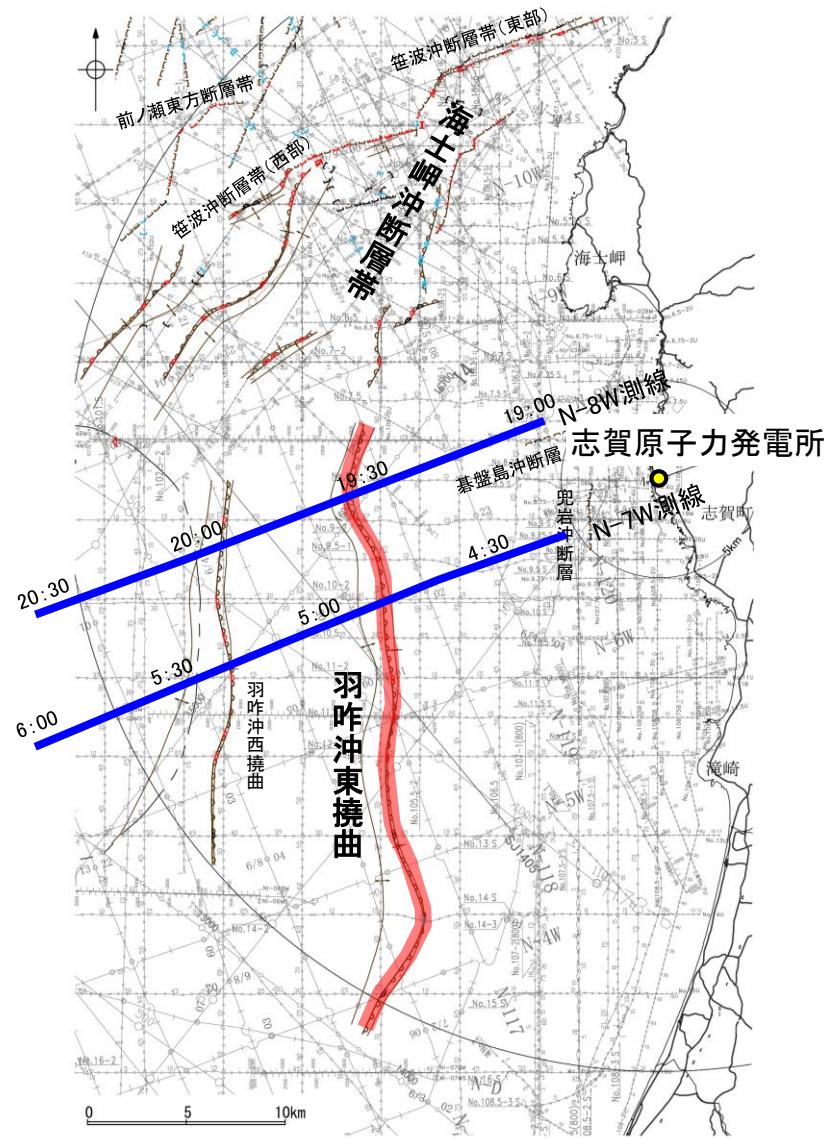


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【羽咋沖東撓曲周辺の深部記録(エアガン) 1/2】

○羽咋沖東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。

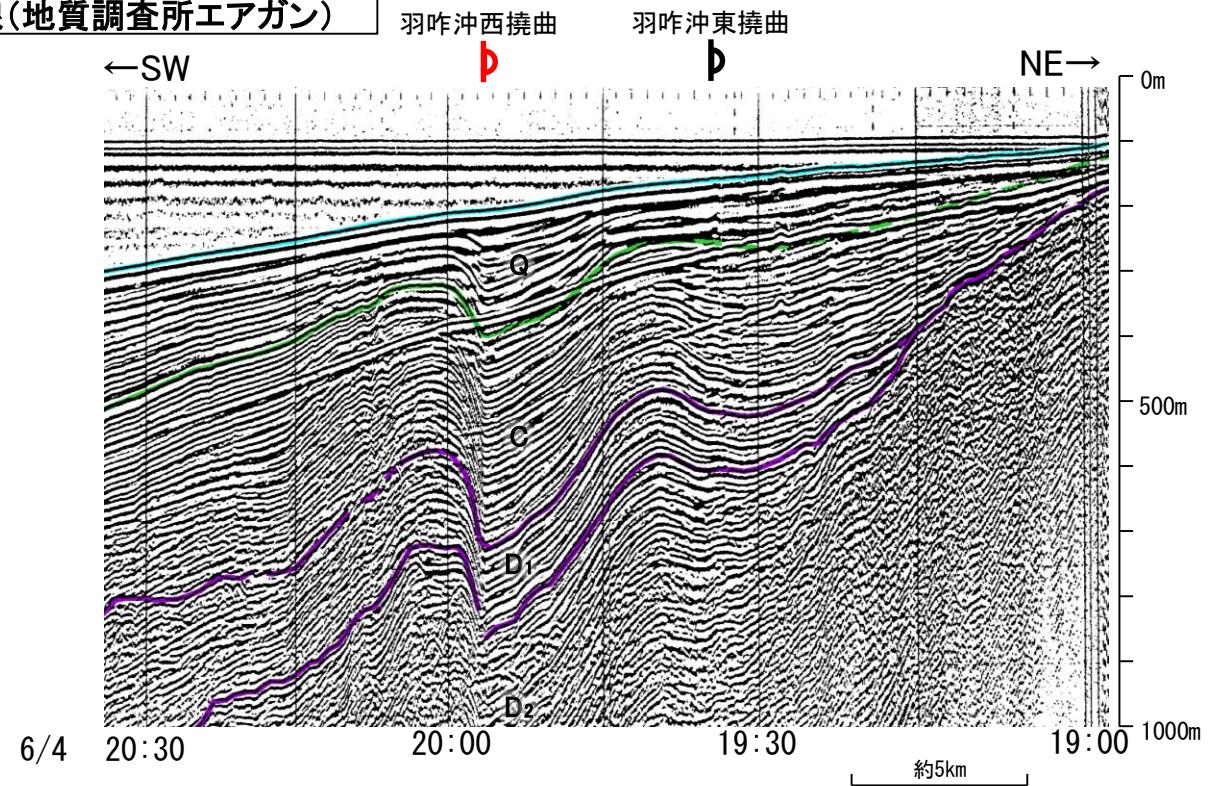
(参考)羽咋沖東撓曲の上盤側(西側)の海士岬沖断層帯延長付近(N-8W測線:測点19:30~20:00付近, N-7W測線:測点4:50~5:20付近, N-6W測線:測点3:00~3:30付近, N-5W測線:測点9:00~9:30付近)のいずれの地層にも、羽咋沖東撓曲がバックラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



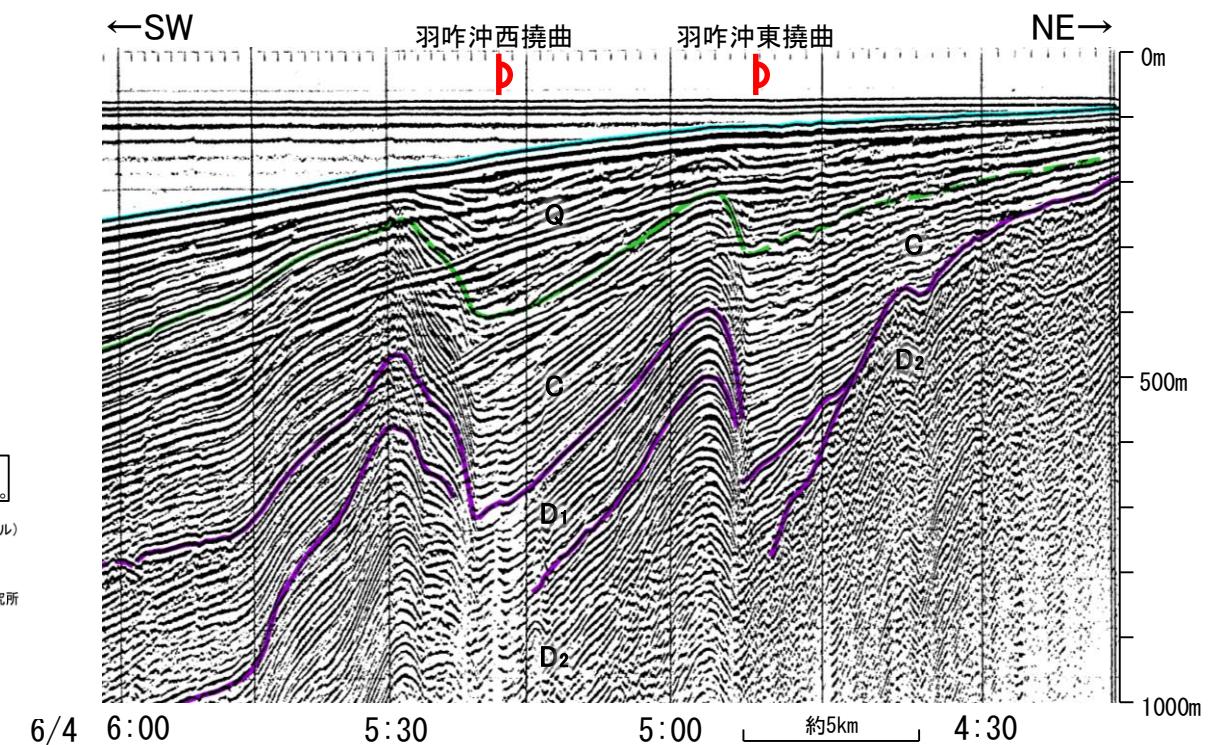
位置図 凡例

- | | | |
|--|---|---|
| <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. 9.5 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. 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-06BM 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) 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 断層位置 右図記録範囲 | <ul style="list-style-type: none"> 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) 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) |
|--|---|---|

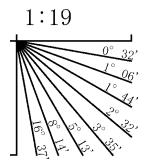
N-8W測線(地質調査所エアガン)



N-7W測線(地質調査所エアガン)



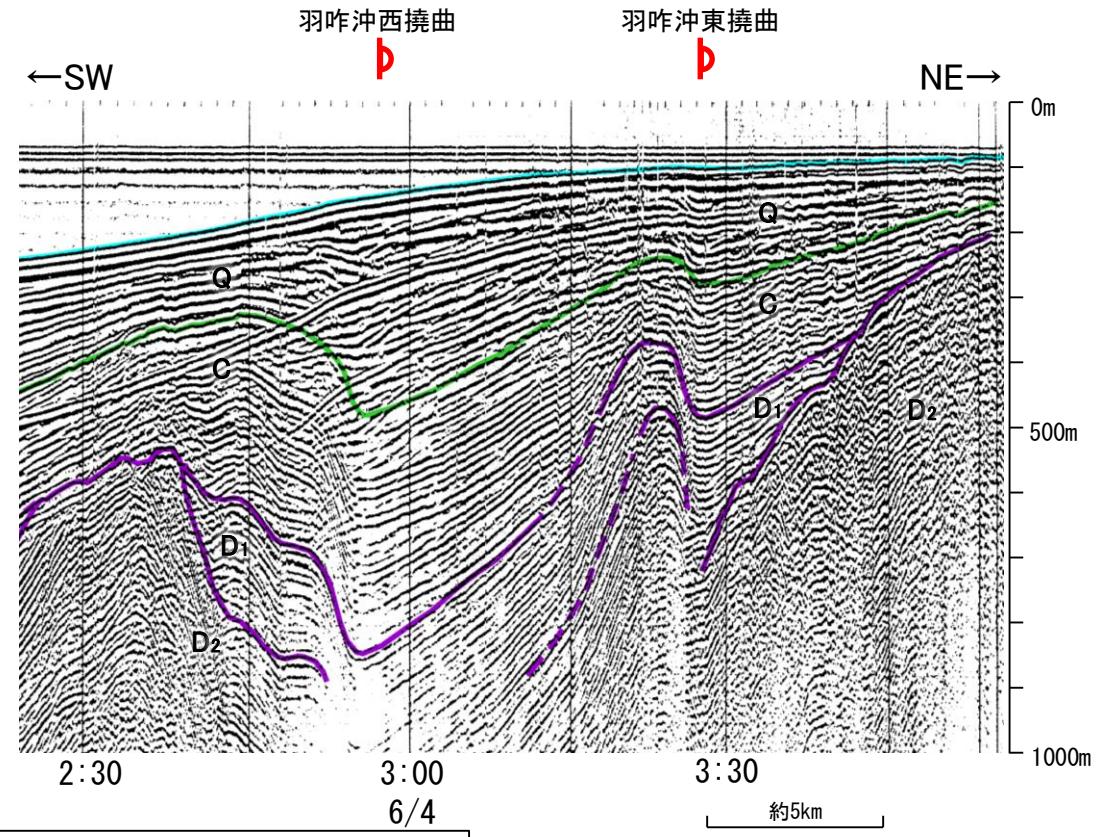
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	Q層	A層
	後期		B ₁ 層
	中期		B ₂ 層
	前期	B ₃ 層	
新第三紀	鮮新世	C層	C ₁ 層
	中新世	D層	D ₁ 層
古第三紀			D ₂ 層
先第三紀			



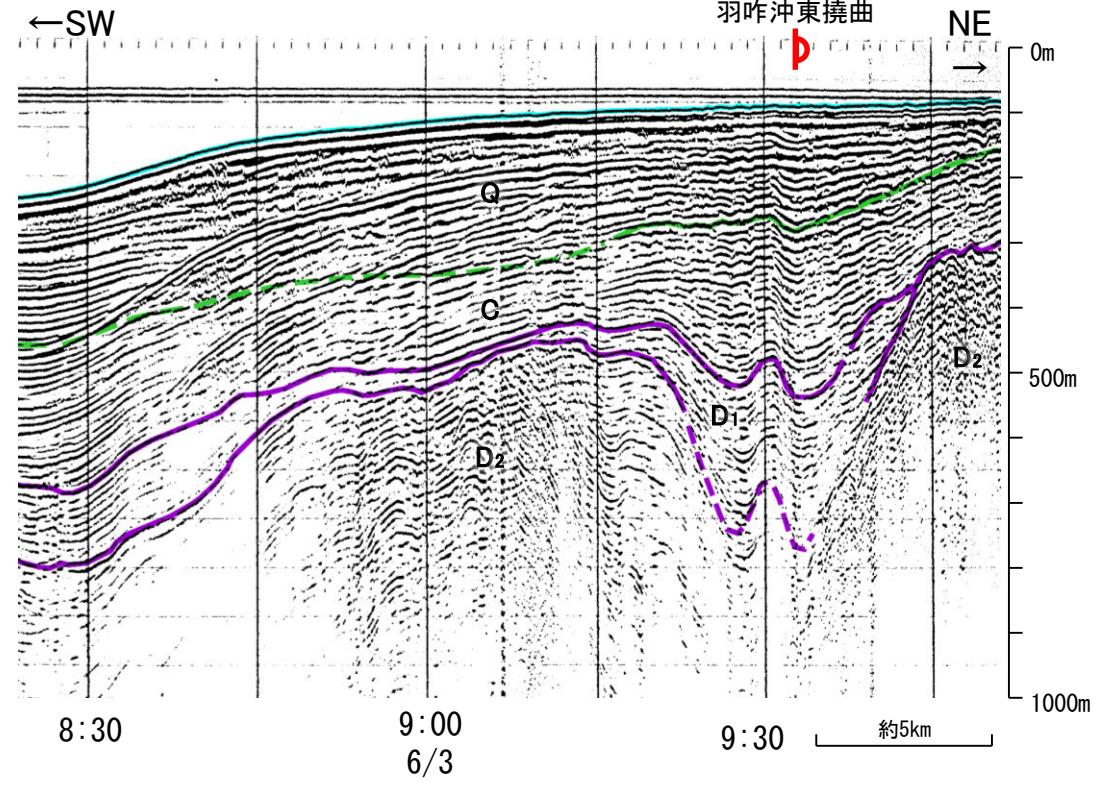
この図面は、地質調査所(現産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

【羽咋沖東撓曲周辺の深部記録(エアガン) 2/2】

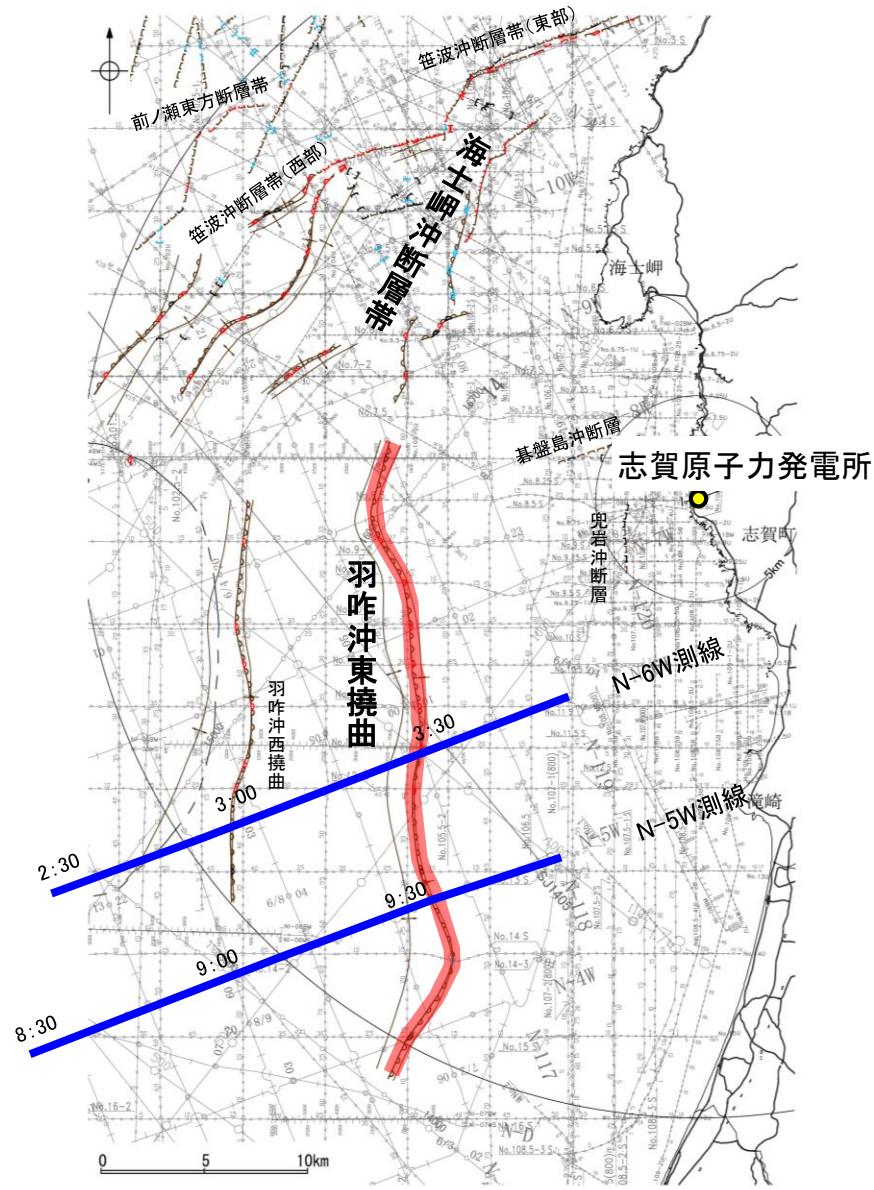
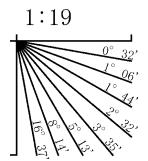
N-6W測線(地質調査所エアガン)



N-5W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層
		中期	B ₁ 層 B ₂ 層
前期	C層		
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層 C ₂ 層	
	中新世	D層	
古第三紀		D ₁ 層	
先第三紀		D ₂ 層	



位置図

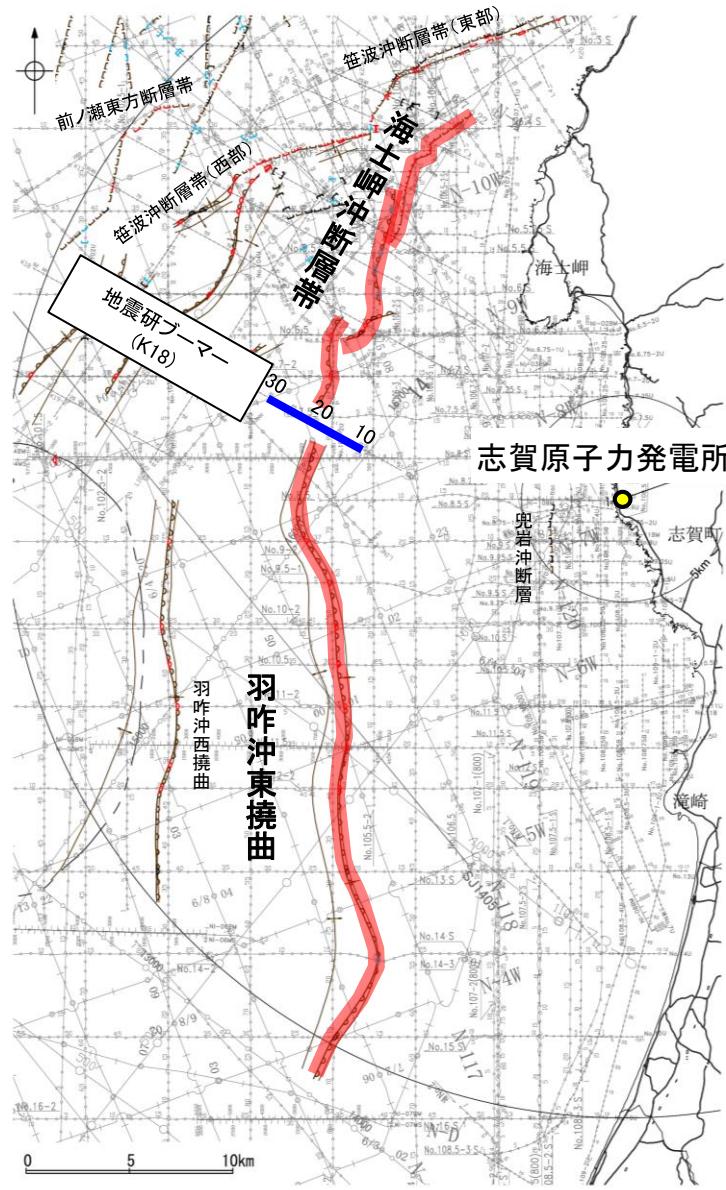
凡例

- 断層(伏在断層) 背斜軸
 - 撓曲 向斜軸
 - 断層 連続性のない断層
 - 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。
- | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|---------|---|
| 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) | 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・シングルチャンネル・約360ジュール) | N-118 | 調査測線(地質調査所: エアガン・シングルチャンネル) |
| 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-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) | 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) |

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

【海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲間の海上音波探査(K18測線)】

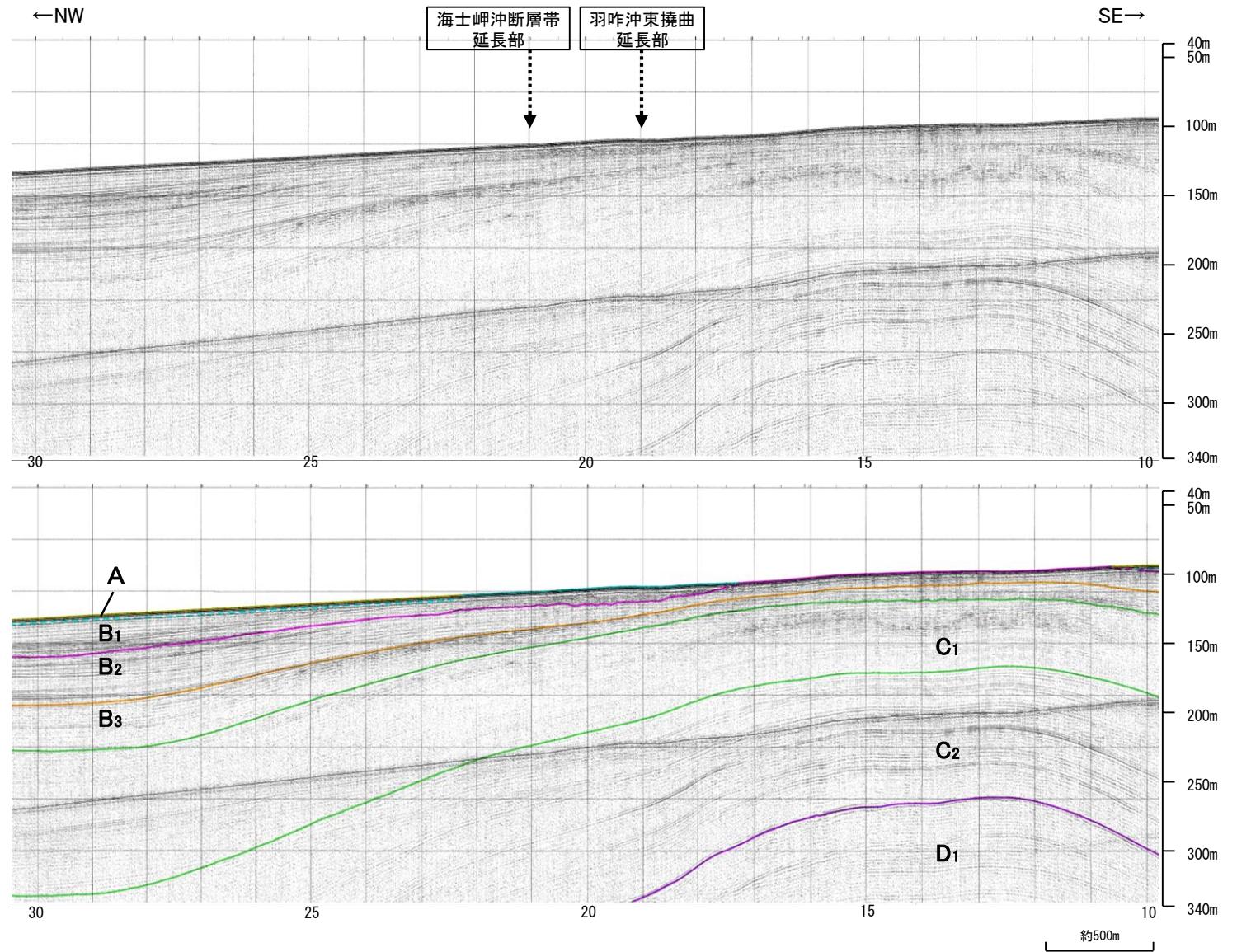
- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲間の地質構造の連続性を検討するため、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲間の海上音波探査記録を確認した。
- 音波探査記録を確認した結果、海士岬沖断層帯～羽咋沖東撓曲間のK18測線に断層等は認められない。



位置図

凡例

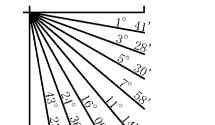
- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層 (伏在断層) 撓曲 断層 (断層) 連続性のない断層 伏在断層 | <ul style="list-style-type: none"> 背斜軸 向斜軸 | <ul style="list-style-type: none"> 断層位置 右図記録範囲 |
| <ul style="list-style-type: none"> 小断層群密集域 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール) NI-06MS 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール) N-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) No. 8U, No. 11B 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) K17 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) L102 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル) NI-06HM | <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) | <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) |



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

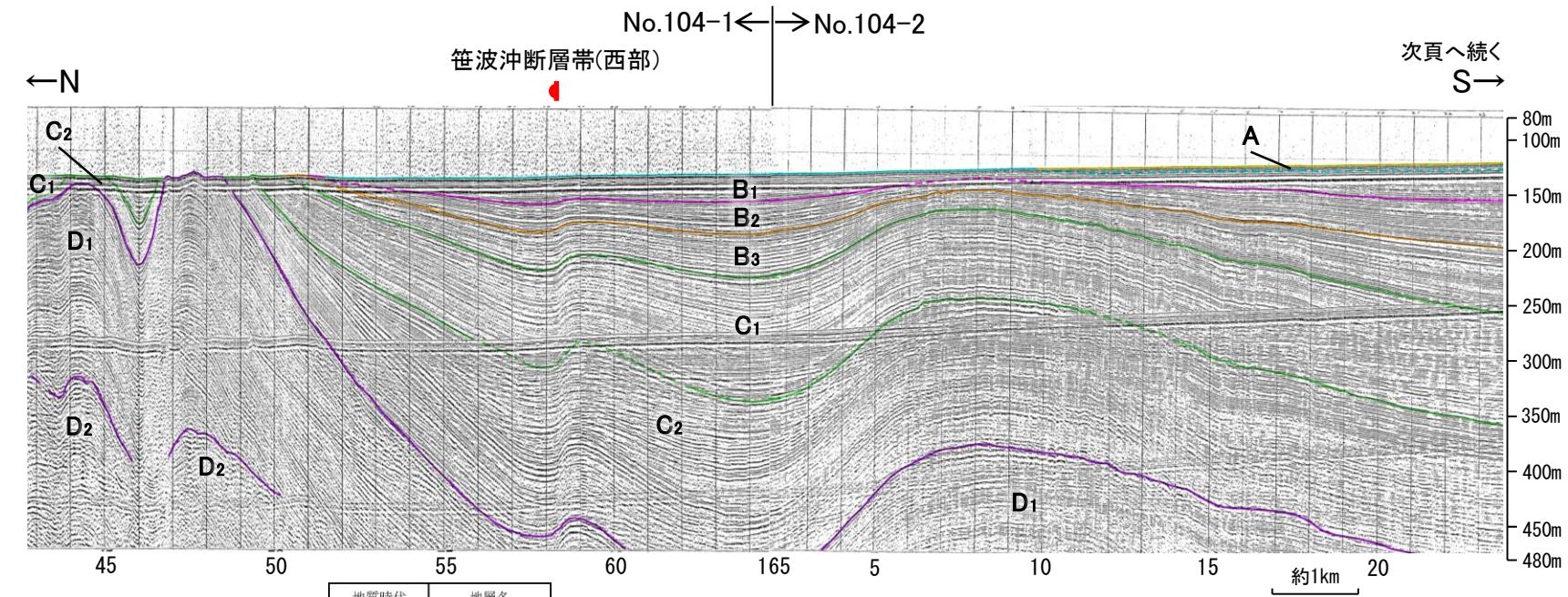
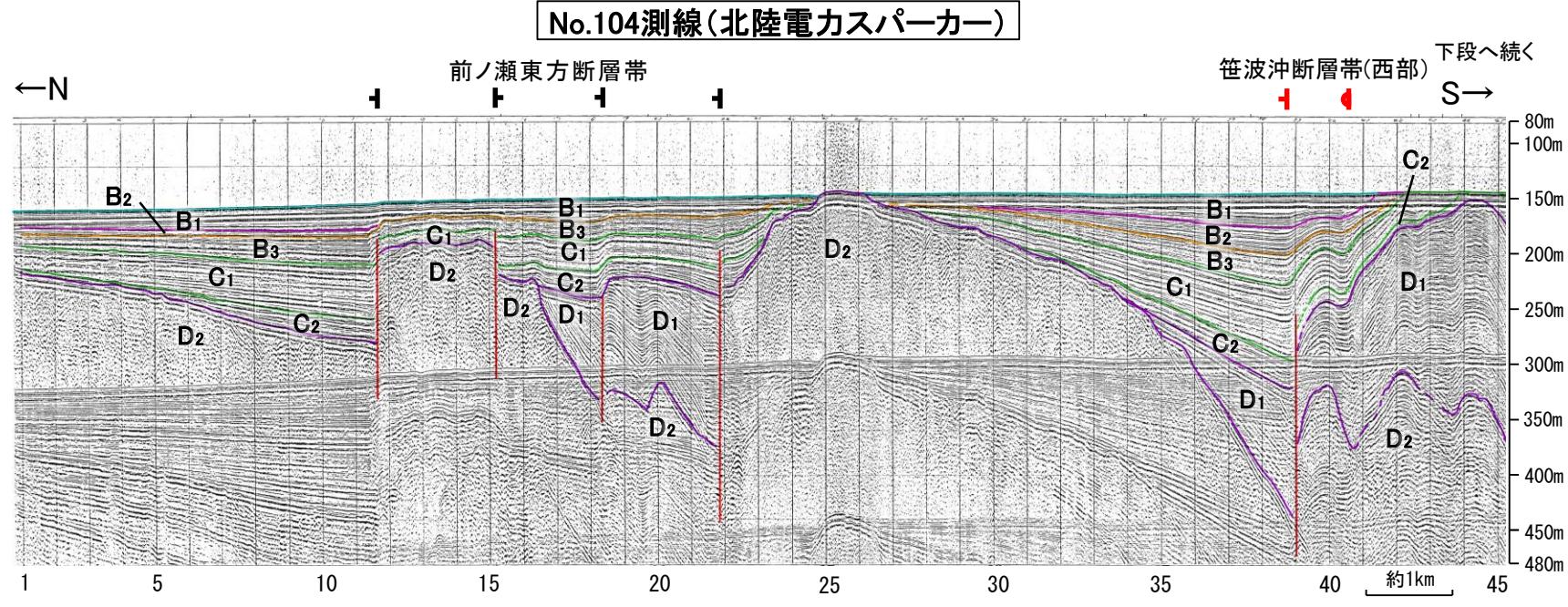
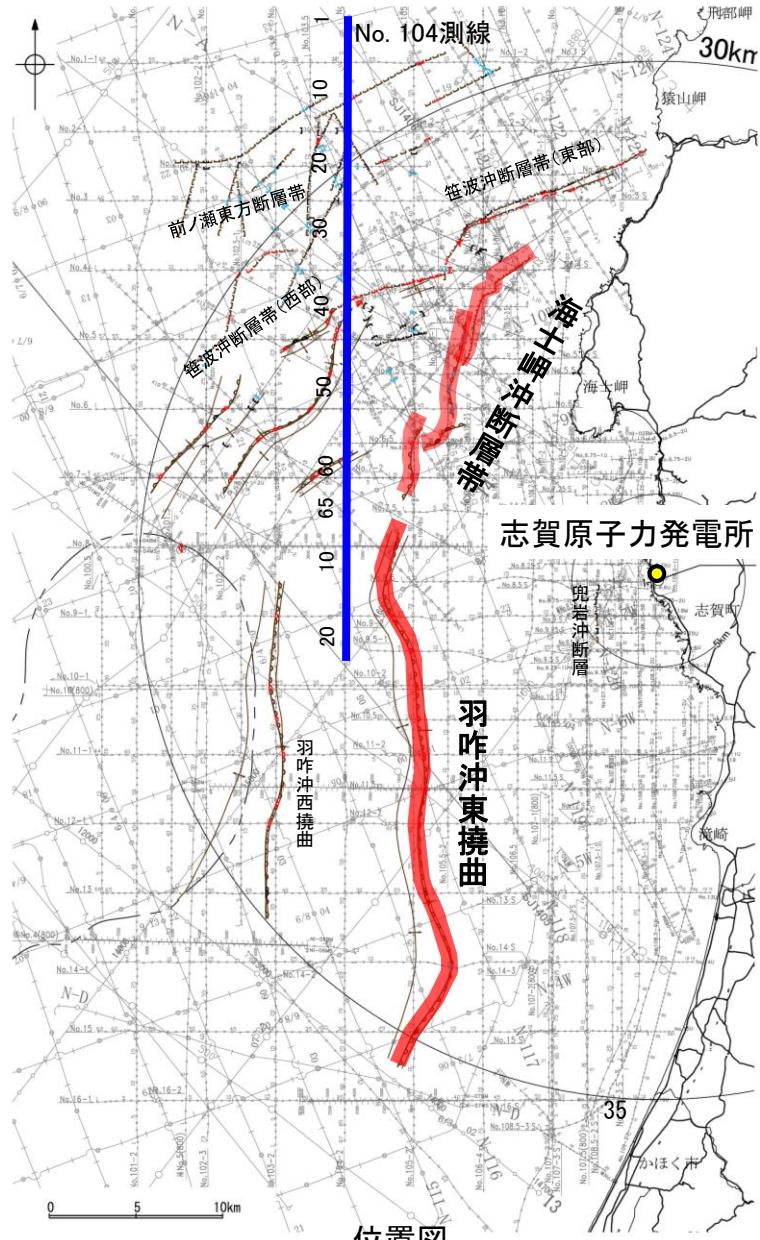
・この図面は、東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

1:6



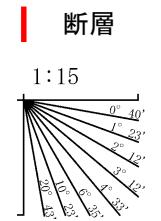
【海士岬沖断層帯, 羽咋沖東撓曲周辺の浅部記録(スーパーカー) 1/2】

○No.104-1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)。

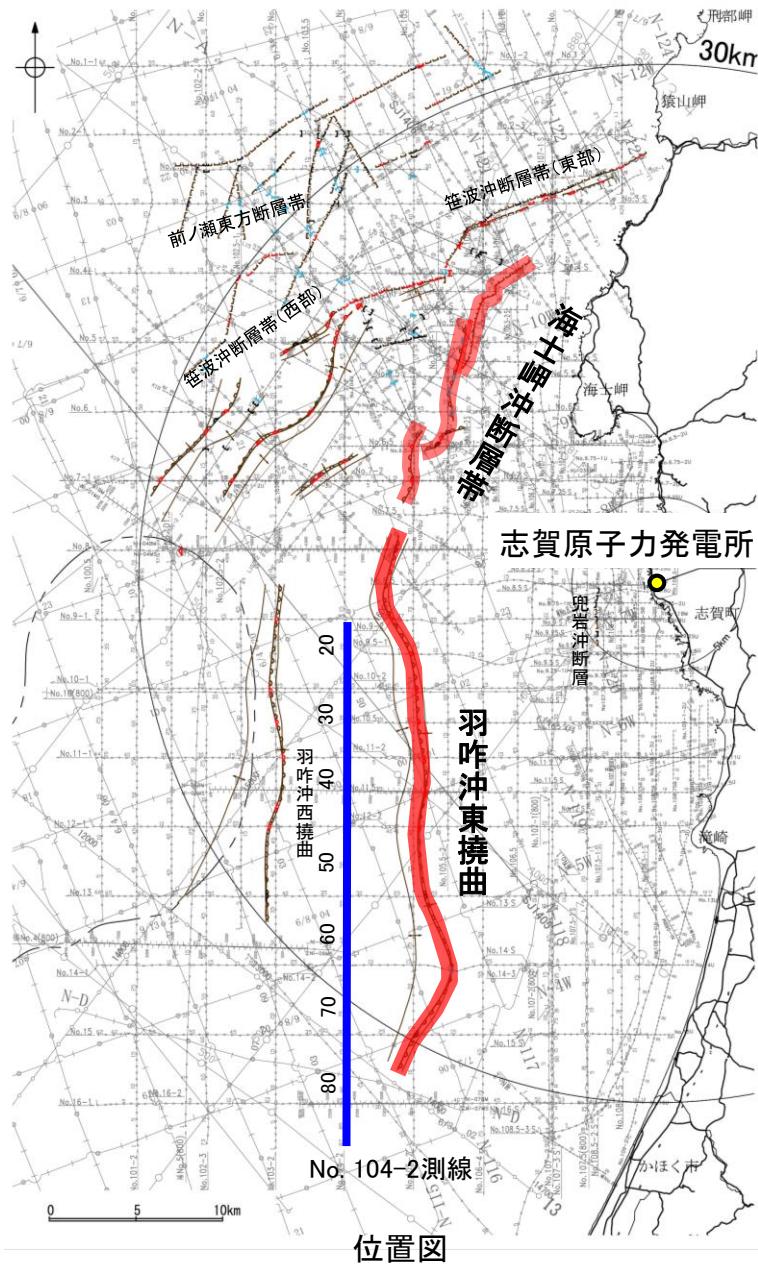


- 凡例
- 断層 (伏在断層) 背斜軸
 - 断層 (伏在断層) 向斜軸
 - 断層 (伏在断層) 連続性のない断層
 - 小断層群密集域
 - 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール) NI-06MS
 - 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール) NI-118
 - 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール) NI-11B
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル) H73-1
 - 調査測線 (産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル) SJ1407
 - 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) NI-06HM
 - 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)
- (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
- 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。

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	
	古第三紀	D ₂ 層	
先第三紀			



【海士岬沖断層帯, 羽咋沖東撓曲周辺の浅部記録(スパーカー) 2/2】



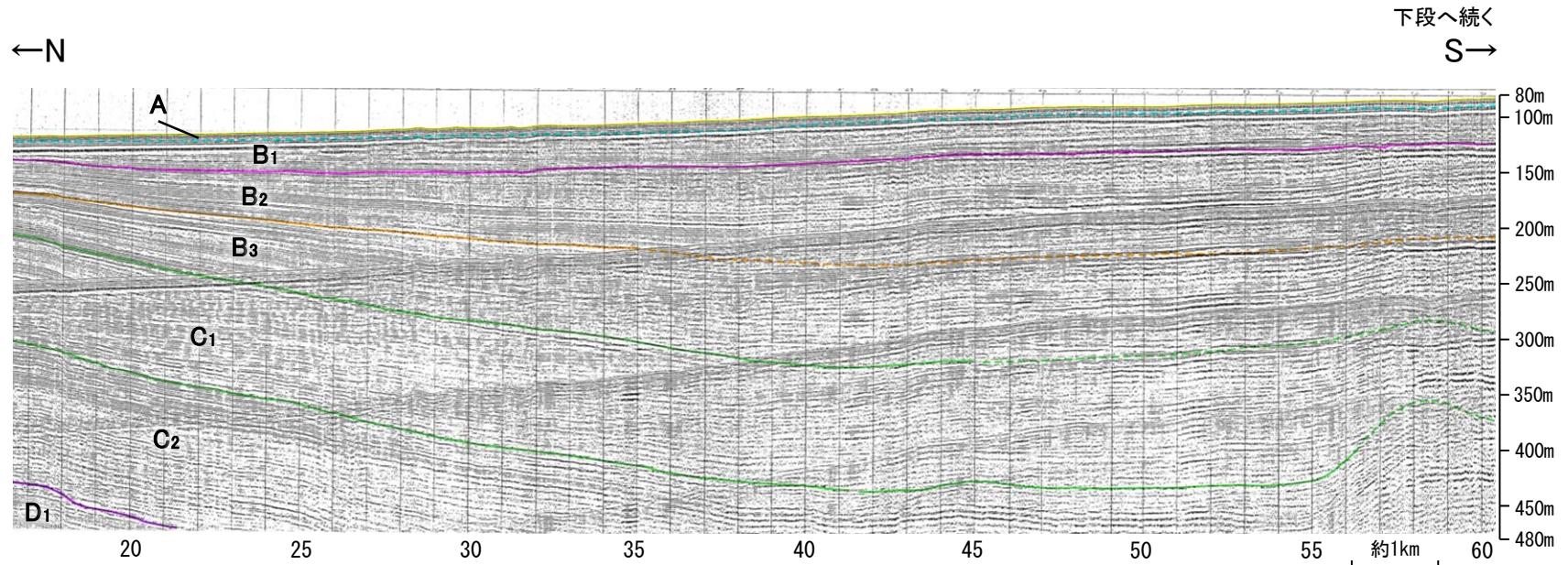
No. 104-2測線

位置図

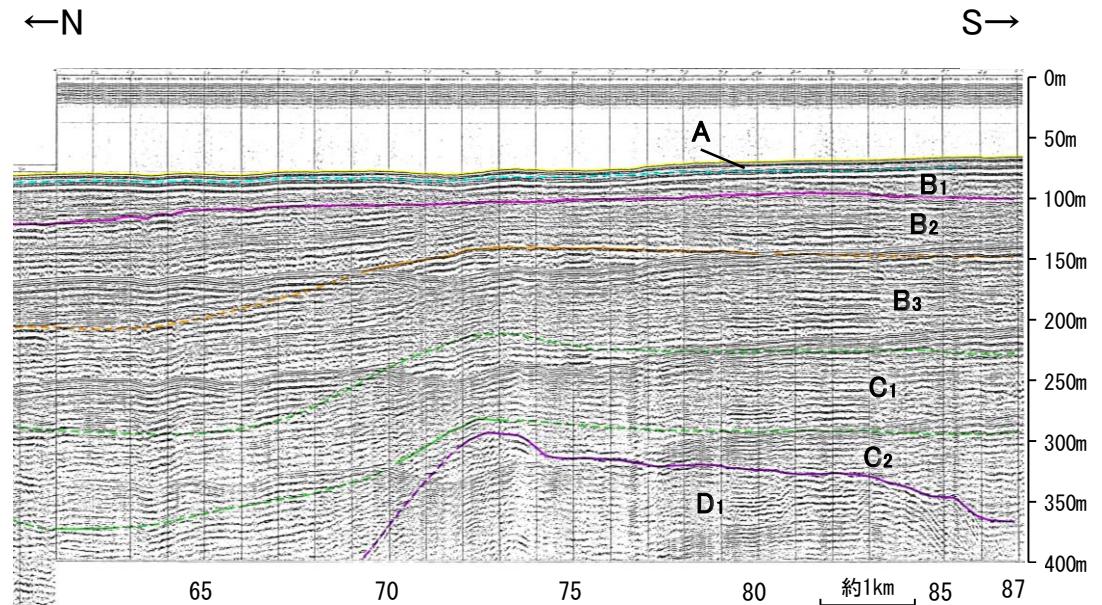
凡例

- | | | |
|---|--|-----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層(伏在断層) 背斜軸 断層(伏在断層) 撓曲 断層(伏在断層) 向斜軸 断層(伏在断層) 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) 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) N-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-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) LINE-A | <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 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 <p>断層位置</p> <p>右図記録範囲</p> | <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> |
|---|--|-----------------------------------|

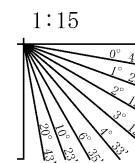
No.104-2測線(北陸電力スパーカー)



下段へ続く
S→



地質時代		地層名
第四紀	完新世	A層
	更新世	B ₁ 層
		B ₂ 層
		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		

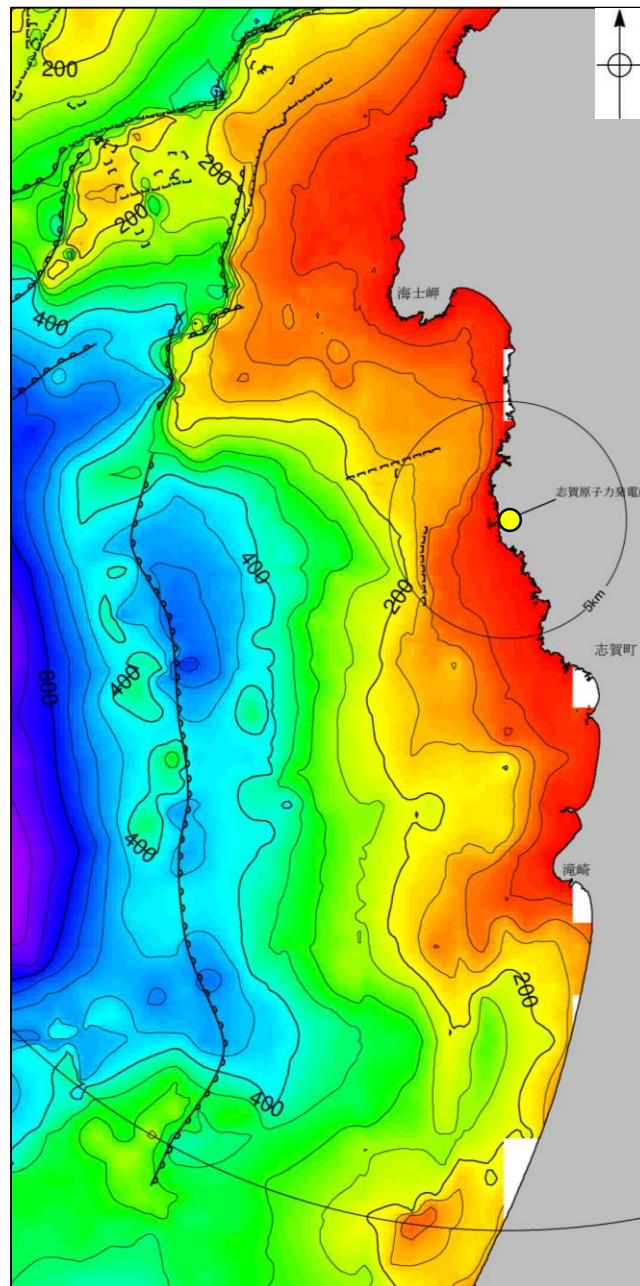


3.2.3(4) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討 — 海上音波探査(D層の分布状況) —

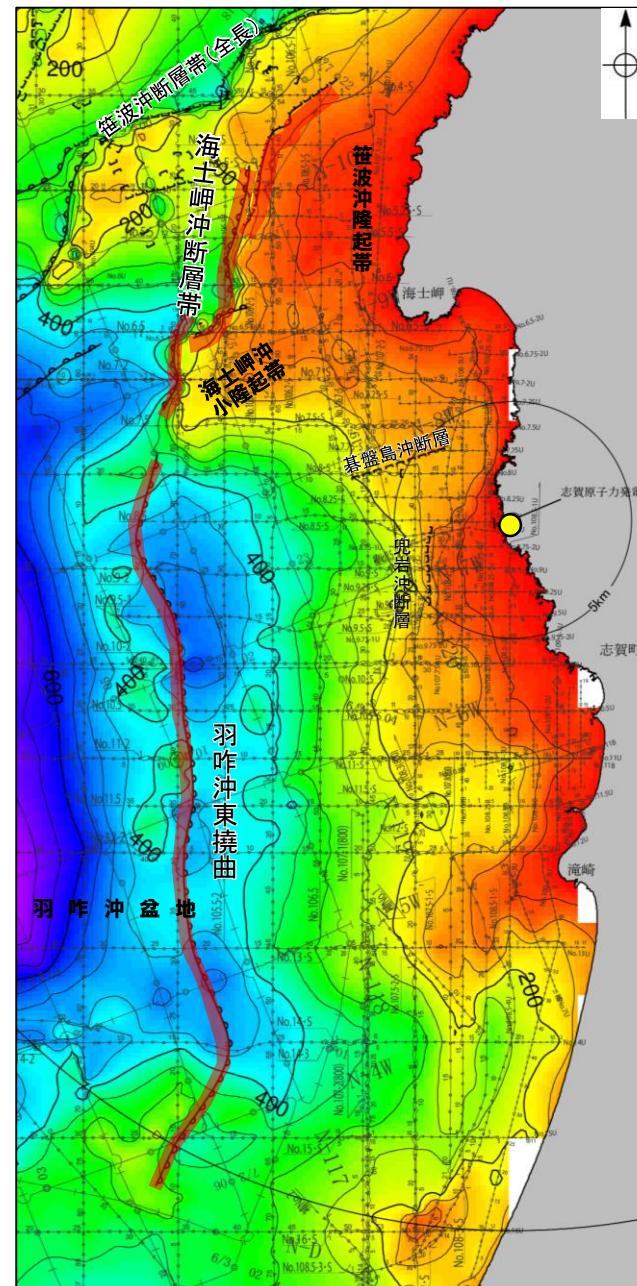
- 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の隆起帯の連続性を確認するために、海域のD層の分布状況を比較した。
- 海士岬沖断層帯は笹波沖隆起帯の西縁から海士岬沖小隆起帯の西縁に沿って位置し、海士岬沖断層帯周辺のD層は深度-100~-200m程度に分布しており、断層の東方の標高が高い。
- 羽咋沖東撓曲は羽咋沖盆地内に位置し、羽咋沖東撓曲周辺のD層は深度-200~-400m程度に分布しており、断層の西方の標高が高い。

○以上のことから、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲は、上盤の隆起が反対側に分布する。

● 志賀原子力発電所



D層等深線図



D層等深線図
(音波探査測線等を加筆)

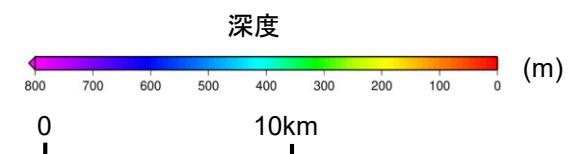
- ・左図は、澤田ほか(2022)を基に、金沢大学・当社が作成したものである。
- ・D₂層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D₁層及びD₂層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
- ・D層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。

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 □—□—□ 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)

┌(┐)断層 (伏在断層)
└┘ 撓曲

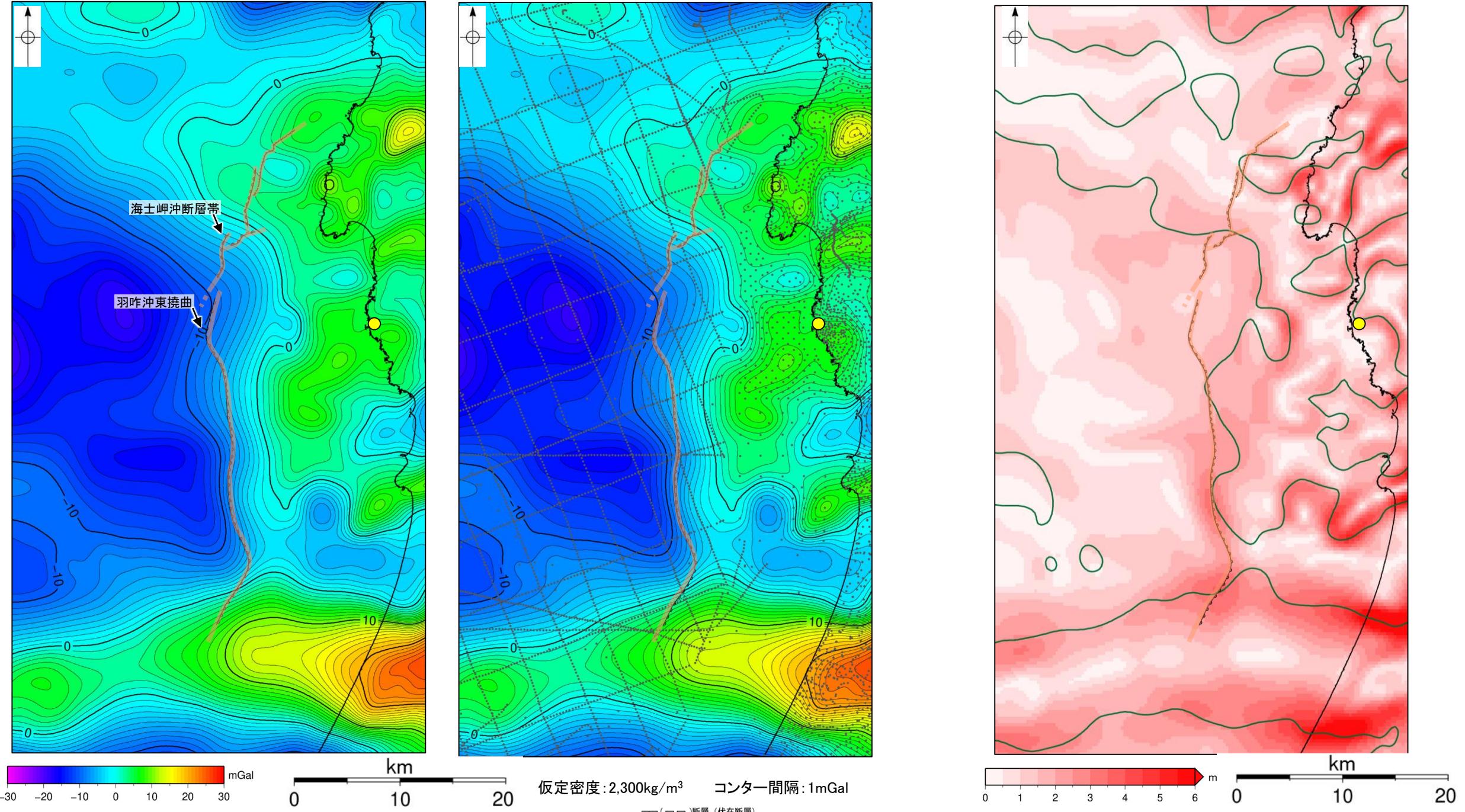
— 断層位置



3.2.3(5) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討 —重力異常分布—

○海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲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、羽咋沖東撓曲の走向はほぼ一致しているが、海士岬沖断層帯の走向はほぼ直交しており、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。

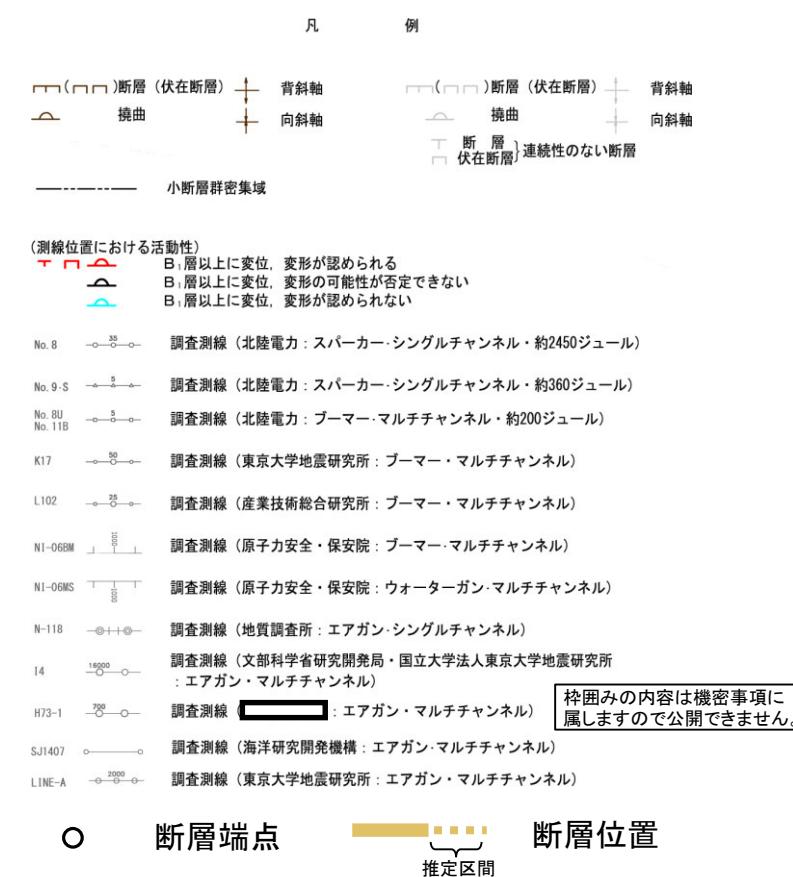
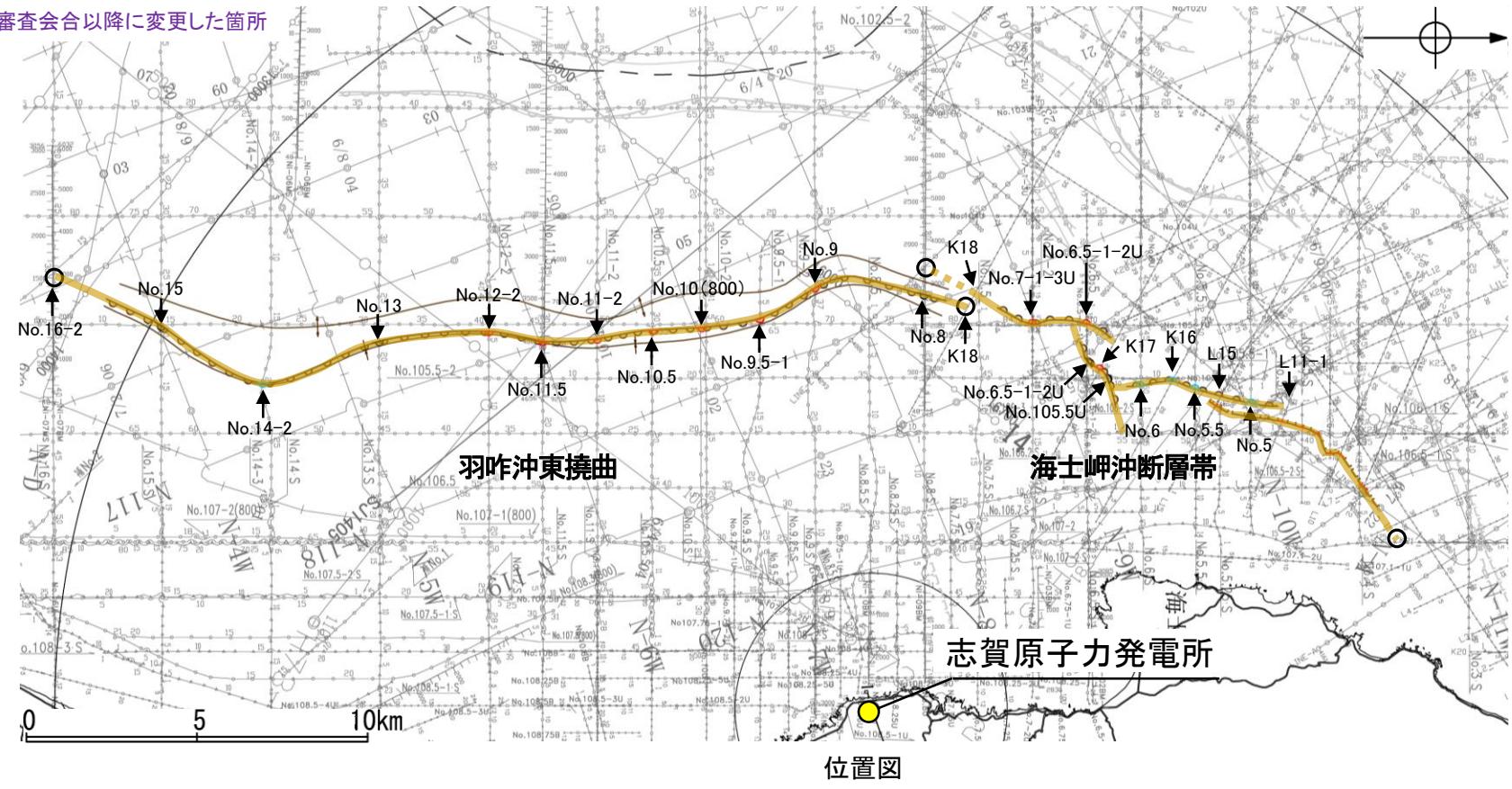
水平一次微分図

・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。

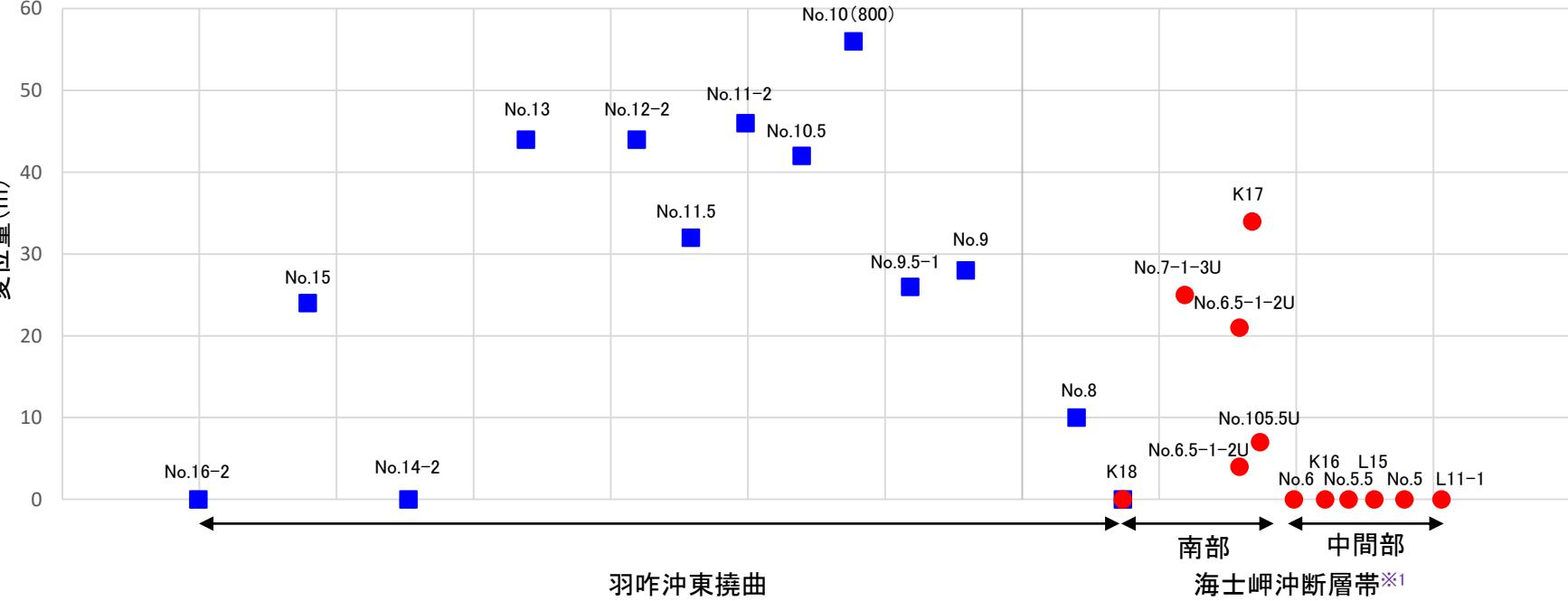
3.2.3(6) 海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動の検討 —B₁層基底の変位量分布—

○海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲が後期更新世以降に一連の構造として活動した傾向があるか確認するため、B₁層基底の変位量分布を検討した。
 ○海士岬沖断層帯のB₁層基底の変位量は、南部の中央付近が大きく、端部付近で小さくなる。中間部では変位が認められない。
 ○羽咋沖東撓曲の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。
 ○以上のことから、海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の境界部で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



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

- : 海士岬沖断層帯
- : 羽咋沖東撓曲

・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。

B₁層基底の変位量分布図

3.2.4 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)の 連動の検討結果

3.2.4(1) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(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海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(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することから、3.1節の「当社の連動評価の検討方法」に基づき、地下深部の断層形状・位置関係の検討を行った。検討結果は以下の通り。

<地下深部の断層形状・位置関係の検討>

【海士岬沖断層帯】

- ・海上音波探査の結果、海士岬沖断層帯はB₁層以上に北西落ちの変位、変形が認められ、NE-SW走向、南東傾斜(約60°)の逆断層であると推定される(P.414)。
- ・海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)が、より深部の断層から分岐しているとする知見(佐藤ほか, 2007a)がある(P.416)。

【笹波沖断層帯(全長)】

- ・海上音波探査の結果、笹波沖断層帯(全長)はB₁層以上に北西落ちの変位、変形が認められ、NE-SW走向、南東傾斜(約60°)の逆断層であると推定される(P.415)。

⇒海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は並走して分布し、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)はいずれも南東傾斜であるが、両断層が深部から分岐している可能性があるとする知見があることから、地下深部で近づく関係にある(P.417)。

評価

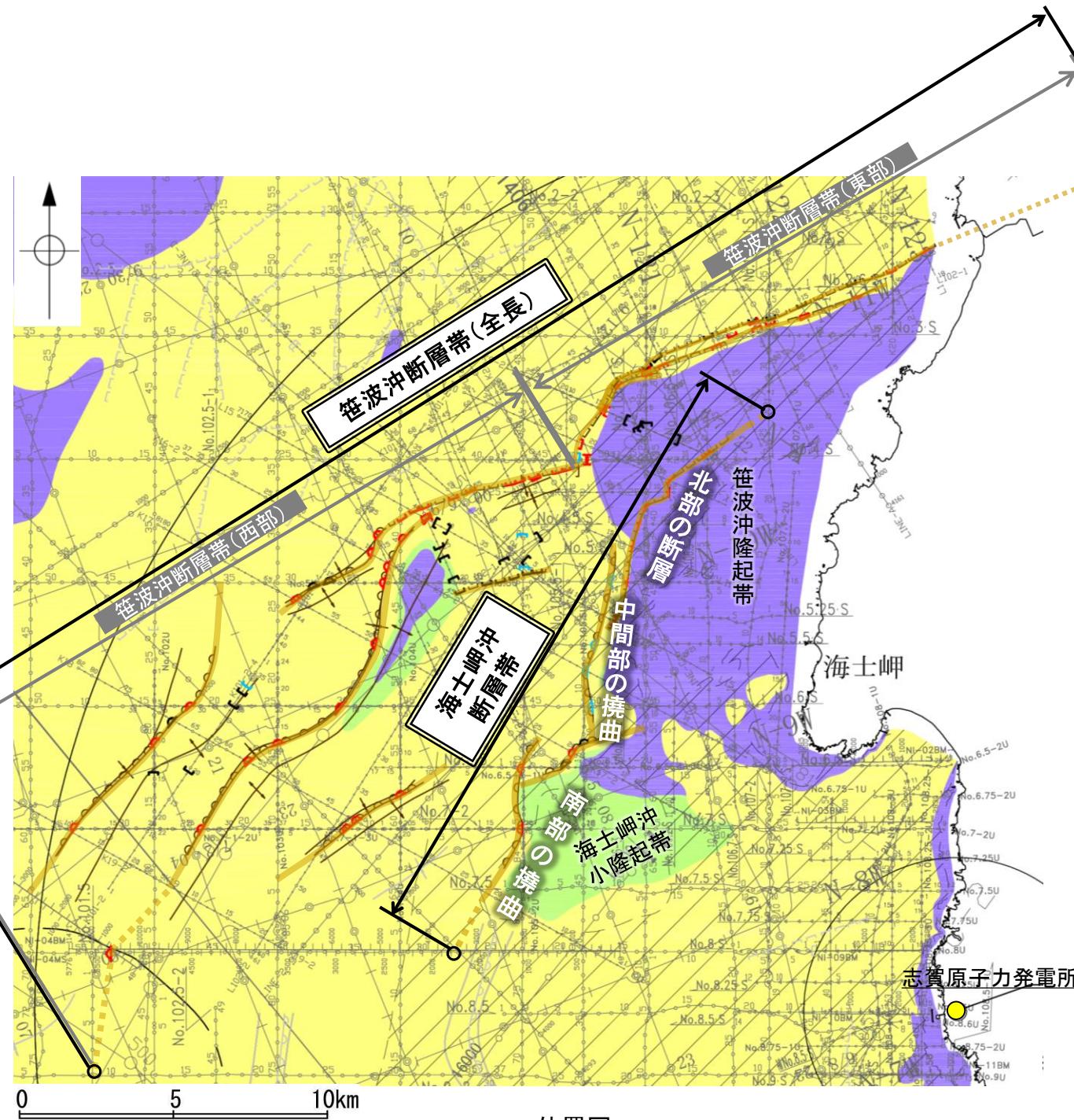
- ・地下深部の断層形状・位置関係の検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は並走して分布し、地下で近づく関係にあることから、地震調査委員会による評価事例(P.352)を踏まえると、主断層-副断層の関係にあると判断される。
- ・したがって、いずれか一方の断層は地下深部に連続せず、一方の断層のみが震源断層として活動すると判断されることから、両断層の連動を考慮しない。

○地下深部の断層形状・位置関係の検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は主断層-副断層の関係にあると判断したことから、いずれが主断層であるかの検討を行った。検討結果は以下の通り。

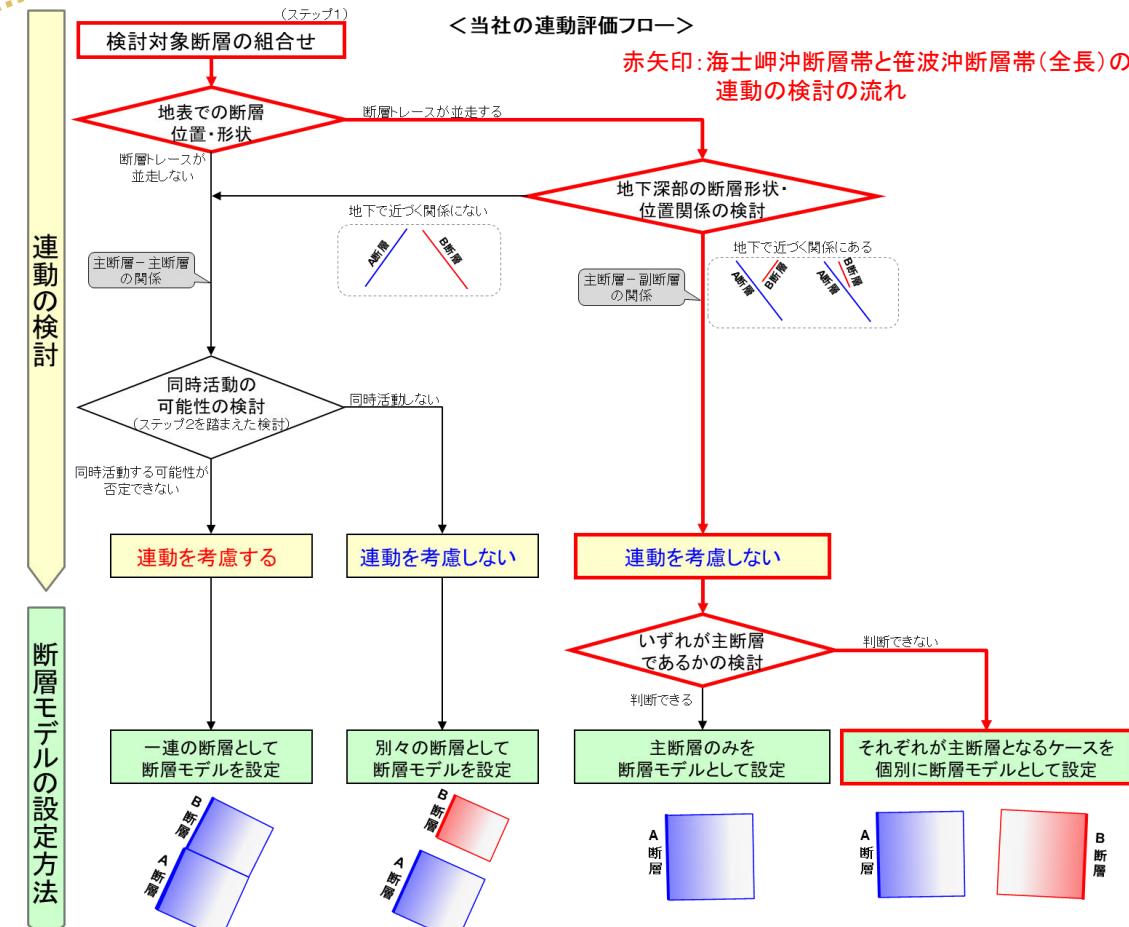
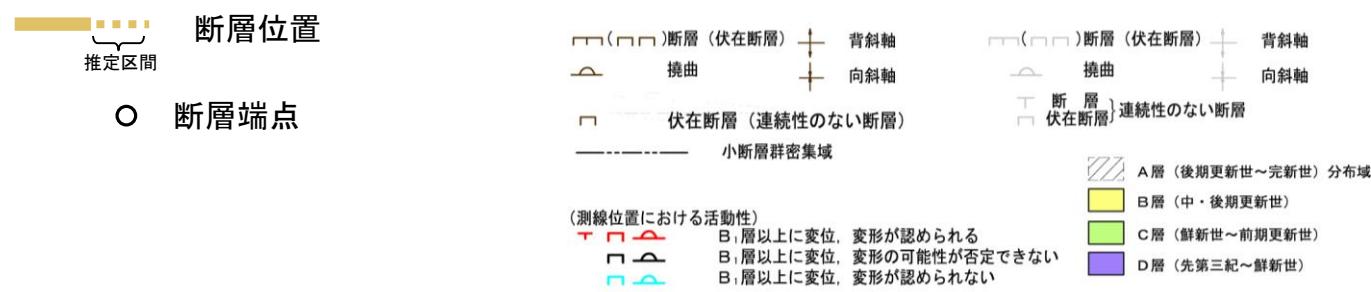
<いずれが主断層であるかの検討>

検討内容		検討結果
地質形 構及 造び	地球物理学的調査 海上音波探査	①海士岬沖断層帯は、笹波沖隆起帯西縁から海士岬沖小隆起帯の西縁に沿って分布するD層が急に落ち込む位置の基部に推定している撓曲及び笹波沖隆起帯内の断層から構成される(P.73, 418)。 ②海士岬沖断層帯の断層長さは約20.3kmである(P.73)。 ③笹波沖断層帯(全長)は、笹波沖隆起帯北縁に沿って分布する断層(笹波沖断層帯(東部))と笹波沖小隆起帯の北縁から北西縁に沿って分布する断層及び撓曲群(笹波沖断層帯(西部))から構成される(P.93, 94, 418)。 ④笹波沖断層帯(全長)の断層長さは約45.5kmである(P.92)。
	断層の活動履歴 平均変位速度	⑤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(P.419)。
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> ・海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は異なる隆起帯(笹波沖隆起帯、笹波沖小隆起帯、海士岬沖小隆起帯)を形成しており、過去にはそれぞれが主断層として活動していた可能性がある(①, ③)。 ・海士岬沖断層帯の長さは約20.3km、笹波沖断層帯(全長)の長さは約45.5kmであり、断層長さは笹波沖断層帯(全長)の方が大きい(②, ④)。 ・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(⑤)。 ・以上のことから、断層長さは海士岬沖断層帯より笹波沖断層帯(全長)の方が長く、規模が大きい笹波沖断層帯(全長)を主断層と考えることもできるが、過去にはそれぞれが主断層として活動していた可能性があることや、両断層の平均変位速度がほぼ同程度であることから、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のいずれが主断層であるかは明確に判断できない。 <p>【評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のいずれが主断層であるか明確に判断できないことから、断層モデルについては、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のそれぞれが主断層となるケースを個別に設定することとする。

【海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討結果(位置図, 連動評価フロー)】



位置図



凡例

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.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)
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)
N1-04BM	調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)
N1-04MS	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)
L10	調査測線 (三澤(1997): ウォーターガン・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)

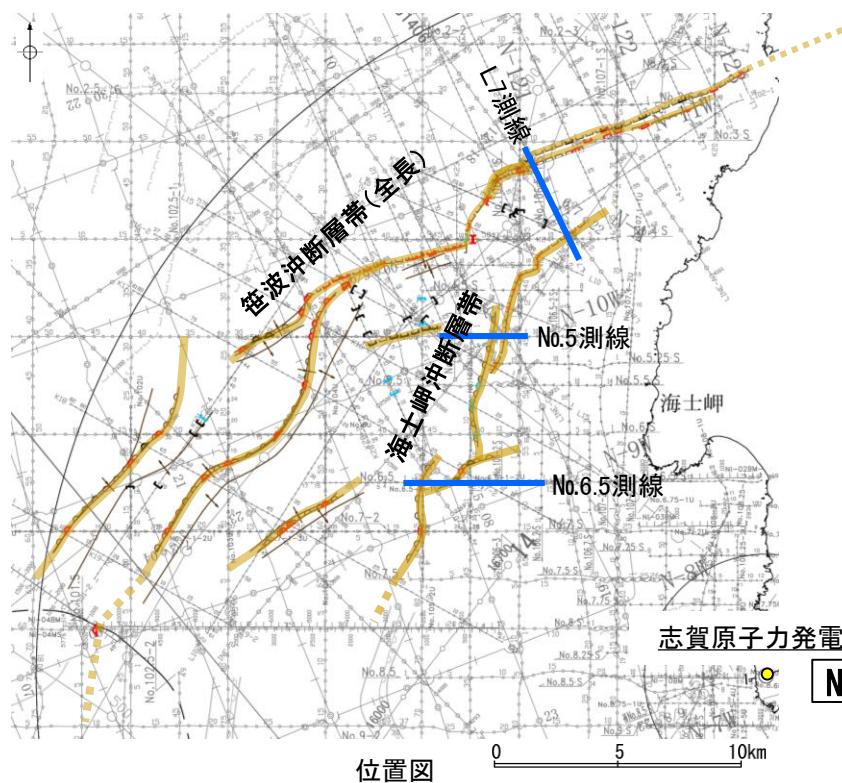
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

3.2.4(2) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 —地下深部の断層形状・位置関係の検討—

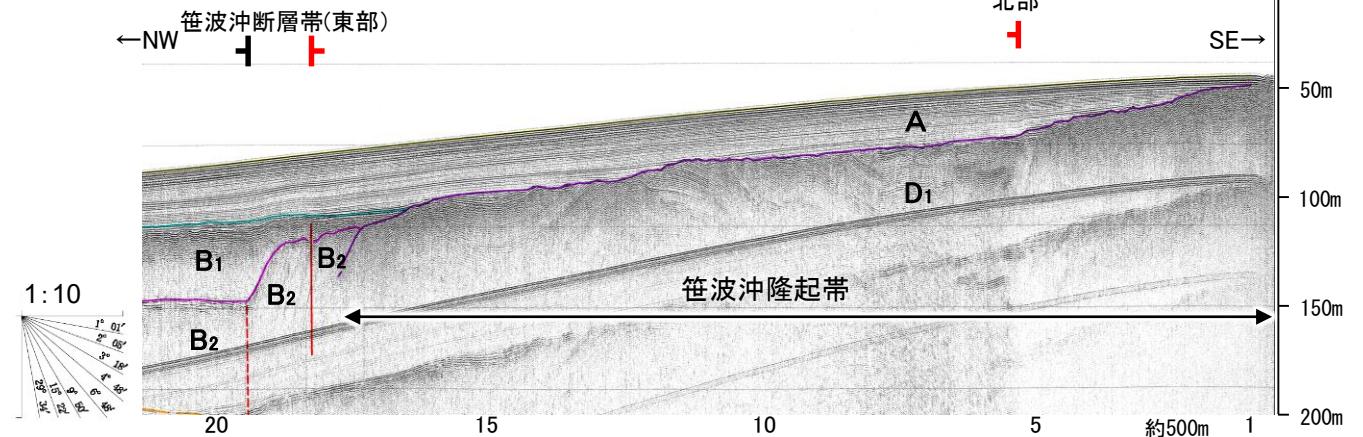
- 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は、地表での断層位置・形状を確認した結果、断層トレースが並走する関係にあることから、地下深部の断層形状・位置関係の検討を行うため、文献調査及び海上音波探査の記録を確認した。
- その結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は並走して分布し、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)はいずれも南東傾斜である(本頁、次頁)が、両断層が深部から分岐している可能性があるとする知見があり(P.416)、地下深部で近づく関係にある。

【海士岬沖断層帯の海上音波探査結果】

○海士岬沖断層帯は海上音波探査の結果、北西落ちの変位、変形が認められ、NE-SW走向、南東傾斜(傾斜角約60°)の逆断層であると推定される。

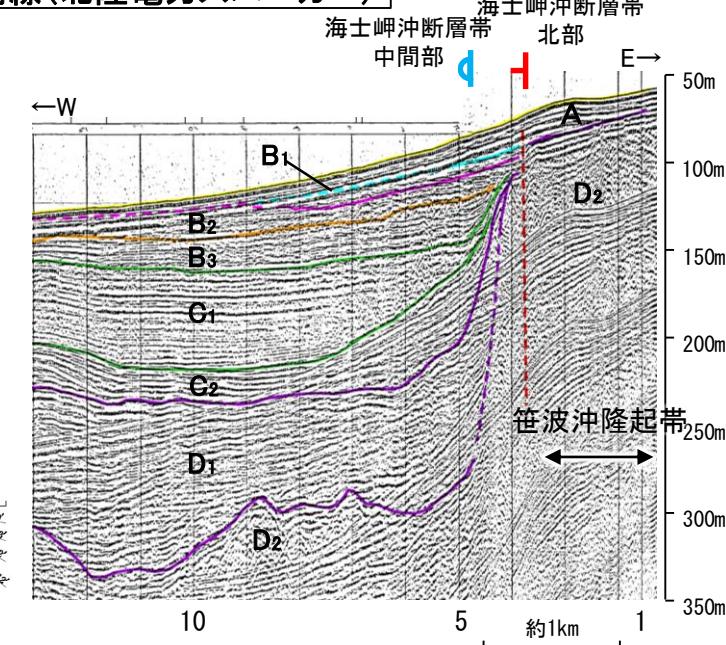


L7測線(産総研ブーマー)

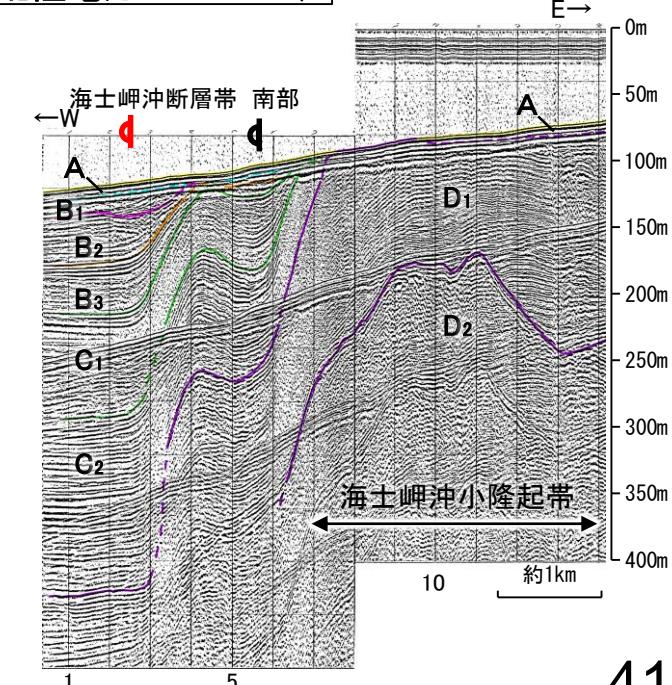


※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

No.5測線(北陸電力スパーカー)



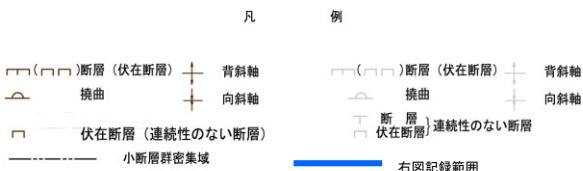
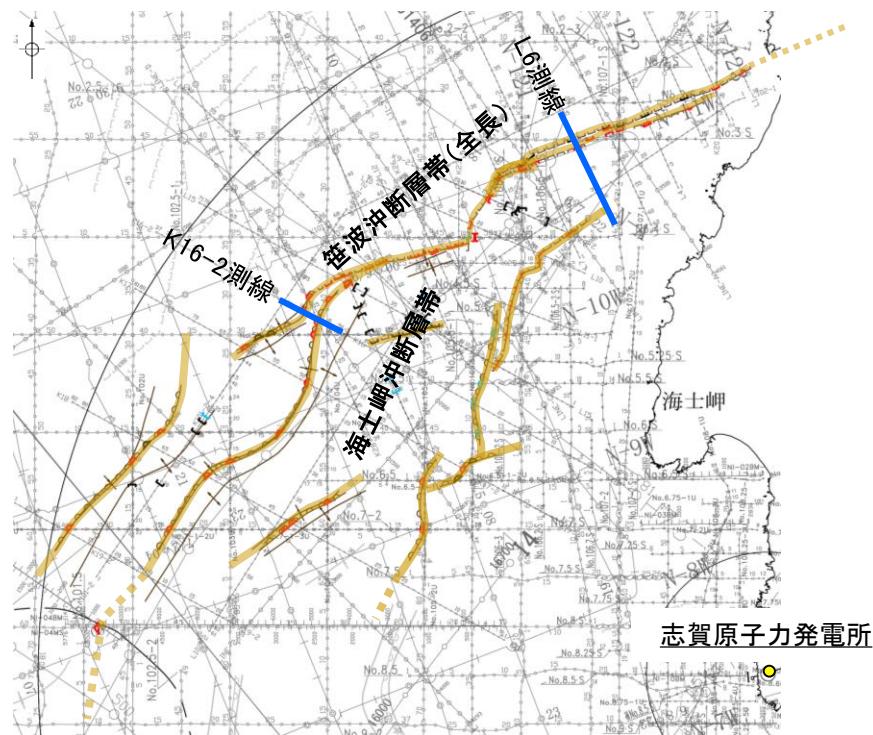
No.6.5測線(北陸電力スパーカー)



- 位置図
- 0 5 10km
- 志賀原子力発電所
- 凡例
- 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)
 - 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)
 - 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 (原子力安全・保安院: ブーマー・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 (三洋(1997): ウォーターガン・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)
- 断層位置
- 推定区間
- 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(全長)の海上音波探査結果】

○笹波沖断層帯(全長)は海上音波探査の結果、北西落ちの変位、変形が認められ、NE-SW走向、南東傾斜(傾斜角約60°)の逆断層であると推定される。

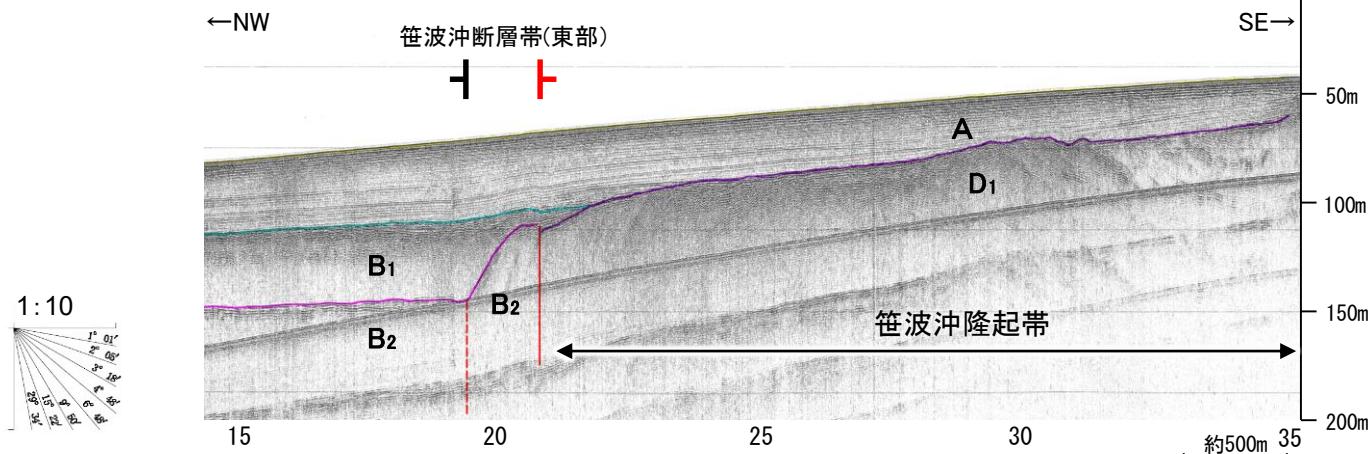


- (測線位置における活動性)
- 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - 調査測線(北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - 調査測線(東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線(東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線(産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線(原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線(原子力安全・保安院: ウォーターガン・マルチチャンネル)
 - 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(三澤(1997): ウォーターガン・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)

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	C ₂ 層
		D ₁ 層	D ₂ 層
	中新世	D層	
		古第三紀	D ₃ 層
先第三紀		D ₄ 層	

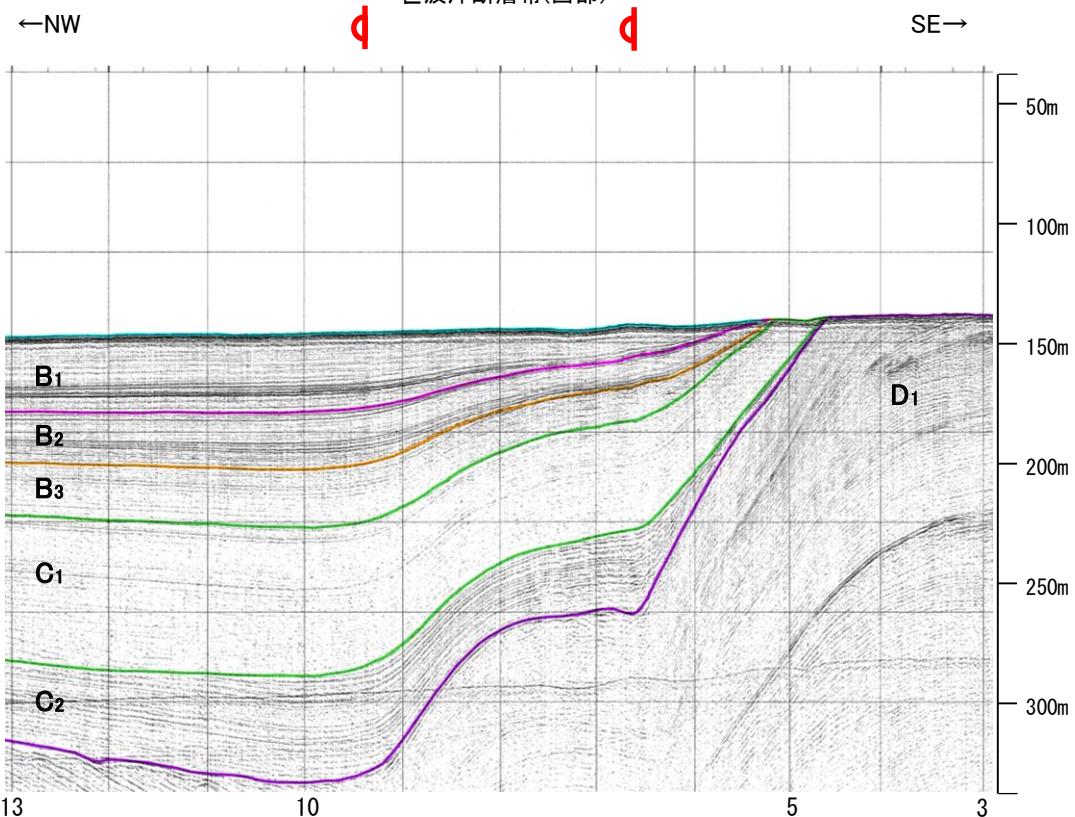
断層(破線は推定)

L6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

K16-2測線(地震研ブーマー)



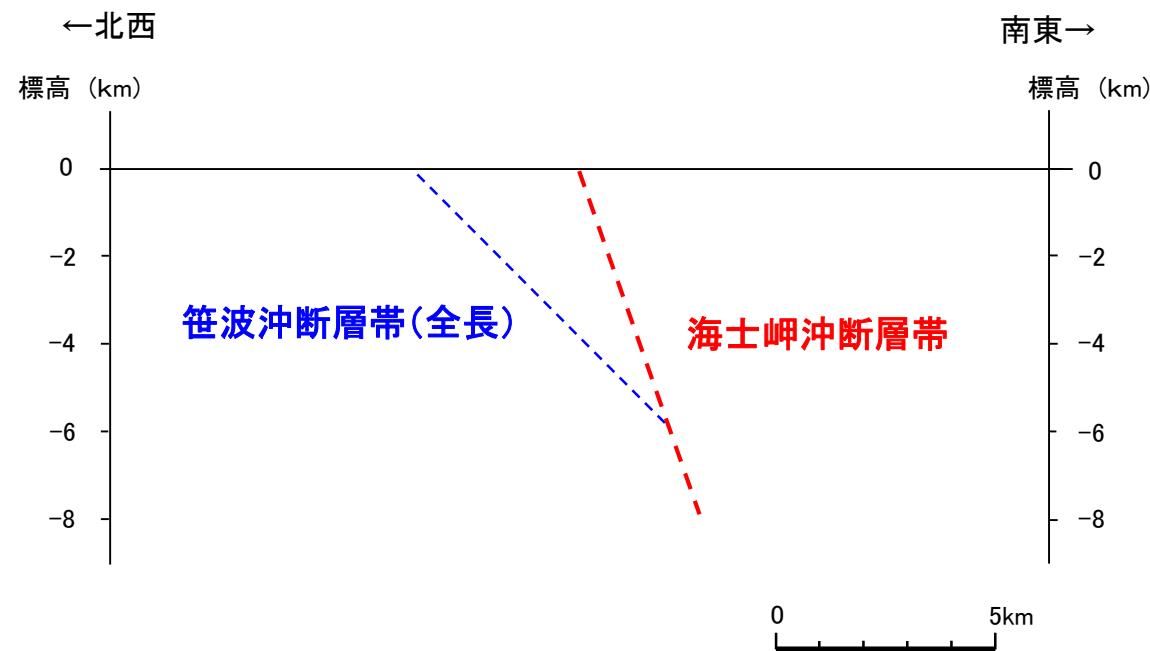
この図面は、東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

断層位置 推定区間

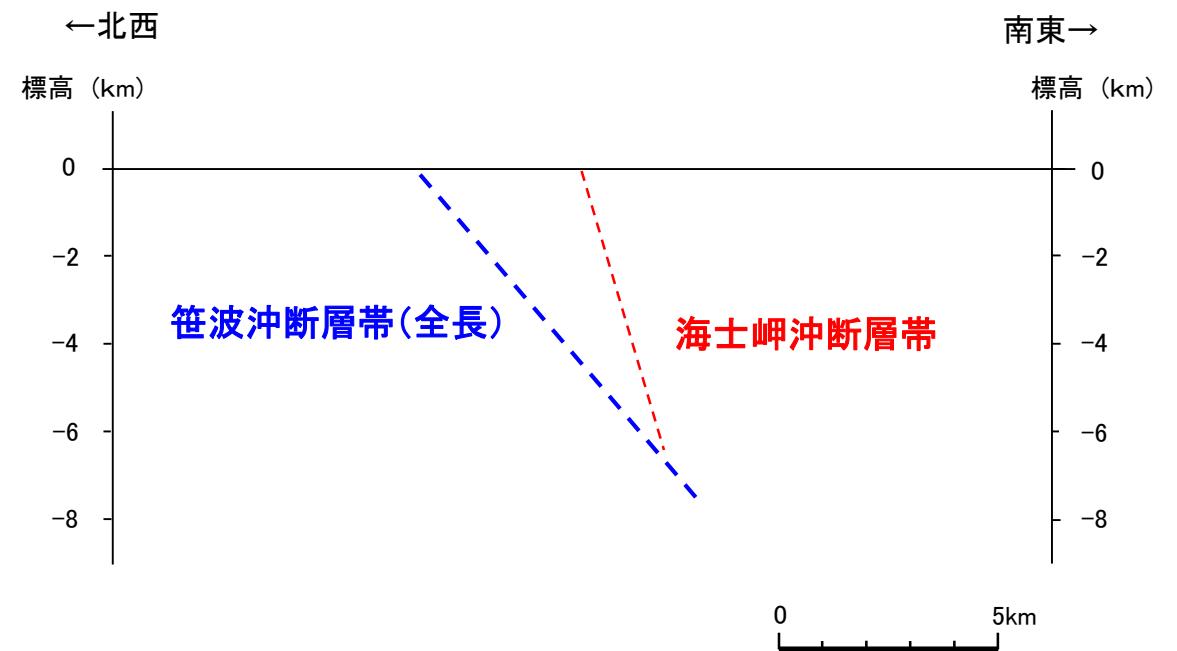
3.2.4(4) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のいずれが主断層であるかの検討 —断層モデルの設定方法—

- 地下深部の断層形状・位置関係の検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は主断層—副断層の関係にあると判断した(P.417)ことから、いずれが主断層であるかの検討を行った。
- 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)は異なる隆起帯(笹波沖隆起帯、笹波沖小隆起帯、海士岬沖小隆起帯)を形成しており、過去にはそれぞれが主断層として活動していた可能性がある(P.418)。
- 海士岬沖断層帯の長さは約20.3km、笹波沖断層帯(全長)の長さは約45.5kmであり、断層長さは笹波沖断層帯(全長)の方が大きい(P.73, 92)。
- 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(P.419)。
- 以上のことから、断層長さは海士岬沖断層帯より笹波沖断層帯(全長)の方が長く、規模が大きい笹波沖断層帯(全長)を主断層と考えることもできるが、過去にはそれぞれが主断層として活動していた可能性があることや、両断層の平均変位速度がほぼ同程度であることから、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のいずれが主断層であるかは明確に判断できない。

○検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のいずれが主断層であるか明確に判断できないことから、断層モデルについては、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)のそれぞれが主断層となるケースを個別に設定することとする。



海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)の地下深部形状※
(海士岬沖断層帯が主断層の場合)



海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(全長)の地下深部形状※
(笹波沖断層帯(全長)が主断層の場合)

※: 佐藤ほか(2007a)のLine Bの解釈(P.416)を参考に図示した。

3.2.5 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の 連動の検討結果

3.2.5(1) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)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海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)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>

紫下線: 第1193回審査会合以降に変更した箇所 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	①国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の同時活動を考慮していない(P.424)。
	地球物理学的調査 海上音波探査	②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る(P.432)。 ③海士岬沖断層帯は構造形態や隆起帯との位置関係、活動性の観点から、北部、中間部及び南部に区分される。北部は笹波沖隆起帯内のA層下部のわずかな変位、変形から推定された断層である。中間部は笹波沖隆起帯西縁でD層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲であり、南部は海士岬沖小隆起帯北西縁のD層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲である(P.426~428)。 ④海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)は、一部並走区間を伴って分布する(離隔距離:約2.5km)。 ⑤海士岬沖断層帯の北部は、2007年能登半島地震の震源断層の深部から分岐している可能性があるとする知見(佐藤ほか, 2007a)がある(P.429~431)。 ⑥海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)はいずれも南東傾斜(約60°)で、断層面の傾斜方向は同じである(P.73, 93)。
	重力異常分布	⑦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(P.435)。
断層の活動履歴	B ₁ 層基底の変位量分布 平均変位速度	⑧海士岬沖断層帯の中間部及び南部と笹波沖断層帯(東部)の境界部でB ₁ 層基底の変位は認められないが、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(P.436)。 ・笹波沖断層帯(東部)のB ₁ 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。 ・海士岬沖断層帯のB ₁ 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る。中間部では変位が認められない。 ・海士岬沖断層帯の南部のB ₁ 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。
	余震活動	⑨2007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、海士岬沖断層帯の深部に一部認められる(P.437)。
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> ・国交省ほか(2014)、文科省ほか(2016)は、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の同時活動を考慮していない(①)。 ・海士岬沖断層帯の中間部と北部及び笹波沖断層帯(東部)は、同じ隆起帯(笹波沖隆起帯)に分布する(②, ③)。 ・海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)は、一部並走区間を伴って分布する(離隔距離:約2.5km)(④)。 ・海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)は、深部から分岐している可能性があるとする知見がある(⑤)。 <p>[評価結果]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以上のことから、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)は、一部並走区間を伴って同じ隆起帯に分布し、深部から分岐している可能性があり、同時に活動する可能性があることから、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動を考慮することとし、「海士岬沖断層帯-笹波沖断層帯(東部)」として、走向がNE-SW方向、南東傾斜(60°)の逆断層と評価した。 ・断層長さは、笹波沖断層帯(東部)の北東端から海士岬沖断層帯の南西端までの約34.2km区間を評価した(次頁)。 ・なお、この評価結果は平均変位速度の検討結果(⑧)や余震活動の検討結果(⑨)と整合する。

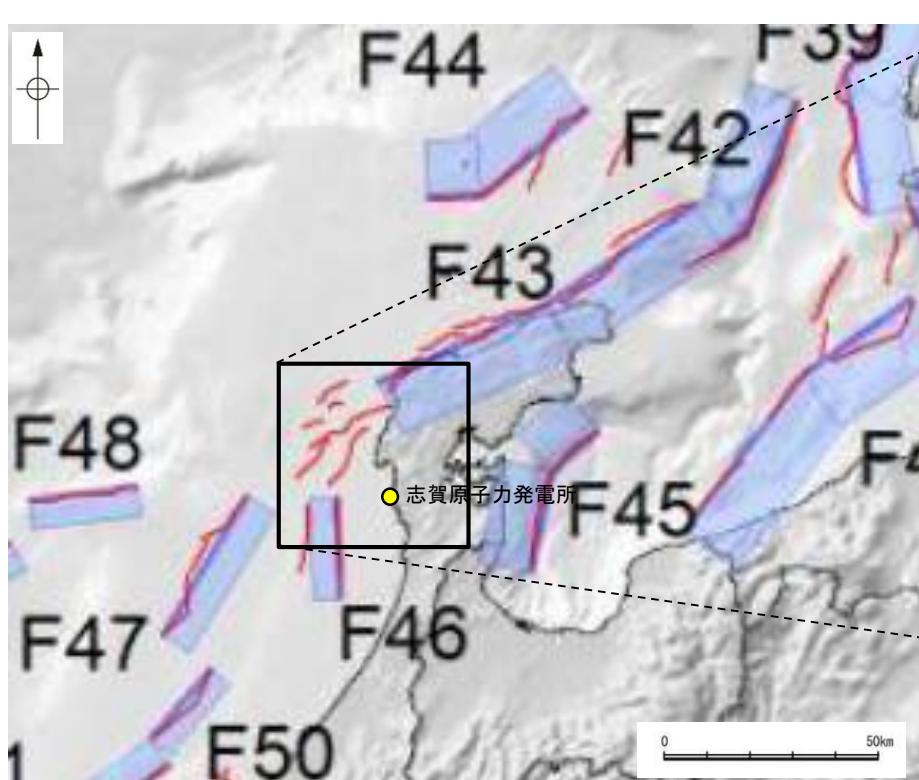
○連動の検討の結果、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動を考慮することから、断層モデルについては、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)を一連の断層として設定することとする。

連動の検討

断層モデルの設定方法

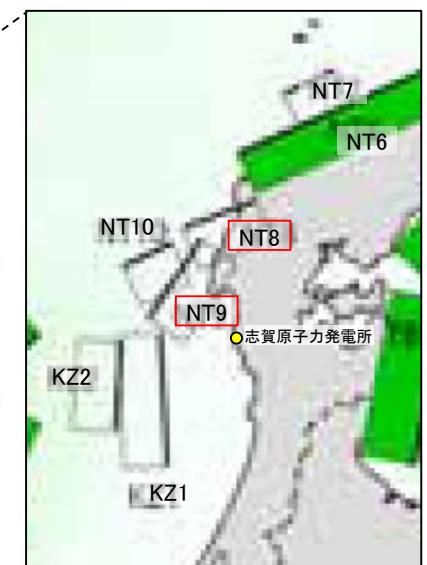
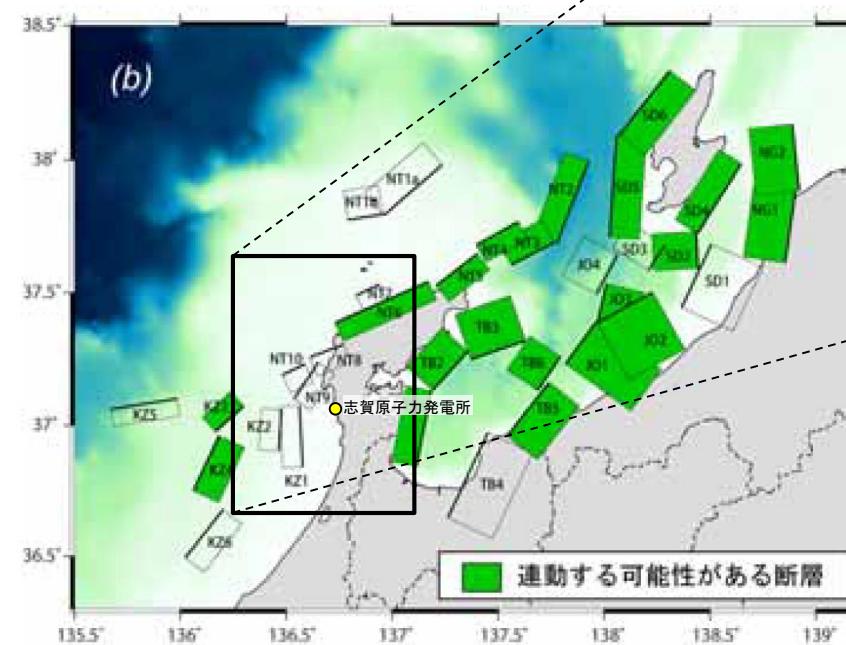
3.2.5(2) 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動の検討結果 ー文献調査ー

- 海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動に関する文献調査を行った。
- 国交省ほか(2014)は、海士岬沖断層帯に対応する海底断層トレースと笹波沖断層帯(東部)に対応する海底断層トレースをグループングしていない(左上図)。
- 文科省ほか(2016)は、海士岬沖断層帯に対応するNT9と笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8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) 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 —

○音波探査記録の確認及び文献調査の結果から、海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の特徴をもとに、地質構造について検討を行った。

海士岬沖断層帯

- 海士岬沖断層帯は構造形態や隆起帯との位置関係、活動性の観点から、北部、中間部及び南部に区分される。
- 長さの評価にあたっては、北部、中間部及び南部は別の断層の可能性もあるが、近接して分布していることを踏まえ、約20.3km区間を評価している(P.73)。

海士岬沖断層帯の北部

- 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(P.428)。
- 能登半島地震の震源断層の深部から分岐している可能性があるとする知見(佐藤ほか、2007a)がある(P.429)。
- 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(P.433)。
- ⇒海士岬沖断層帯の北部は、音波探査の詳細調査を踏まえると、笹波沖断層帯(東部)の活動に伴い付随的に動いたものと判断される。

海士岬沖断層帯の中間部

- 笹波沖隆起帯西縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲である。ただし、B₁層以上に変位、変形は認められず、後期更新世以降の活動が認められない区間である(P.427)。
- 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いる(P.433)。
- ⇒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。

海士岬沖断層帯の南部

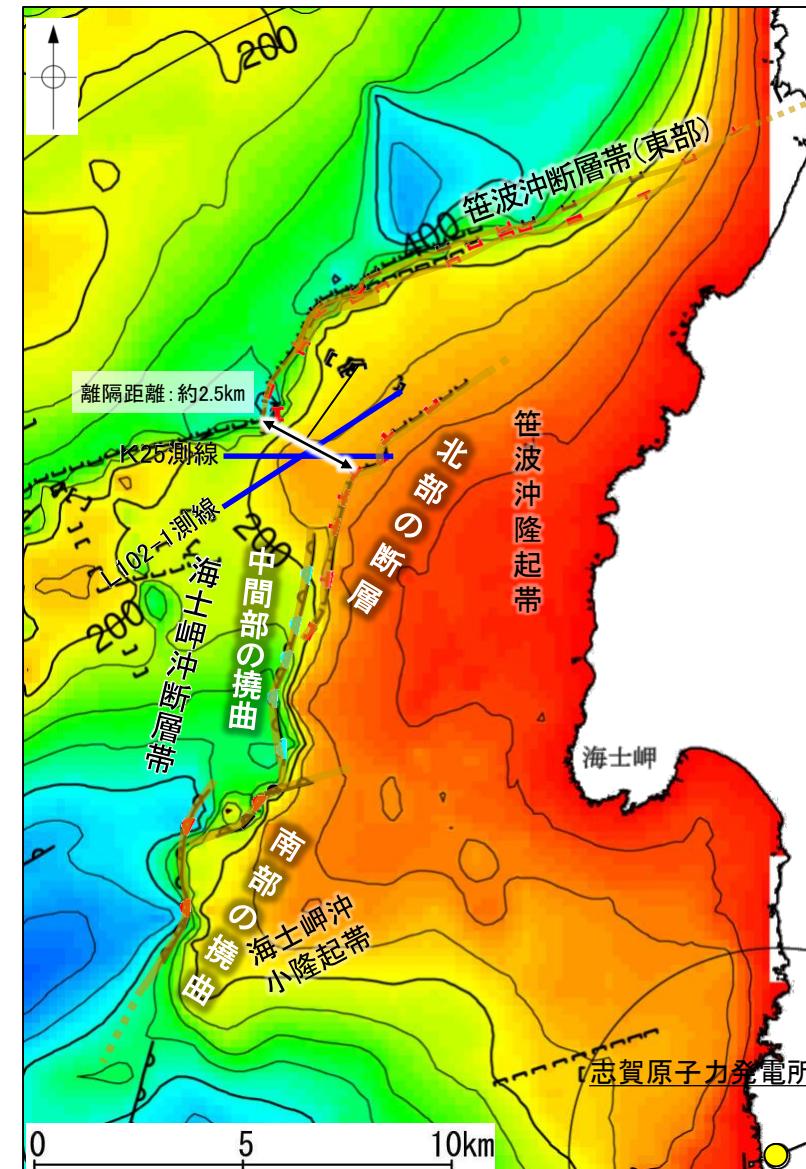
- 海士岬沖小隆起帯北西縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲であり、後期更新世以降の活動が認められる(P.426)。

(両断層の間の状況)

- 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(P.434)。

笹波沖断層帯(東部)

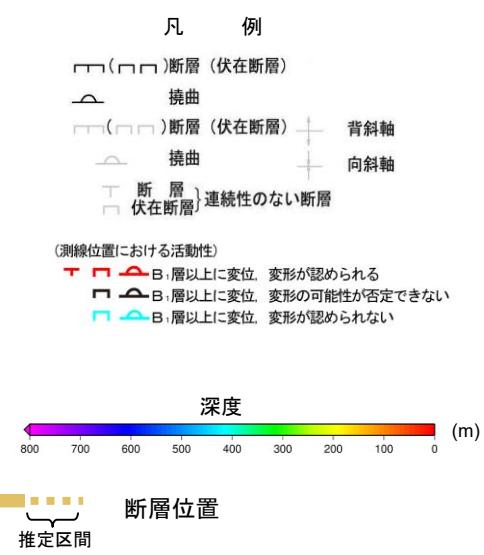
- 笹波沖隆起帯北縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変位、変形から推定された断層であり、後期更新世以降の活動が認められる(P.432)。
- 2007年能登半島地震の震源断層に対応し、余震配列からの断層面とも一致する(P.432)。



D層等深線図

紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

・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。

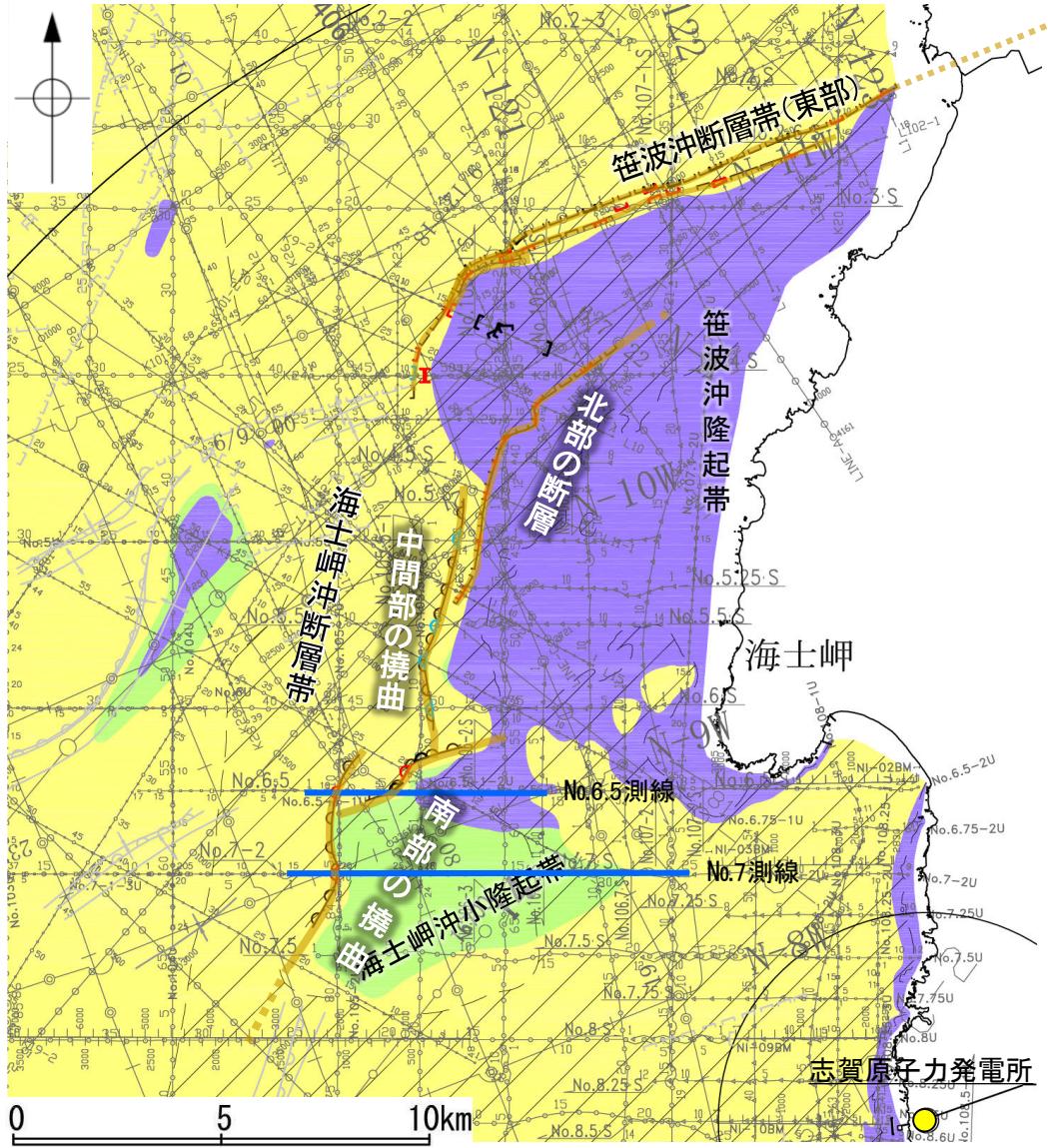


海上音波探査からの検討結果

- 海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)は、**一部並走区間を伴って分布する(離隔距離: 約2.5km)**。
- 海士岬沖断層帯の中間部と北部及び笹波沖断層帯(東部)は、**同じ隆起帯(笹波沖隆起帯)に分布する**。
- 海士岬沖断層帯の北部と笹波沖断層帯(東部)は、**深部から分岐している可能性があるとする知見がある**。

【海士岬沖断層帯の南部の特徴】

- 海士岬沖断層帯の南部は、海士岬沖小隆起帯北西縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲であり、後期更新世以降の活動が認められる。
- 海士岬沖断層帯の南部は、海士岬沖小隆起帯の形成に関わる構造であると推定される。



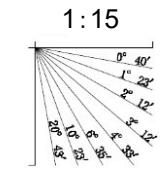
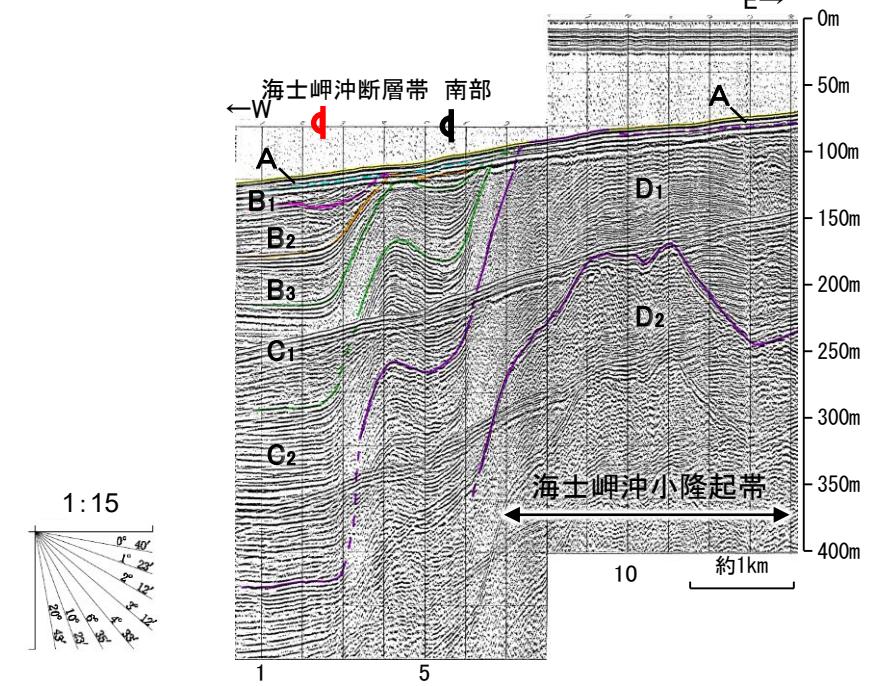
位置図 断層位置 推定区間

- 凡 例
- 断層 (伏在断層)
 - 撓曲
 - 伏在断層 (連続性のない断層)
 - 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
 - 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)
- (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
- 右図記録範囲

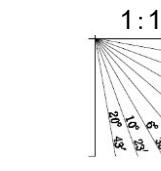
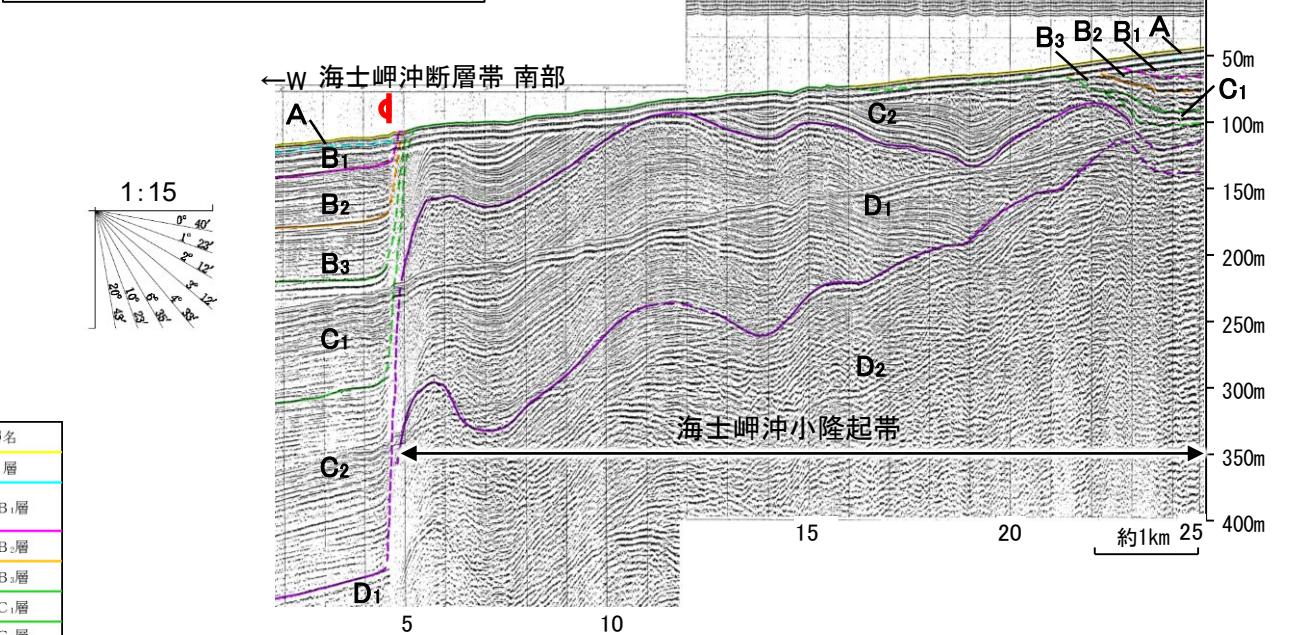
- | | |
|---------|--|
| No.4 | 調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約2450ジュール) |
| No.4.S | 調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約360ジュール) |
| No.8U | 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール) |
| LINE-A | 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル) |
| K02 | 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル) |
| L10 | 調査測線 (産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル) |
| NI-02BM | 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) |
| 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) |
| 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) |

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

No.6.5測線 (北陸電力スパークー)

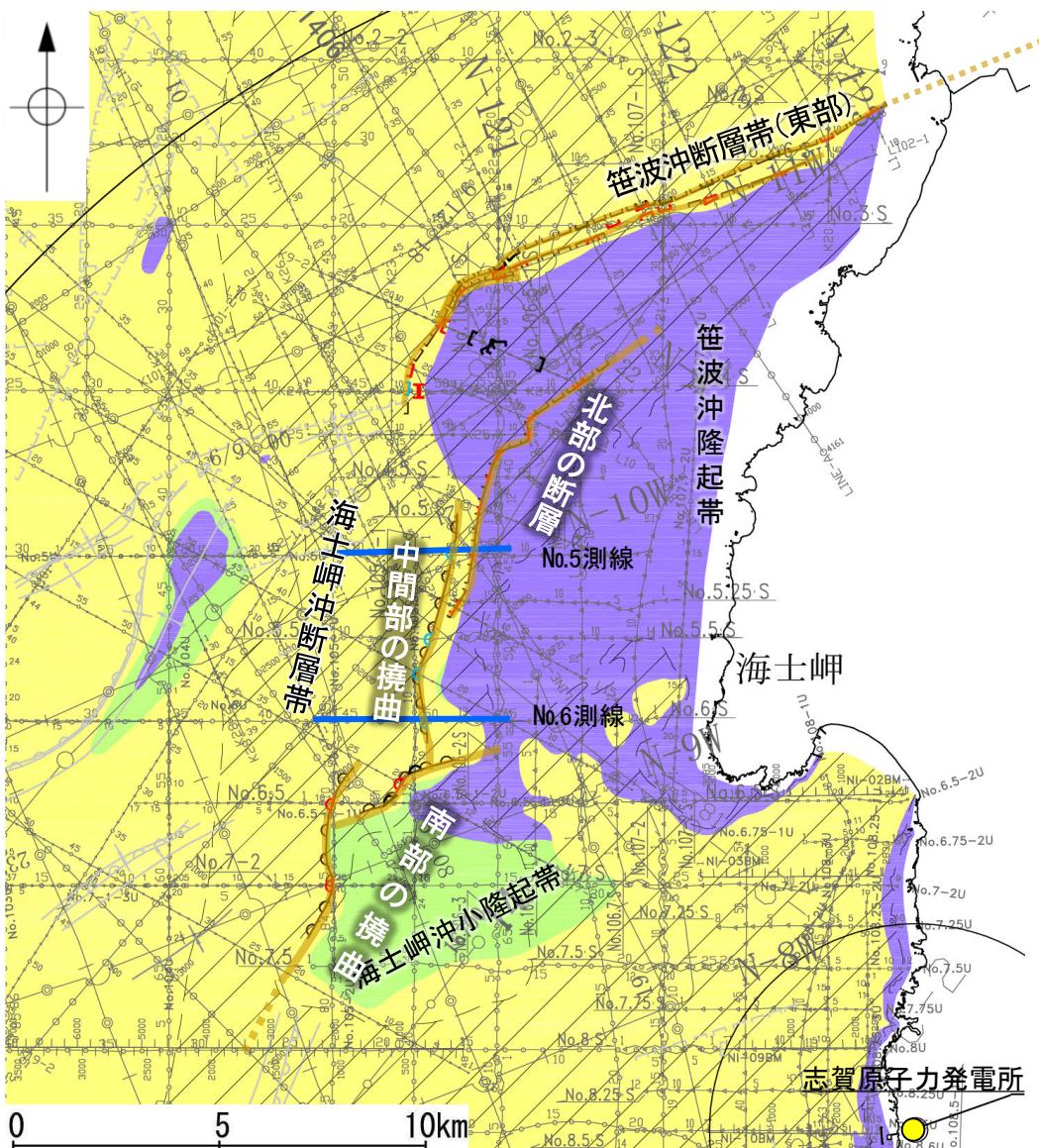


No.7測線 (北陸電力スパークー)



【海士岬沖断層帯の中間部の特徴】

○海士岬沖断層帯の中間部は、笹波沖隆起帯西縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変形から推定された撓曲である。ただし、B₁層以上に変位、変形は認められず、後期更新世以降の活動が認められない区間である。



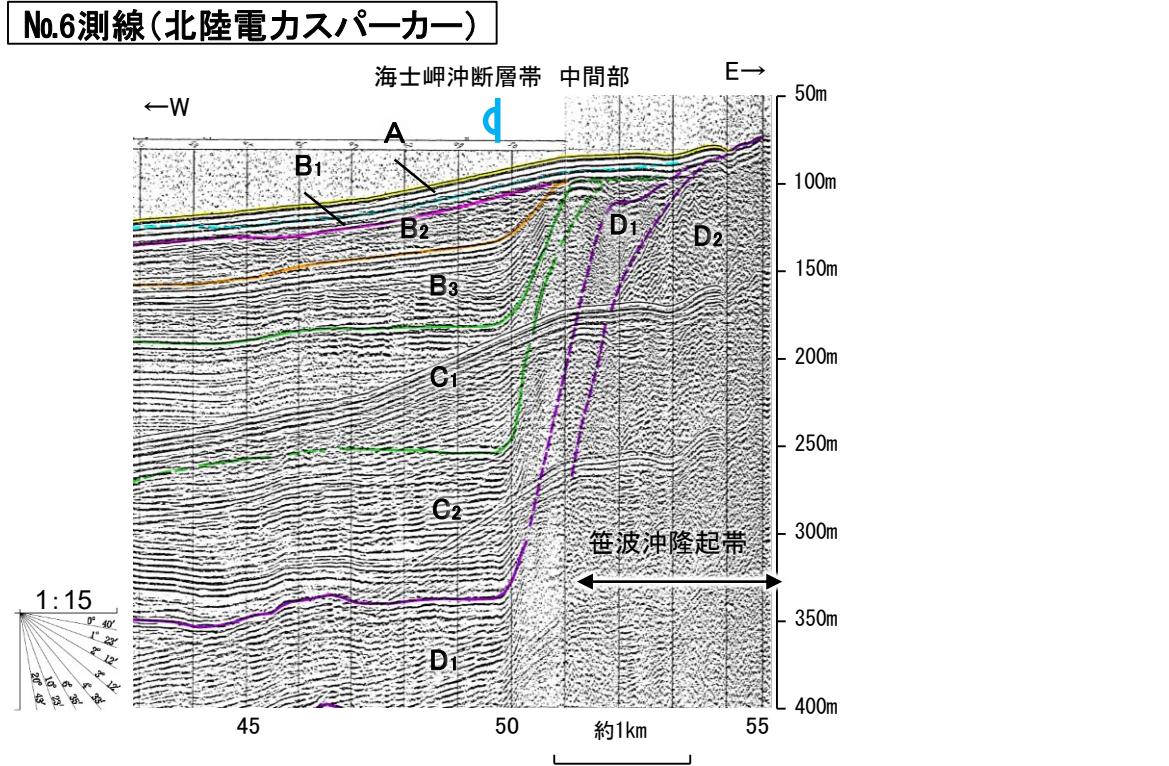
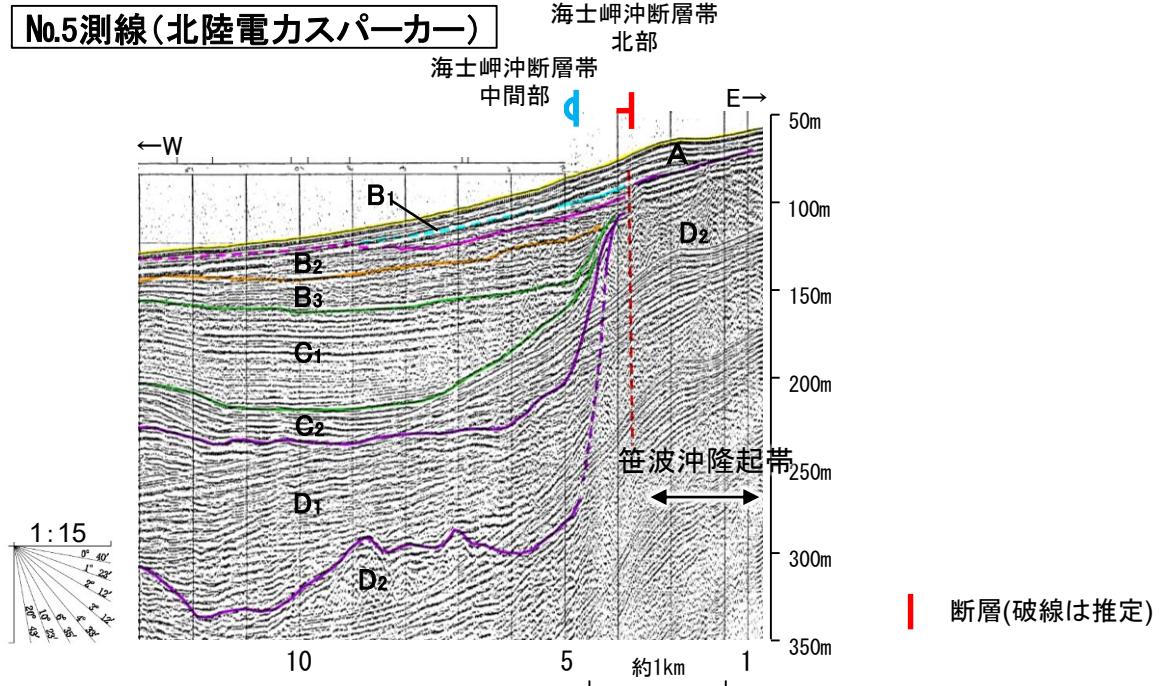
位置図 断層位置
凡例 推定区間

断層 (伏在断層)	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)
撓曲	No. 4.5	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)
伏在断層 (連続性のない断層)	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)
断層 (伏在断層) 背斜軸	L10E-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)
断層 (伏在断層) 撓曲	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)
断層 (伏在断層) 背斜軸	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)
断層 (伏在断層) 連続性のない断層	NI-02BM	調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)
A層 (後期更新世~完新世) 分布域	NI-08MS	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)
B層 (中・後期更新世)	W-120	調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
C層 (鮮新世~前期更新世)	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)
D層 (先第三紀~鮮新世)	873-1	調査測線 (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
B₂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

右図記録範囲

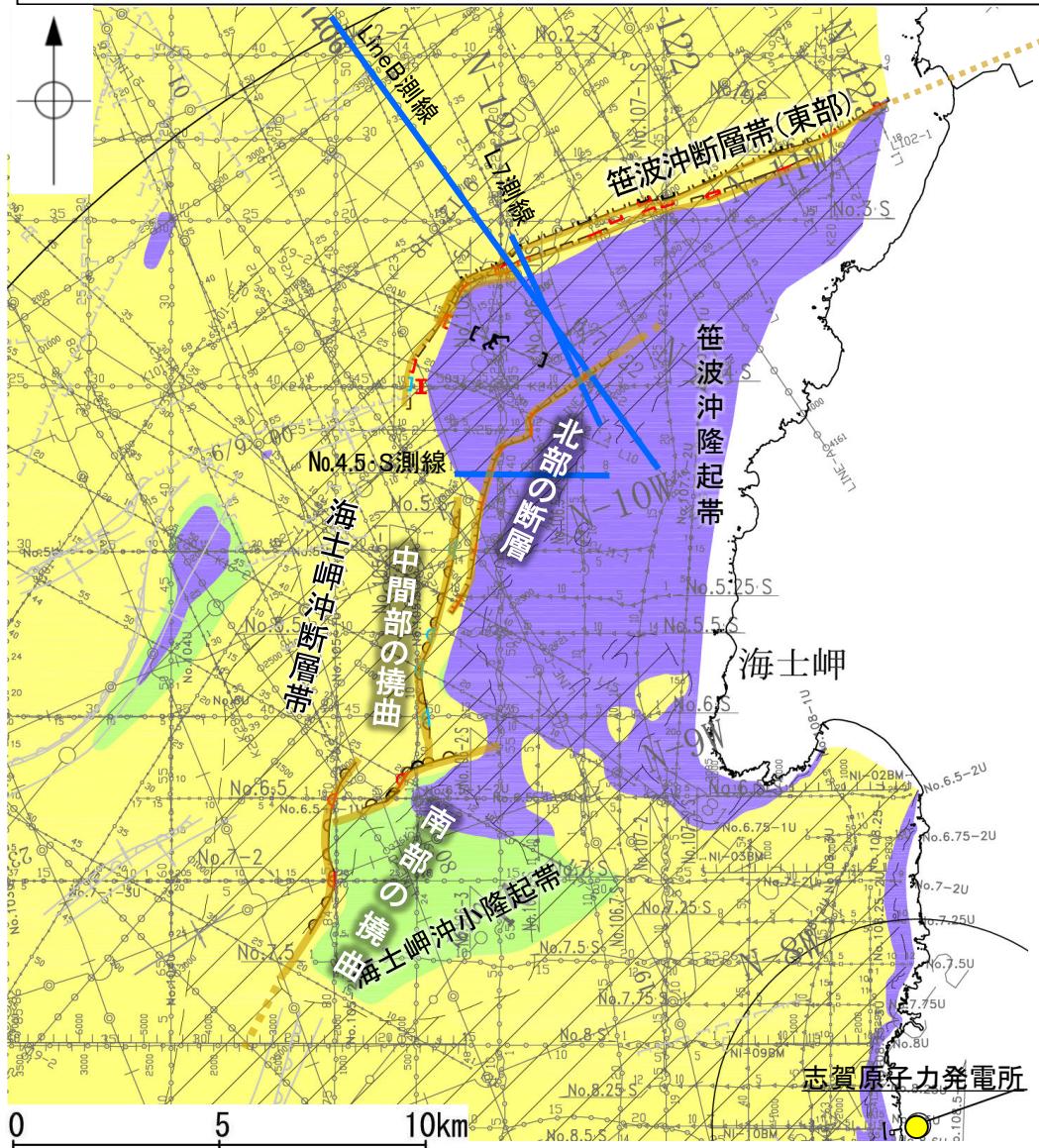
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
	前期	B ₃ 層	
第三紀	鮮新世	C ₁ 層	
	中新世	C ₂ 層	
	古第三紀	D ₁ 層	
先第三紀		D ₂ 層	



【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)。

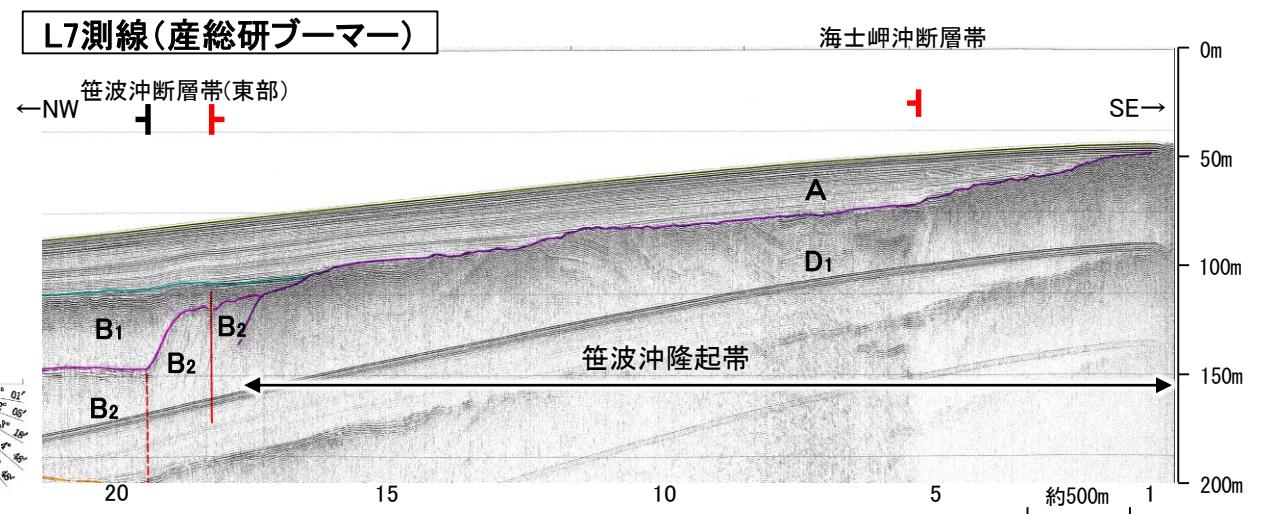


位置図 断層位置 推定区間

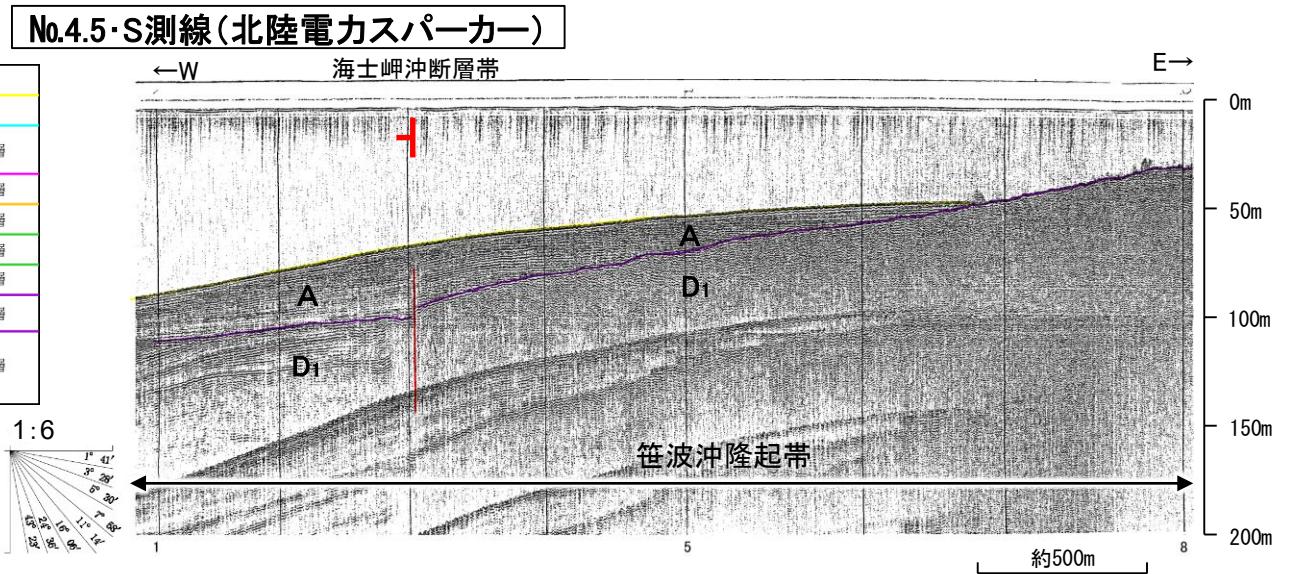
- 凡例
- 断層 (伏在断層) 撓曲
 - 伏在断層 (連続性のない断層) 背斜軸 撓曲 向斜軸
 - 断層 (連続性のない断層) 伏在断層
 - A層 (後期更新世~完新世) 分布域
 - B層 (中・後期更新世)
 - C層 (鮮新世~前期更新世)
 - D層 (先第三紀~鮮新世)
 - 測線位置における活動性
 - B層以上に変位、変形が認められる
 - B層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 - B層以上に変位、変形が認められない
 - 右図記録範囲

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
	鮮新世	前期	C層
中期		D ₁ 層	
古第三紀	D ₂ 層		
先第三紀	D ₃ 層		

断層(破線は推定)



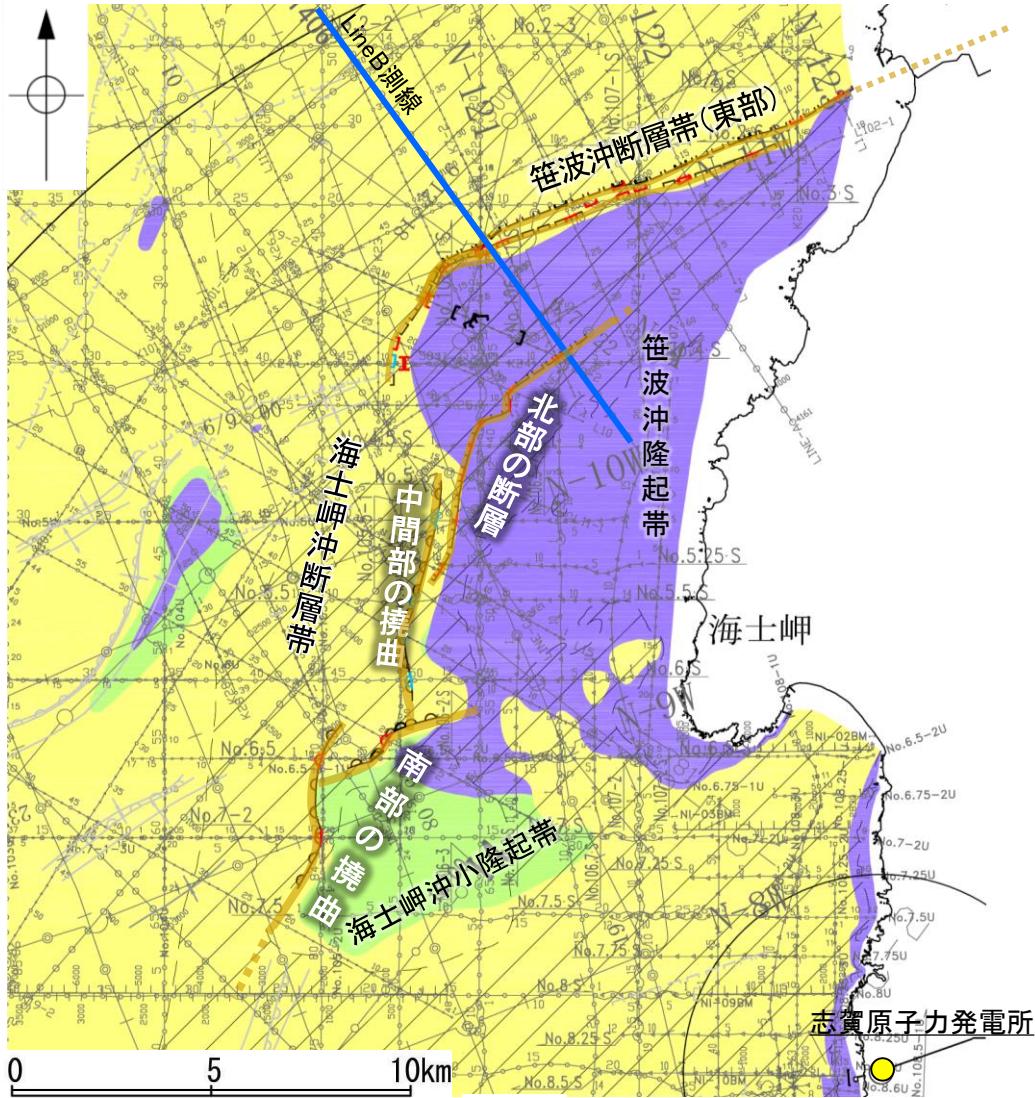
※この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである



【海士岬沖断層帯の北部の音波探査記録(佐藤ほか(2007a))】

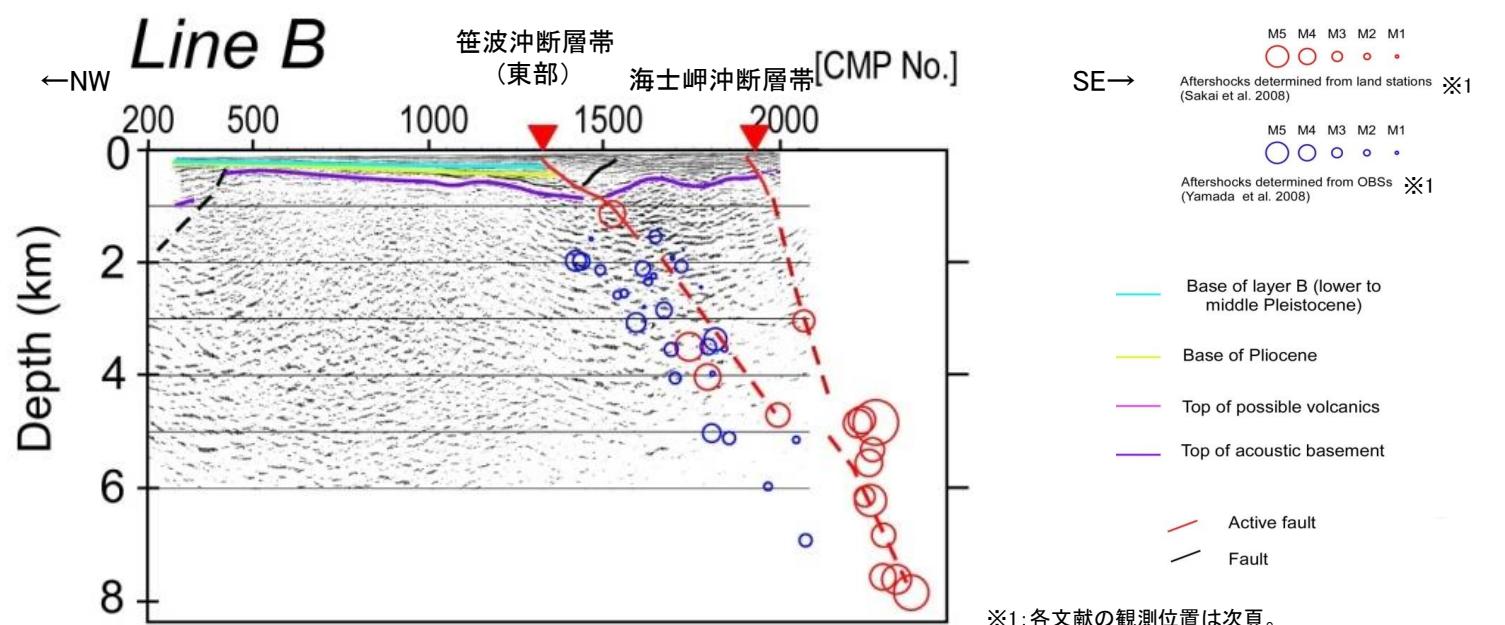
紫字: 第1193回審査会合以降に変更した箇所

○佐藤ほか(2007a)は2007年能登半島地震の震源域で反射法地震探査を実施しており, Line B断面から余震は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るとしている(右上図)。
○また, 佐藤ほか(2007a)が示す2007年能登半島地震の震源断層と笹波沖断層帯(東部)の南東側の断層との位置関係を確認した結果, 南東側の断層は震源断層面上に位置している。なお, 佐藤ほか(2007a)が示す震源断層の形状は, 余震分布※2や反射法地震探査などを組み合わせて, 統合的に図示したものである(P.101)。



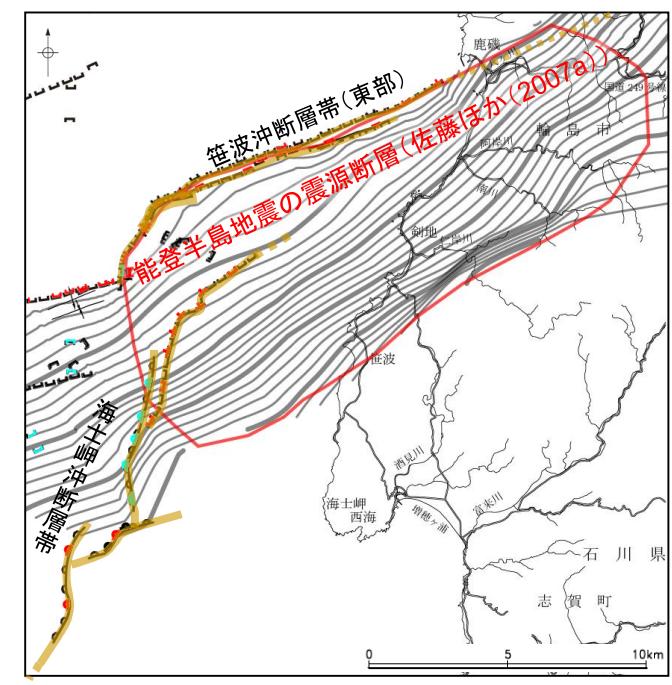
位置図 断層位置 推定区間

<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> 断層 (伏在断層) 断層 (伏在断層) 連続性のない断層 断層 (伏在断層) 背斜軸 断層 (伏在断層) 向斜軸 断層 (伏在断層) 連続性のない断層 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) <p>(測線位置における活動性)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>調査測線</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 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) NI-02BM 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル) NI-08MS 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) 073-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル) 	<p>右図記録範囲</p>
---	---	---------------



Line B断面 佐藤ほか(2007a)に一部加筆

※1: 各文献の観測位置は次頁。
※2: 佐藤ほか(2007a)が示すSakai et al.(2008), Yamada et al.(2008)の結果を用いた余震分布は次々頁。

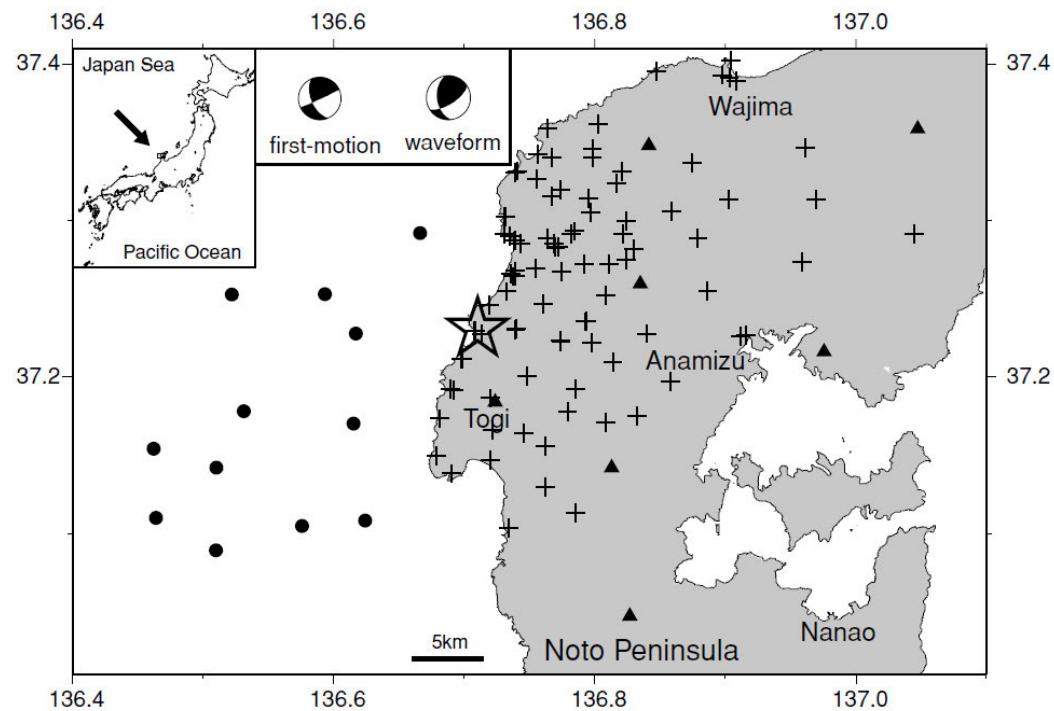


佐藤ほか(2007a)の震源断層と断層の位置関係

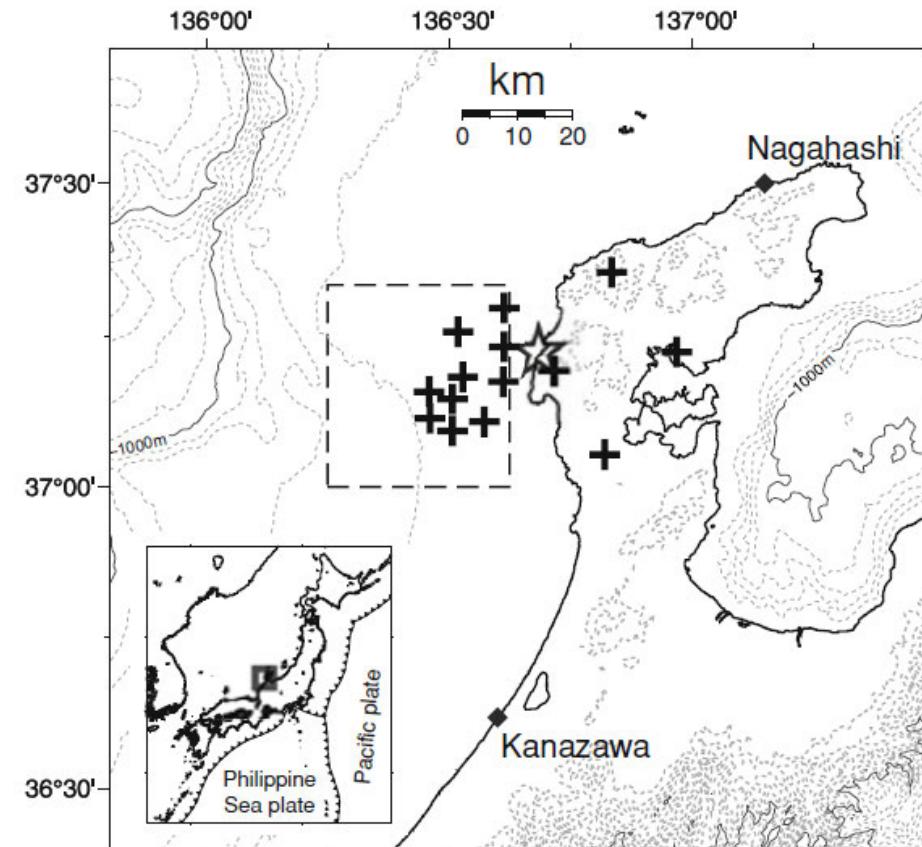
<ul style="list-style-type: none"> 断層 (伏在断層) 断層 (伏在断層) 連続性のない断層 断層 (伏在断層) 撓曲 <p>(測線位置における活動性)</p> <ul style="list-style-type: none"> B層以上に変位, 変形が認められる B層以上に変位, 変形の可能性が否定できない B層以上に変位, 変形が認められない 	<ul style="list-style-type: none"> 背斜軸 向斜軸 <p>断層位置 推定区間</p>
---	---

【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か月間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。

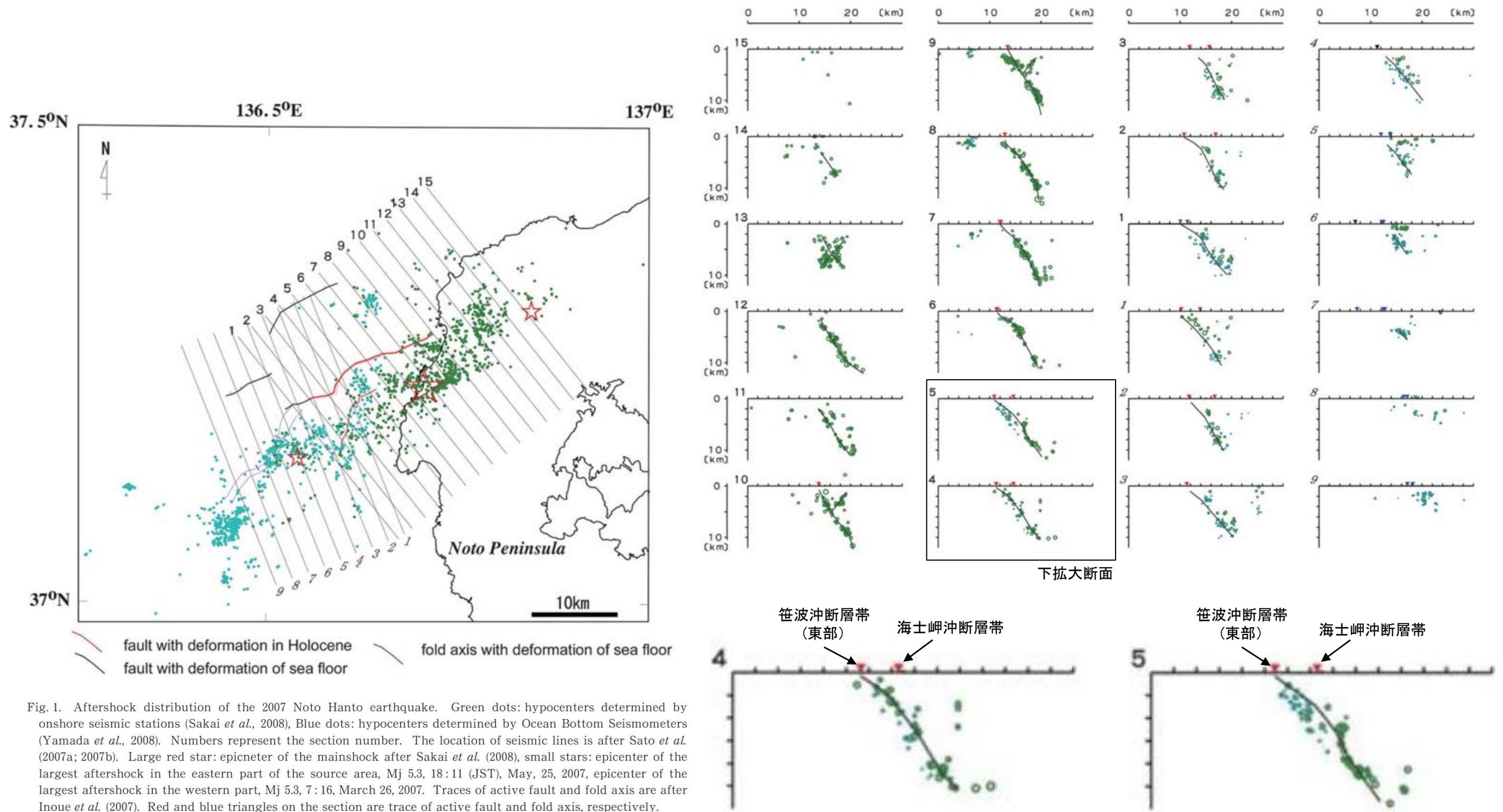


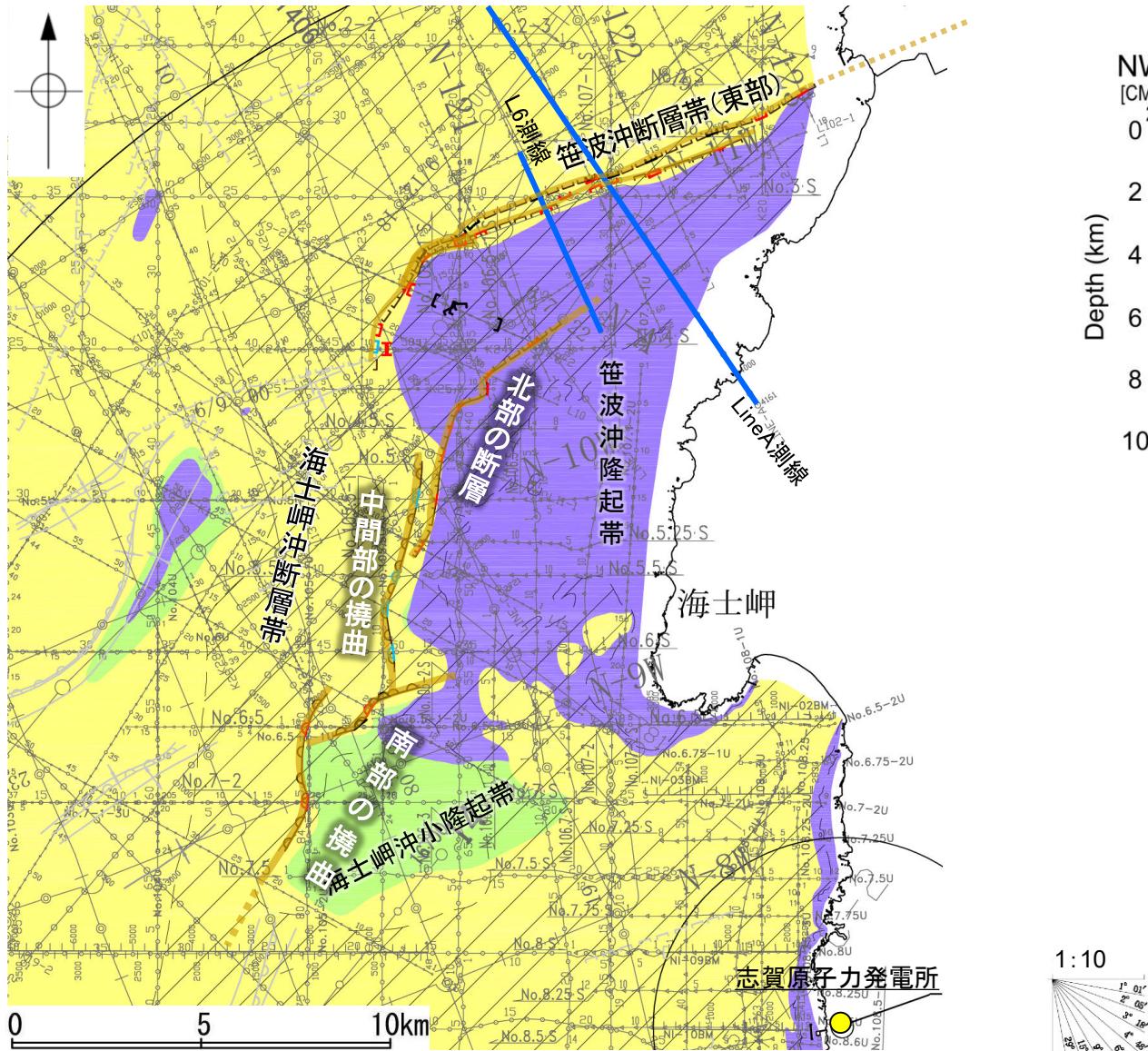
Fig.1. Aftershock distribution of the 2007 Noto Hanto earthquake. Green dots: hypocenters determined by onshore seismic stations (Sakai *et al.*, 2008), Blue dots: hypocenters determined by Ocean Bottom Seismometers (Yamada *et al.*, 2008). Numbers represent the section number. The location of seismic 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】

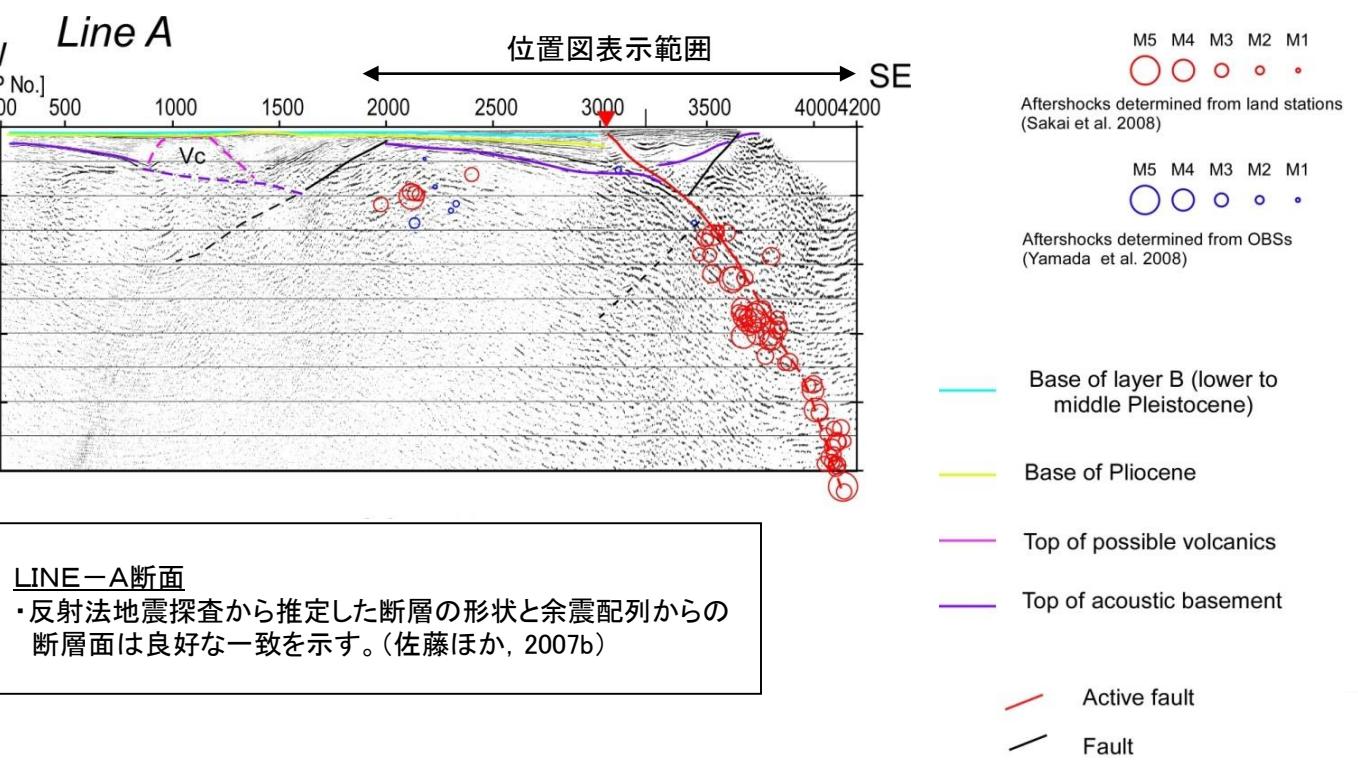
- 笹波沖断層帯(東部)は、笹波沖隆起帯北縁に分布し、D層が急に落ち込んだ位置の変位、変形から推定された断層であり、後期更新世以降の活動が認められる。
- 佐藤ほか(2007b)は、Line A断面(右上図は佐藤ほか(2007a))で反射法地震探査から推定した断層(笹波沖断層帯(東部)に対応)の形状と余震配列からの断層面は良好な一致を示すとしている。



位置図

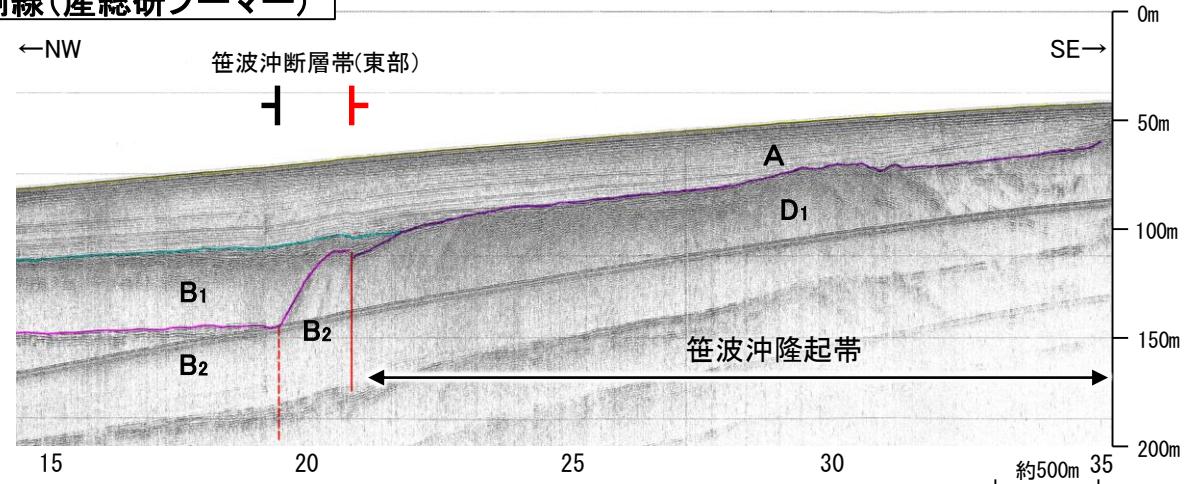
- 凡 例
- No. 4 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 4-S 調査測線(北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No. 8U 調査測線(北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A 調査測線(東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - K22 調査測線(東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - L10 調査測線(産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - NI-02BM 調査測線(原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)
 - NI-02MS 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)
- 右図記録範囲

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
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		



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)



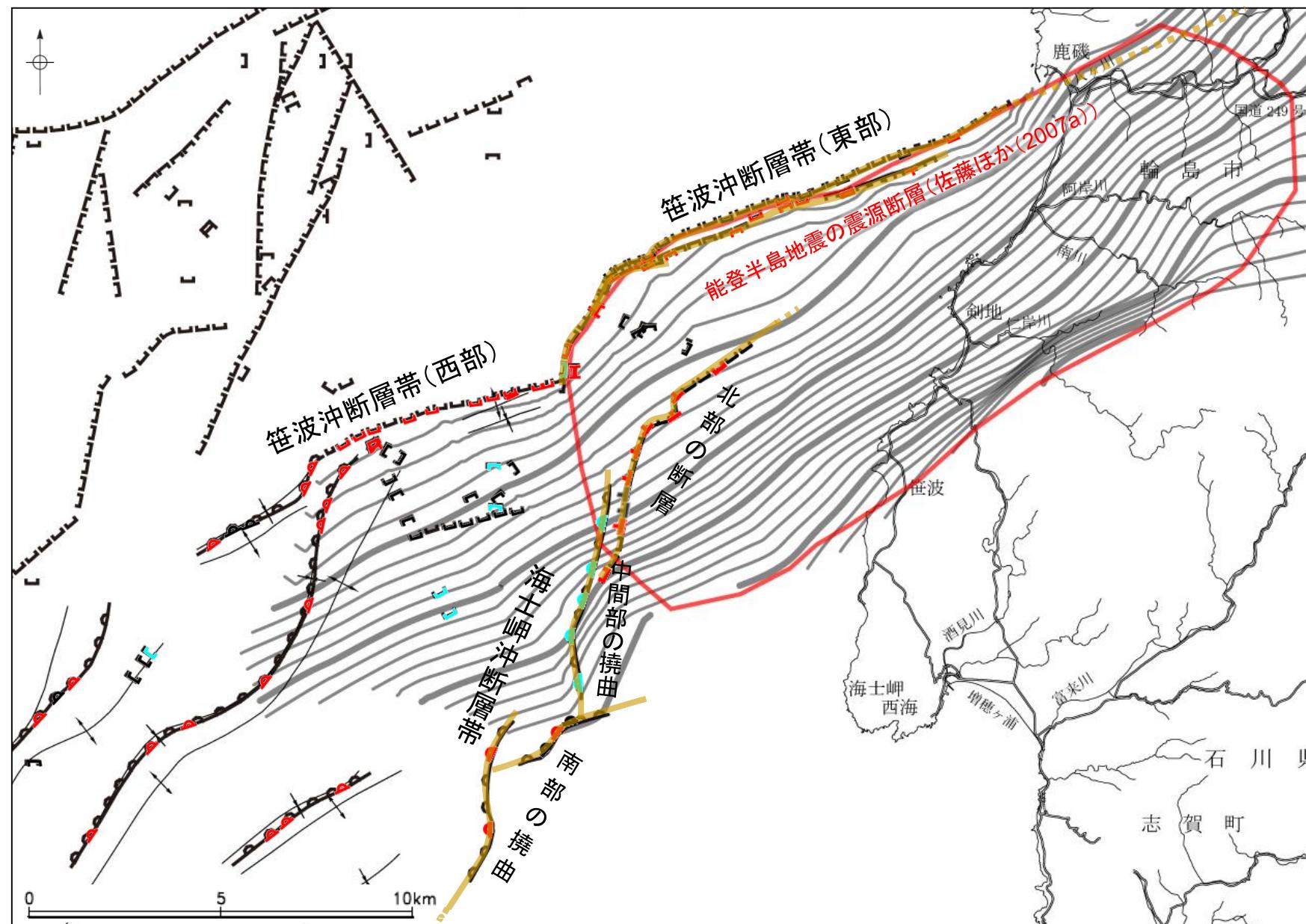
・この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

断層位置
推定区間
断層(破線は推定)

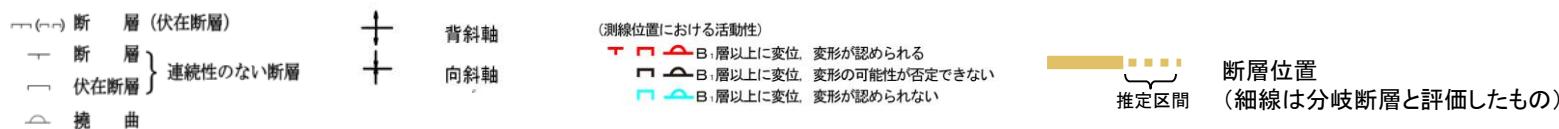
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【2007年能登半島地震の震源断層との位置関係】

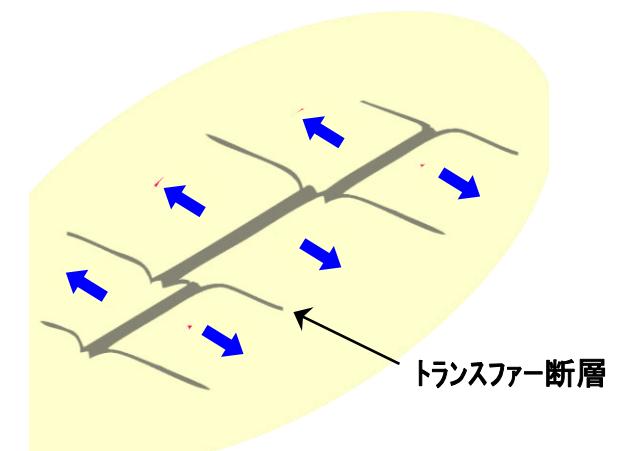
- 佐藤ほか(2007a)が示す2007年能登半島地震の震源断層と海士岬沖断層帯との位置関係を確認した。
- 海士岬沖断層帯の中間部は、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の境界で断層形状が屈曲する位置とほぼ対応しており、2007年能登半島地震の震源断層の西縁の地表付近に位置している。
- このことから海士岬沖断層帯の中間部は、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)を境する断層(トランスファー断層)を起源とする構造である可能性が考えられる。
- また、海士岬沖断層帯の北部は、そのほとんどが2007年能登半島地震の震源断層面上にある。



位置図



日本海拡大時の引張応力場

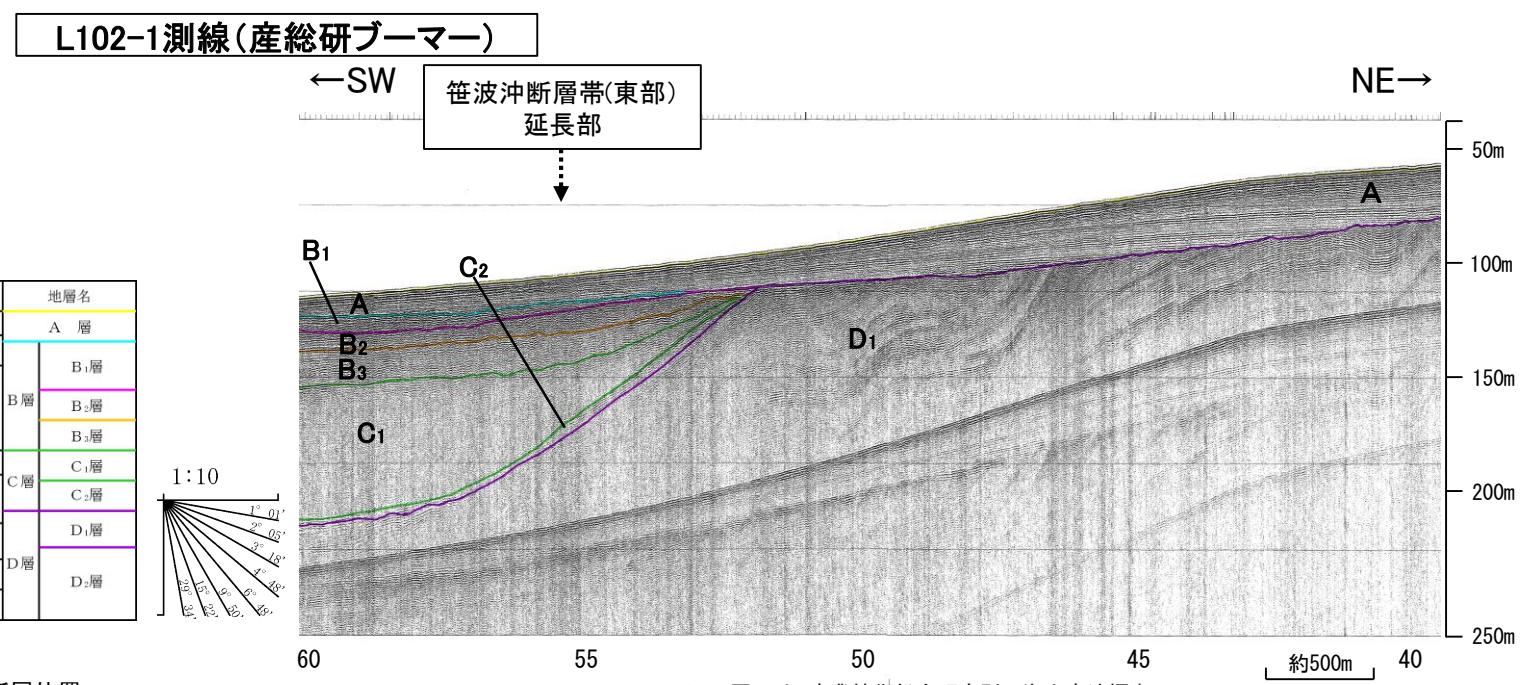
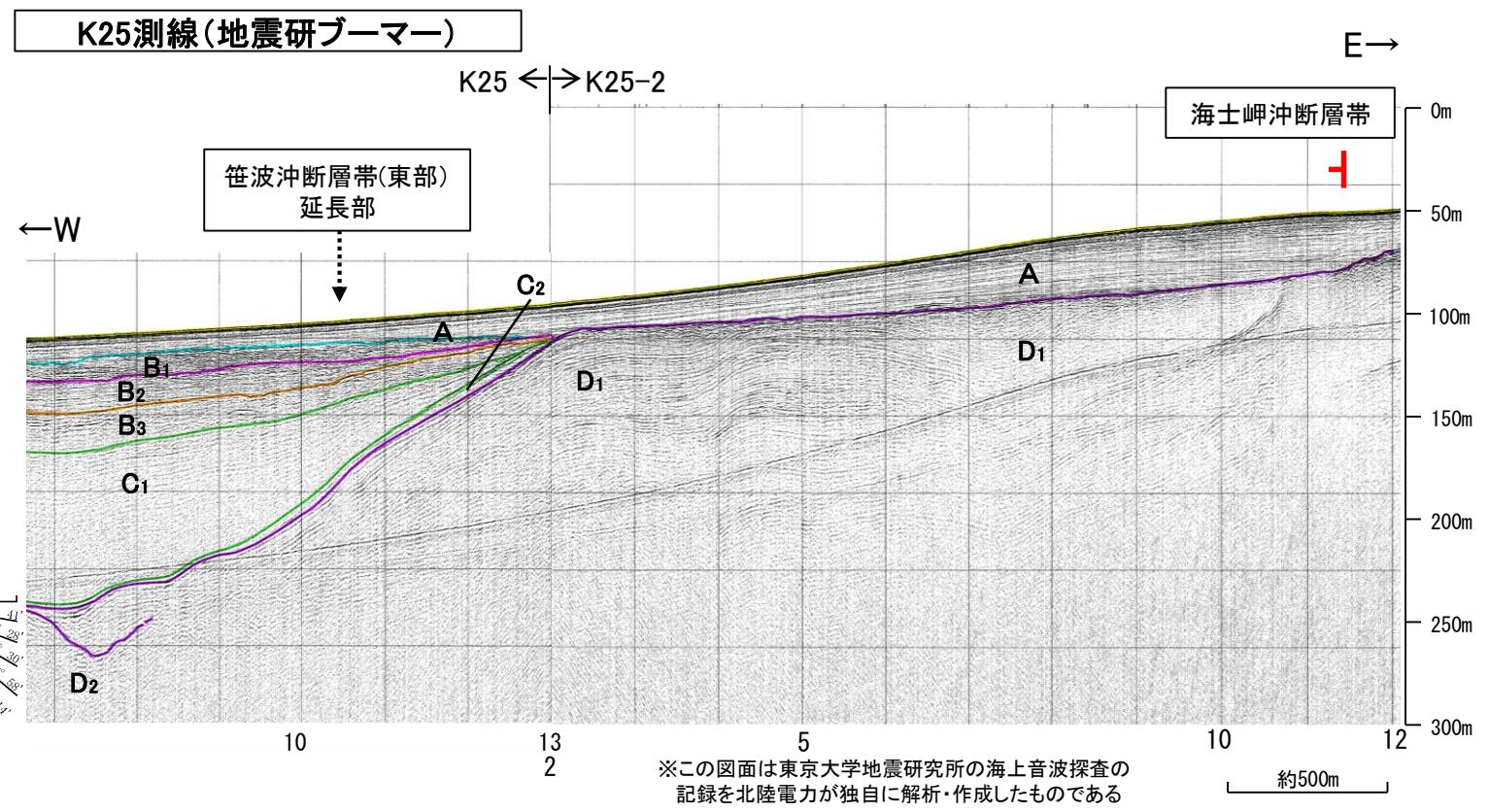
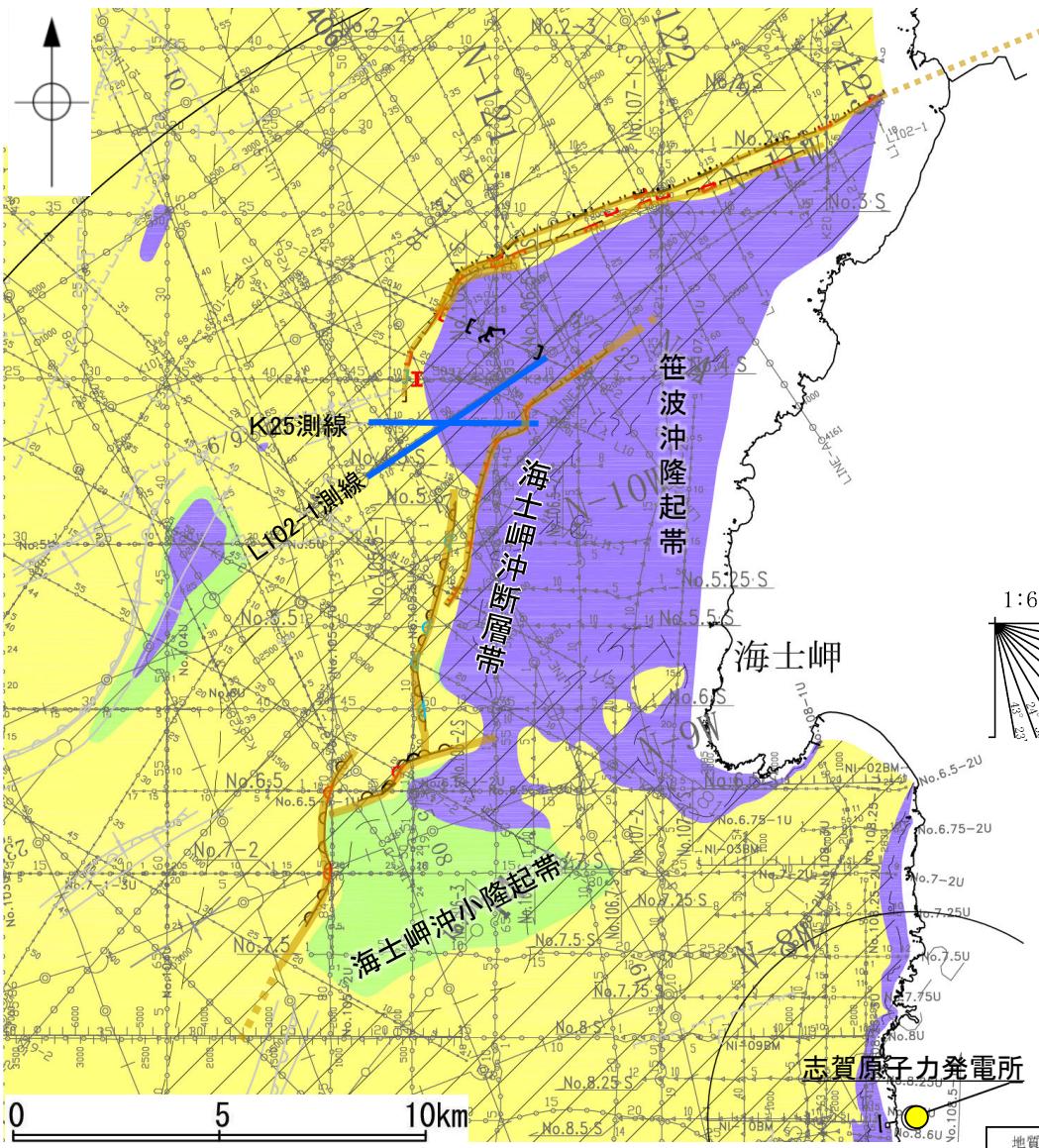


トランスファー断層の模式図

3.2.5(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



位置図

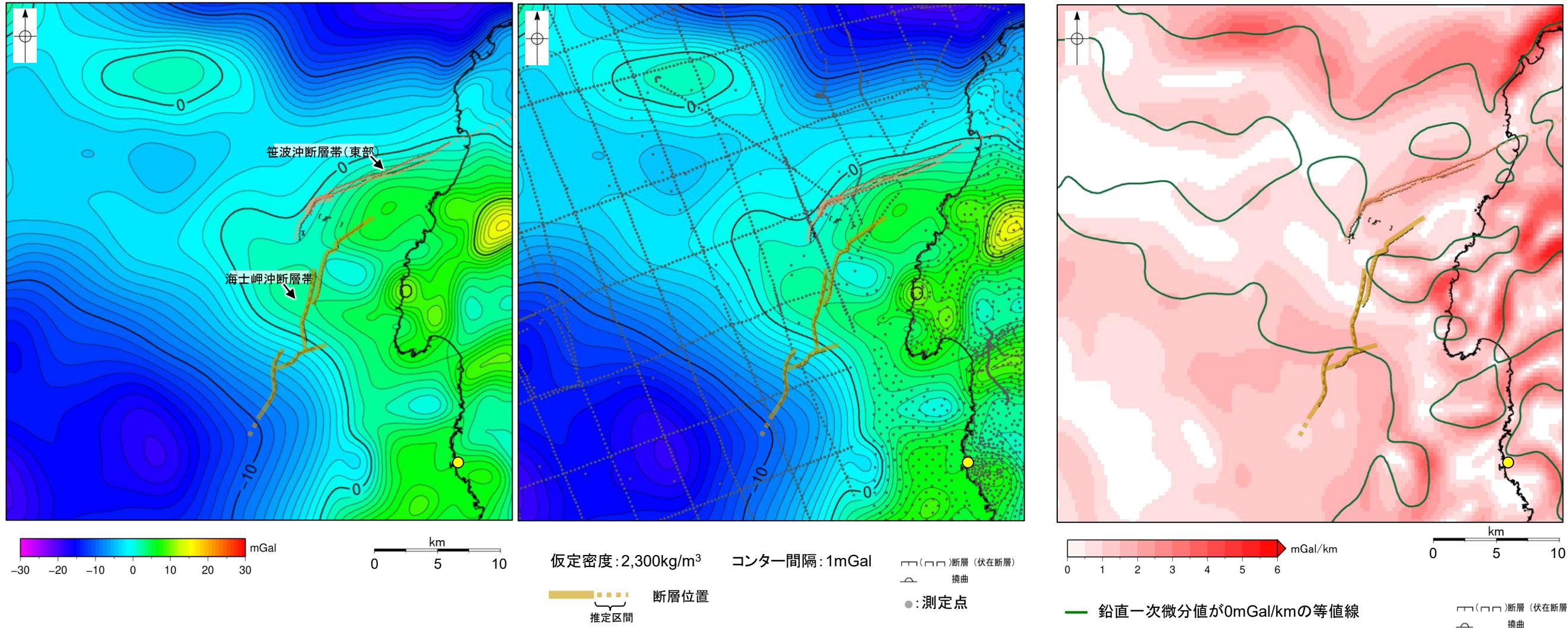
- 枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。
- | 凡 例 | |
|-----------------|---|
| □ () 断層 (伏在断層) | No. 4 調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約2450ジュール) |
| 〰 断層 (伏在断層) | No. 4-S 調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約380ジュール) |
| □ () 断層 (伏在断層) | No. 8U 調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール) |
| 〰 断層 (伏在断層) | LINE-A 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル) |
| 〰 断層 (伏在断層) | 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) |
| 〰 断層 (伏在断層) | 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) |
| 〰 断層 (伏在断層) | NI-02BM 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル) |
| 〰 断層 (伏在断層) | NI-03BM 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) |
| 〰 断層 (伏在断層) | NI-120 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) | 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) |
| 〰 断層 (伏在断層) | H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル) |
- 断層位置
推定区間

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
新第三紀	中新世	D ₁ 層
	古第三紀	D ₂ 層
先第三紀		

3.2.5(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

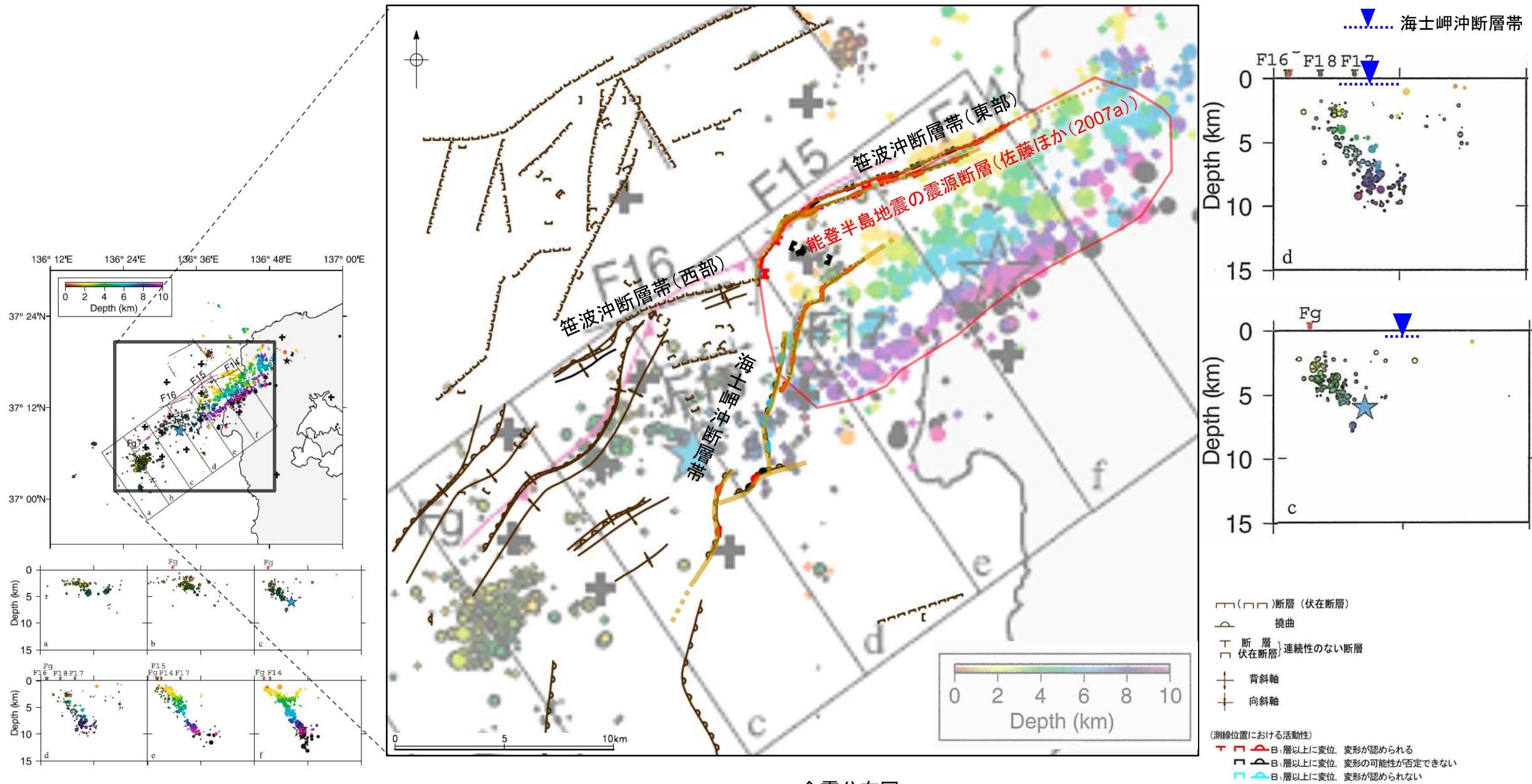
・水平一次微分図は、左のフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。

・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。

3.2.5(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)

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 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.

3.2.6 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の 連動の検討結果

3.2.6(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。

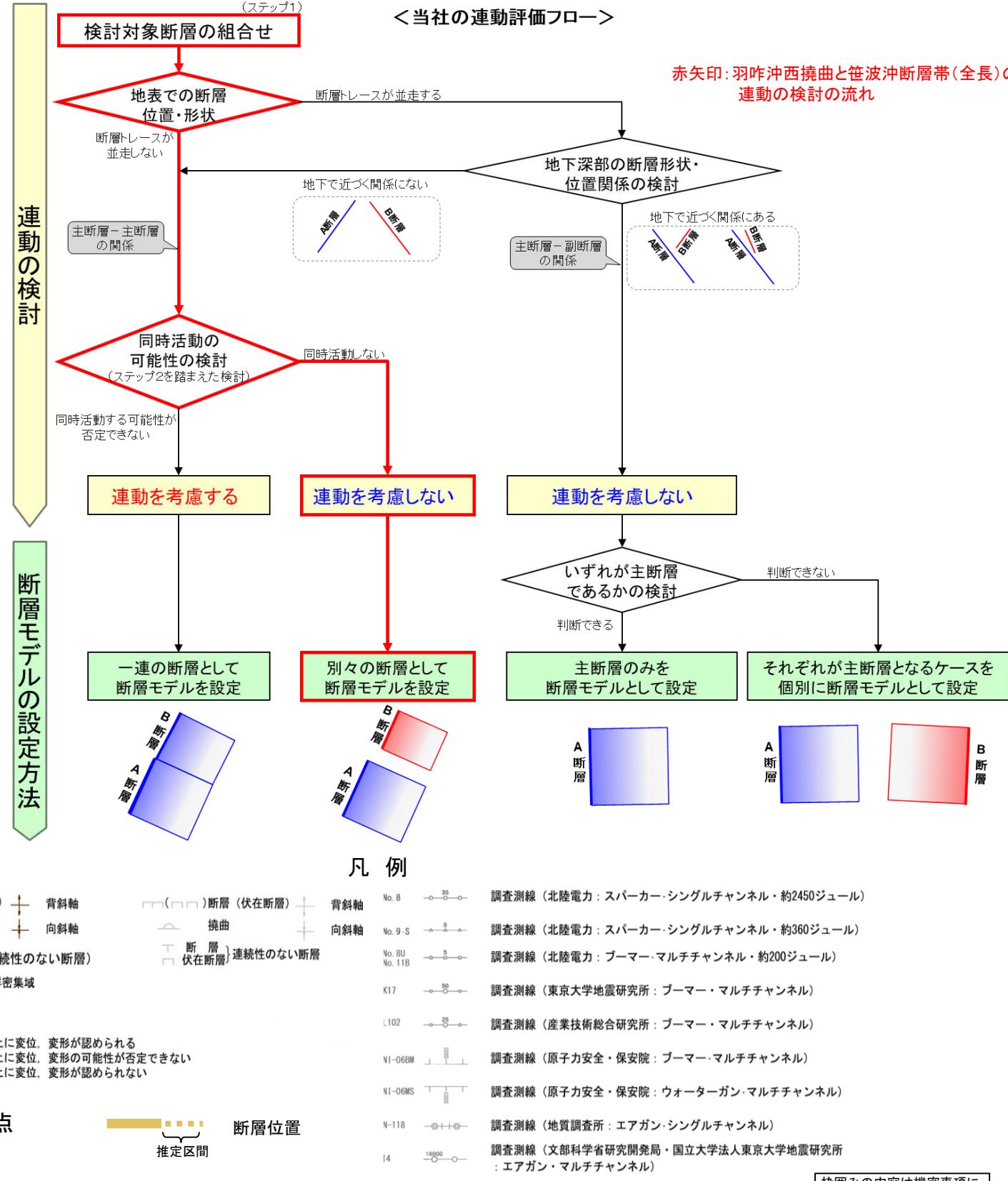
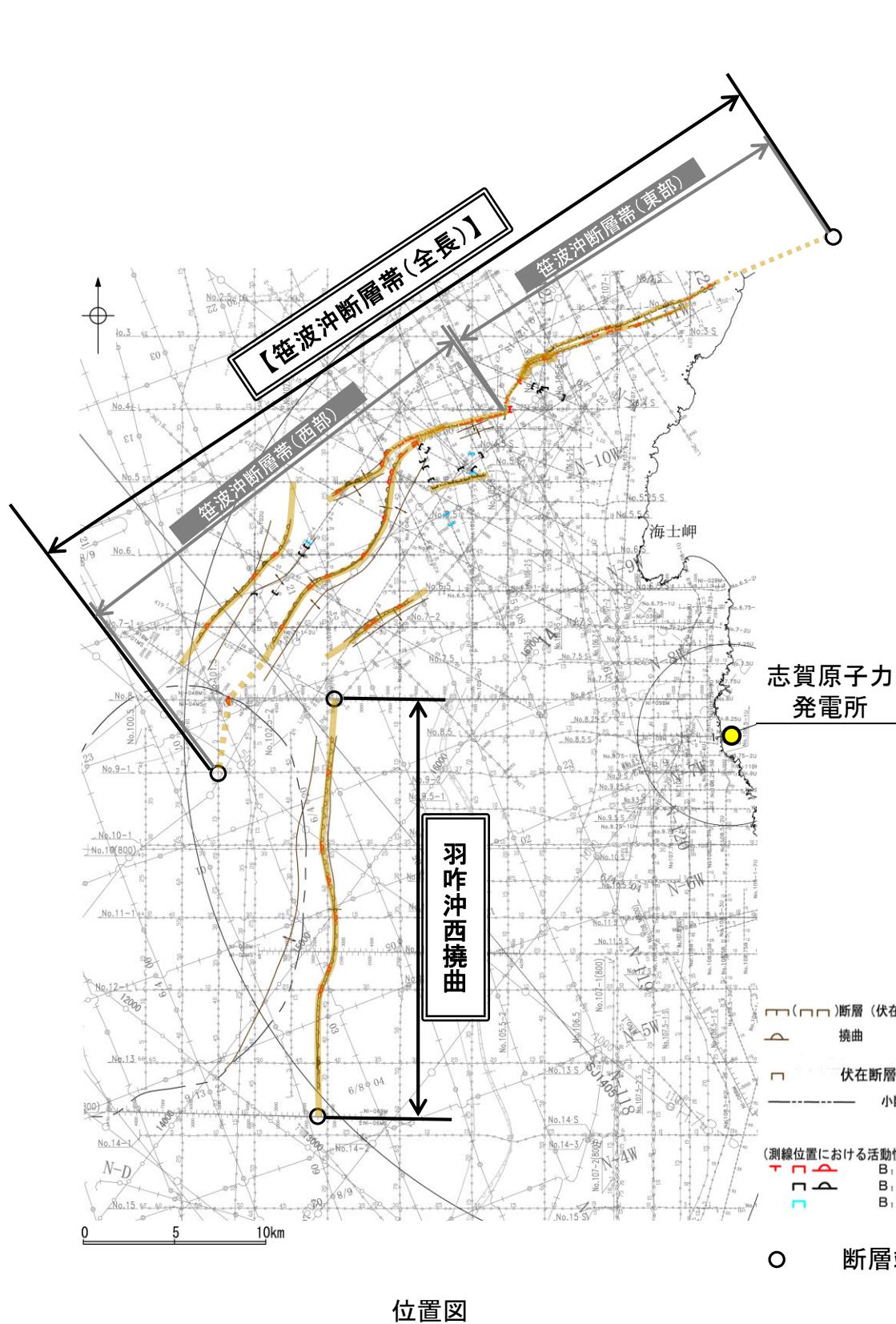
<同時活動の可能性の検討>

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.441)。</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.442)。</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.443)。</p>
	地球物理学的調査	<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.445)。</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.453)。</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.446~450)。</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.454)。</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.442, 443, 446~450)。</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.455)。</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(P.456)。</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。
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。

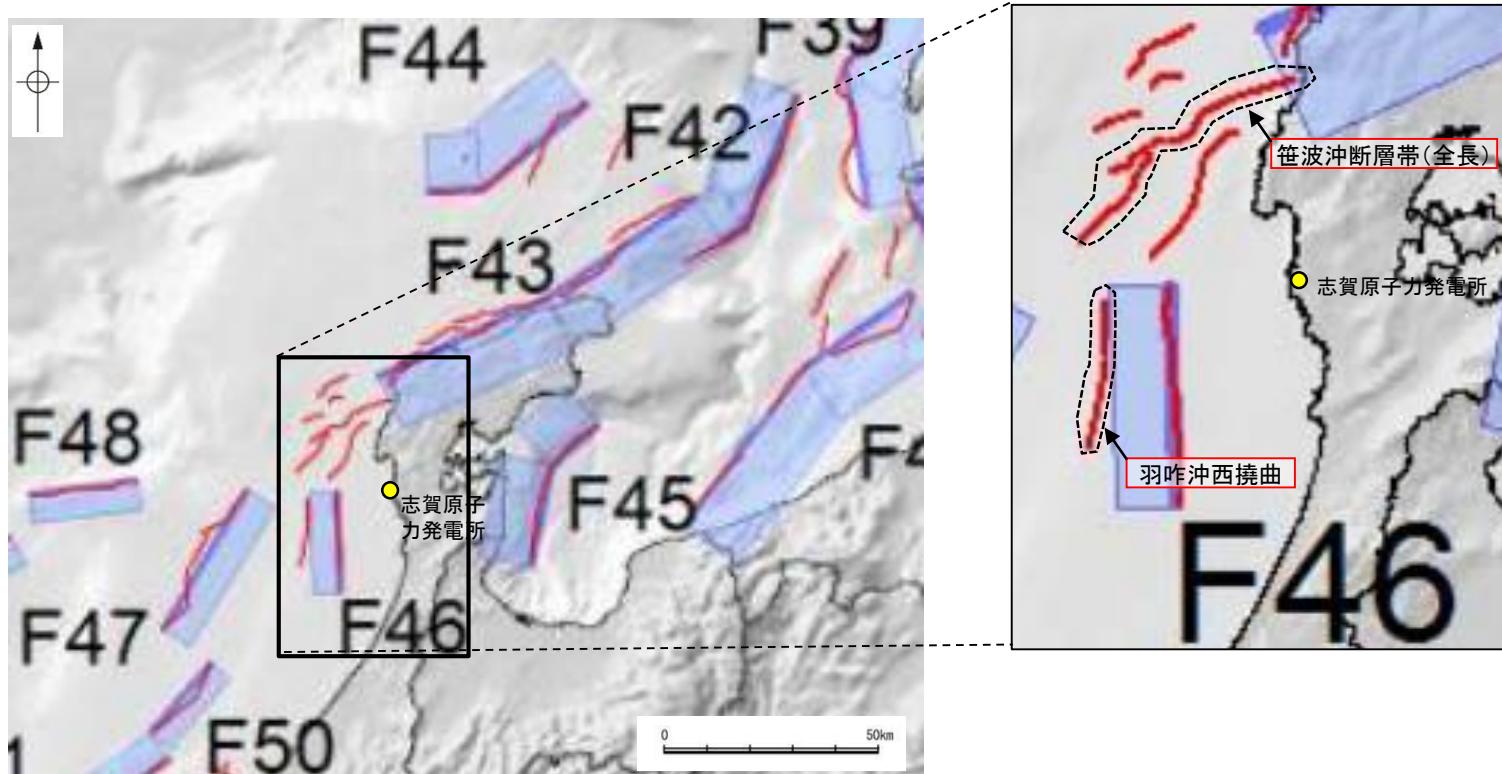
○連動の検討の結果、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動を考慮しないことから、断層モデルについては、羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)を別々の断層として設定することとする。

【羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討結果(位置図, 連動評価フロー)】



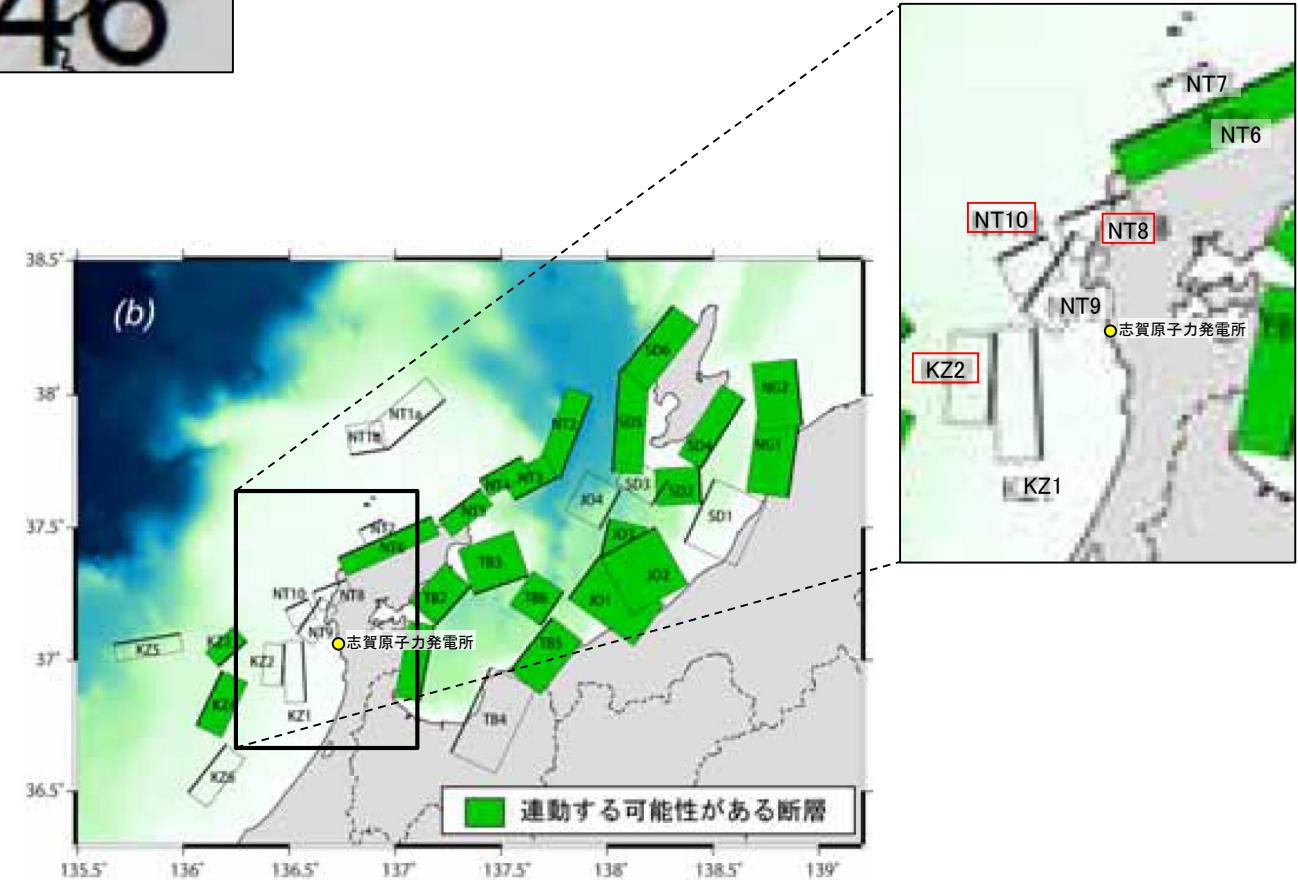
3.2.6(2) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討結果 ー文献調査ー

- 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

3.2.6(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。

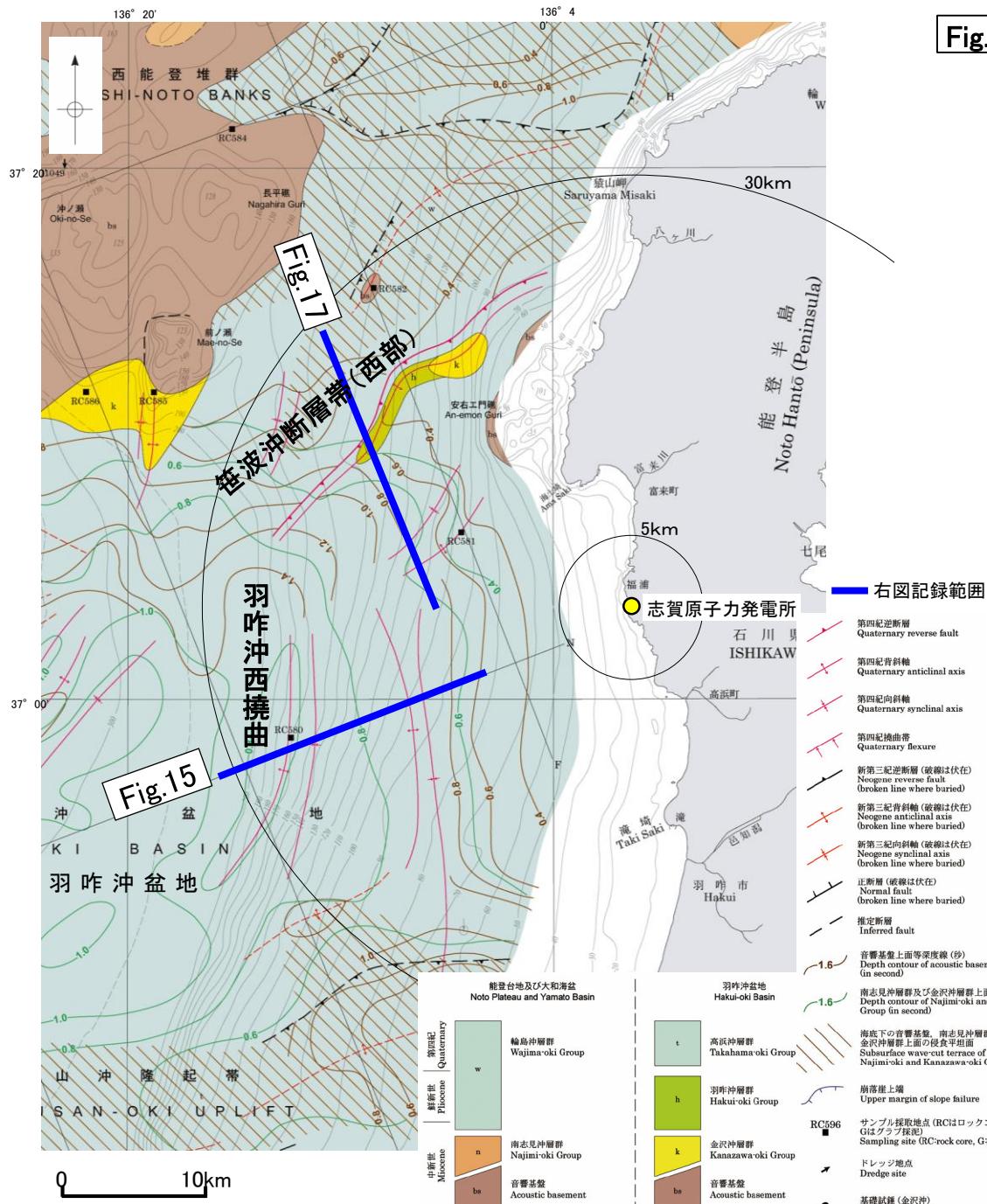
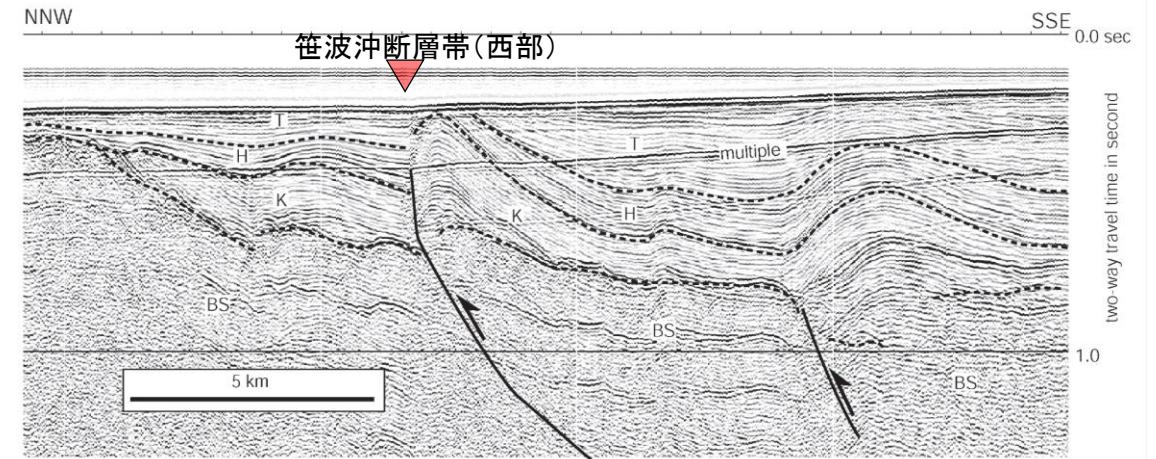


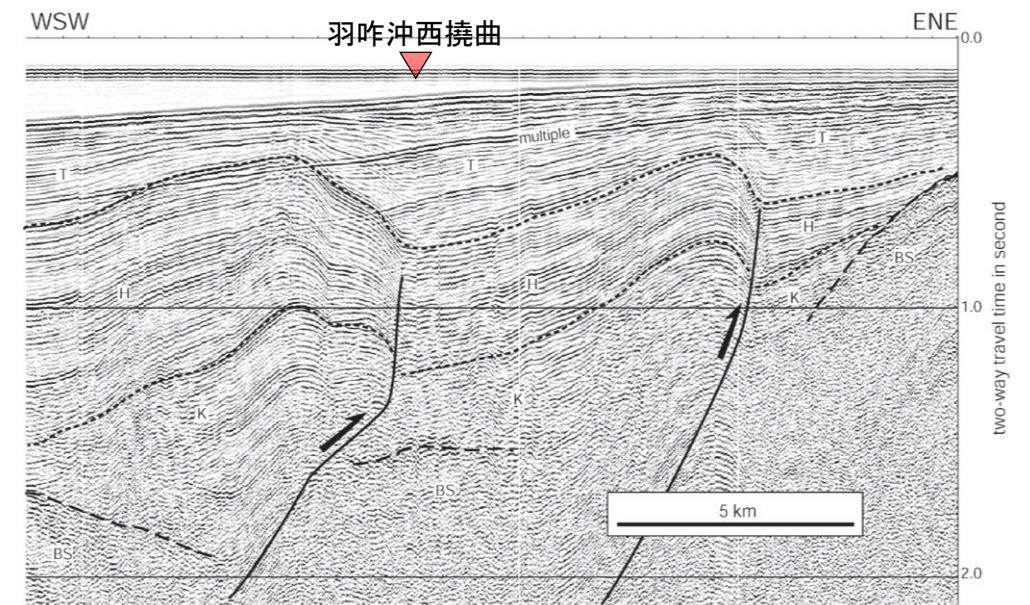
Fig.17(地質調査所エアガン)



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)



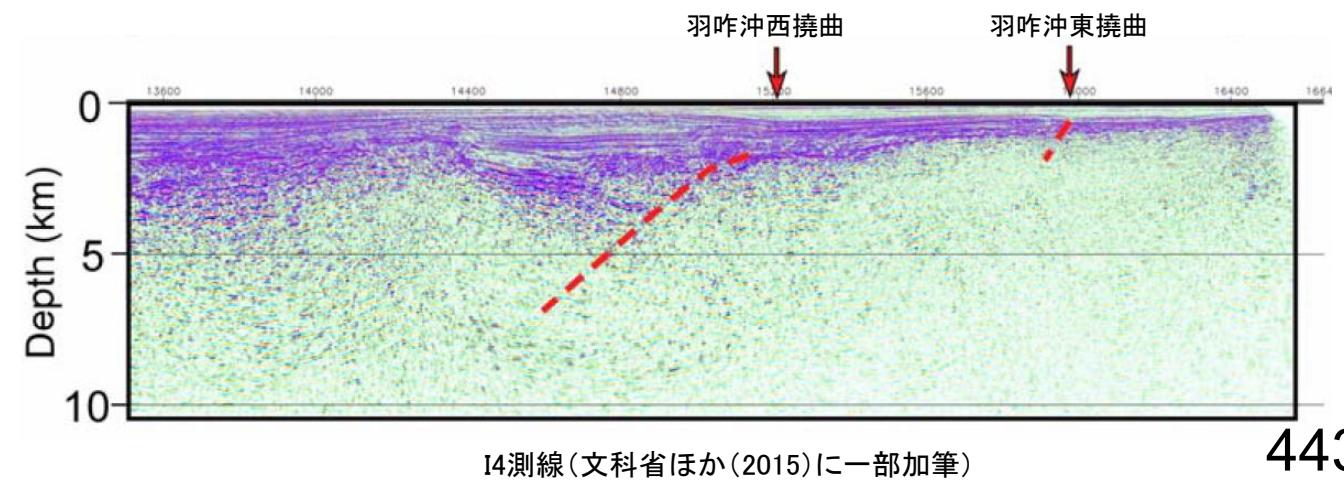
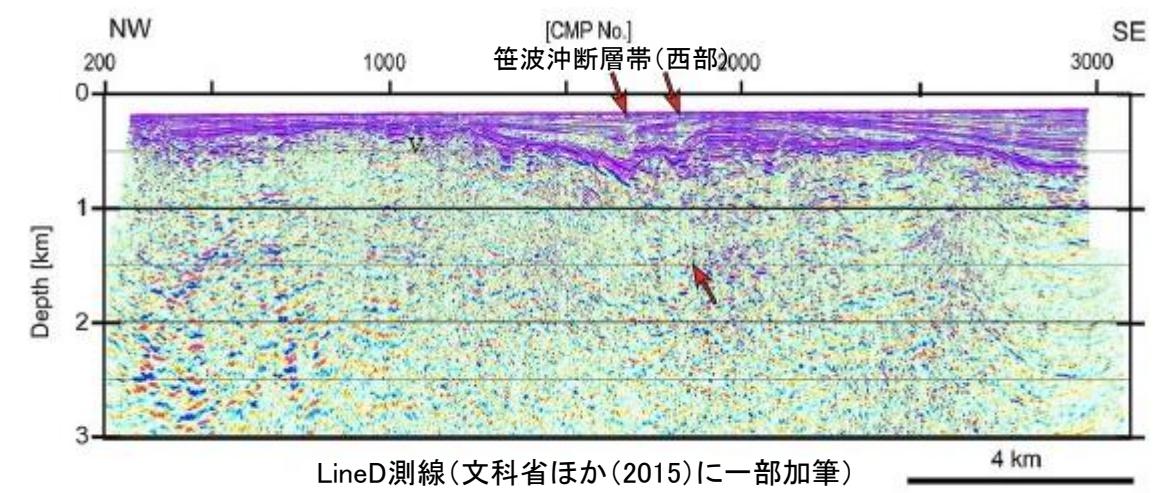
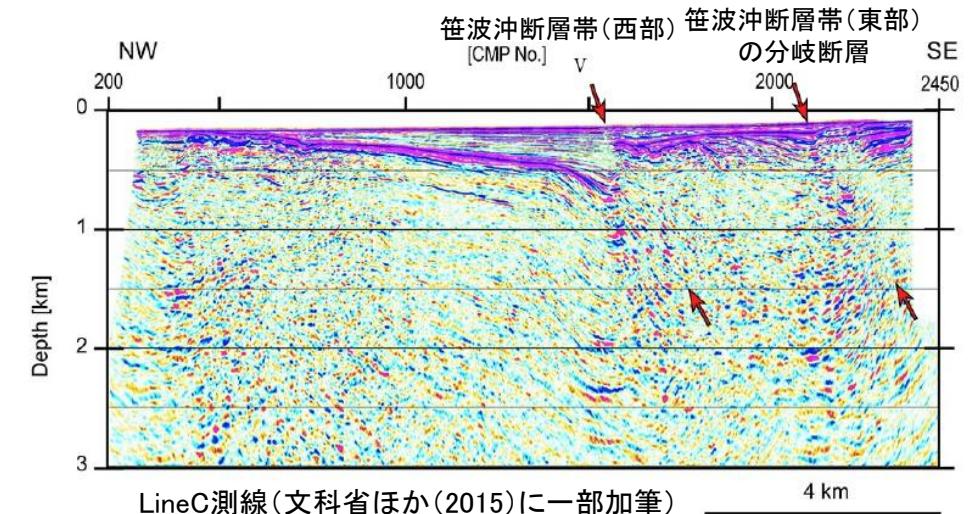
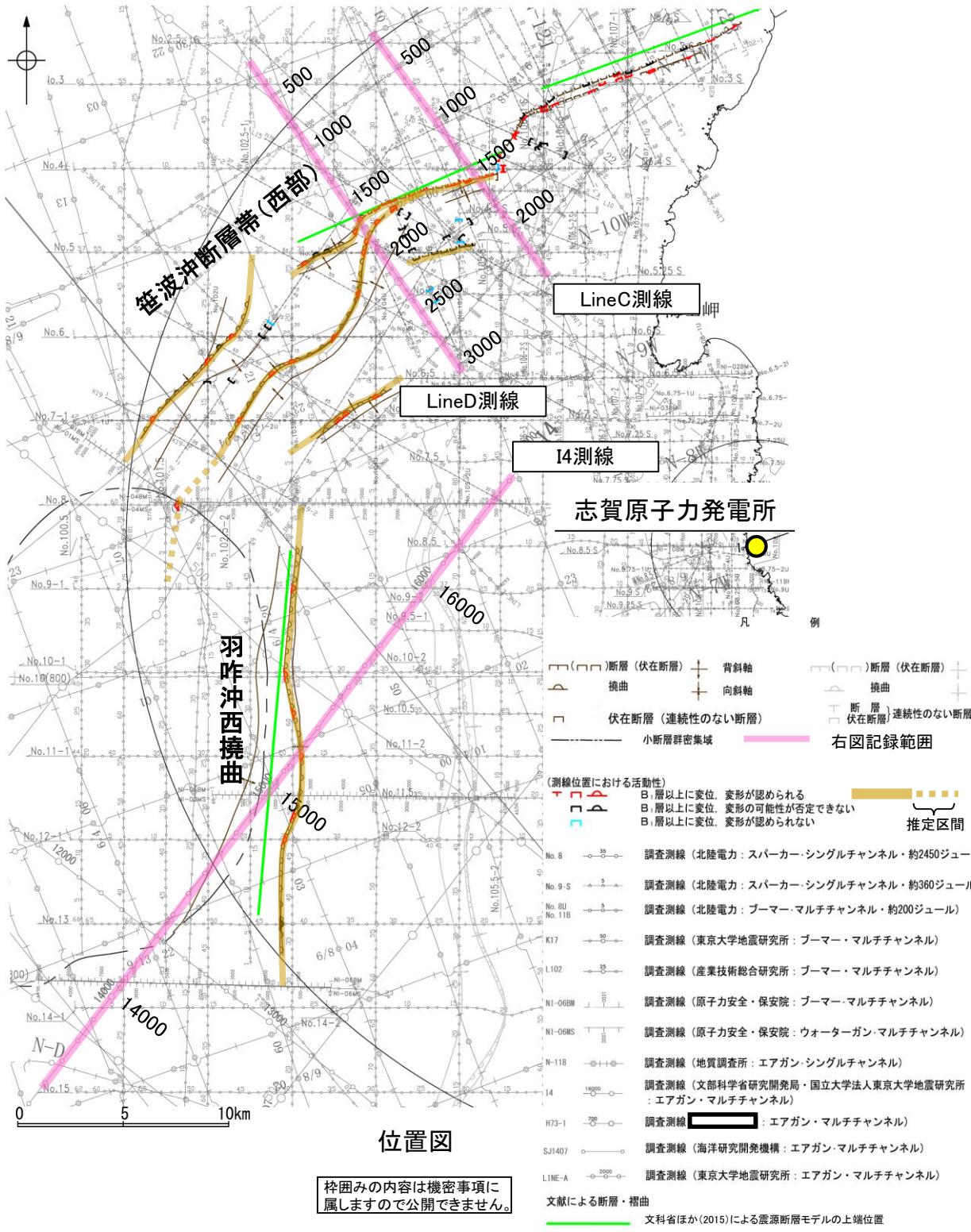
羽咋市の西方沖20-30kmに, ほぼ南北方向の背斜構造が2列形成されている。いずれも東翼が急傾斜で幅が狭く, 西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な背斜構造で, 東翼の基部に逆断層が伏在していると推定される。(岡村, 2007a)

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。



3.2.6(3) 羽咋沖西撓曲と笹波沖断層帯(全長)の連動の検討 ー海上音波探査ー

○音波探査記録の確認の結果から、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.446, 447)。
- 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、屈曲している。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.453)。

(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.446, 447)。

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.448～450)。
- 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.453)。

(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.448～450)。

(両断層間の状況)

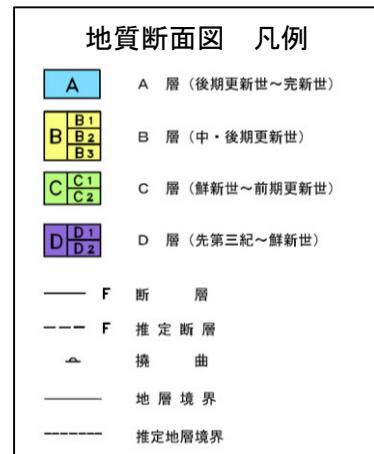
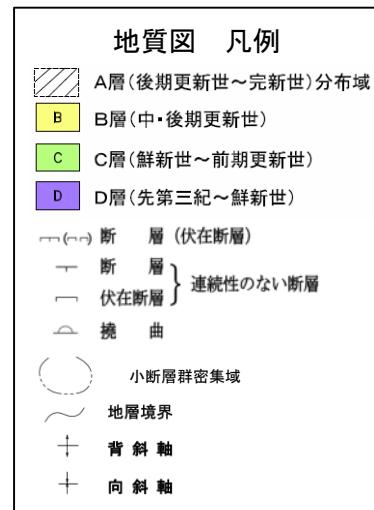
海上音波探査からの検討結果

- 左記の特徴を踏まえると、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.454)。

【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】

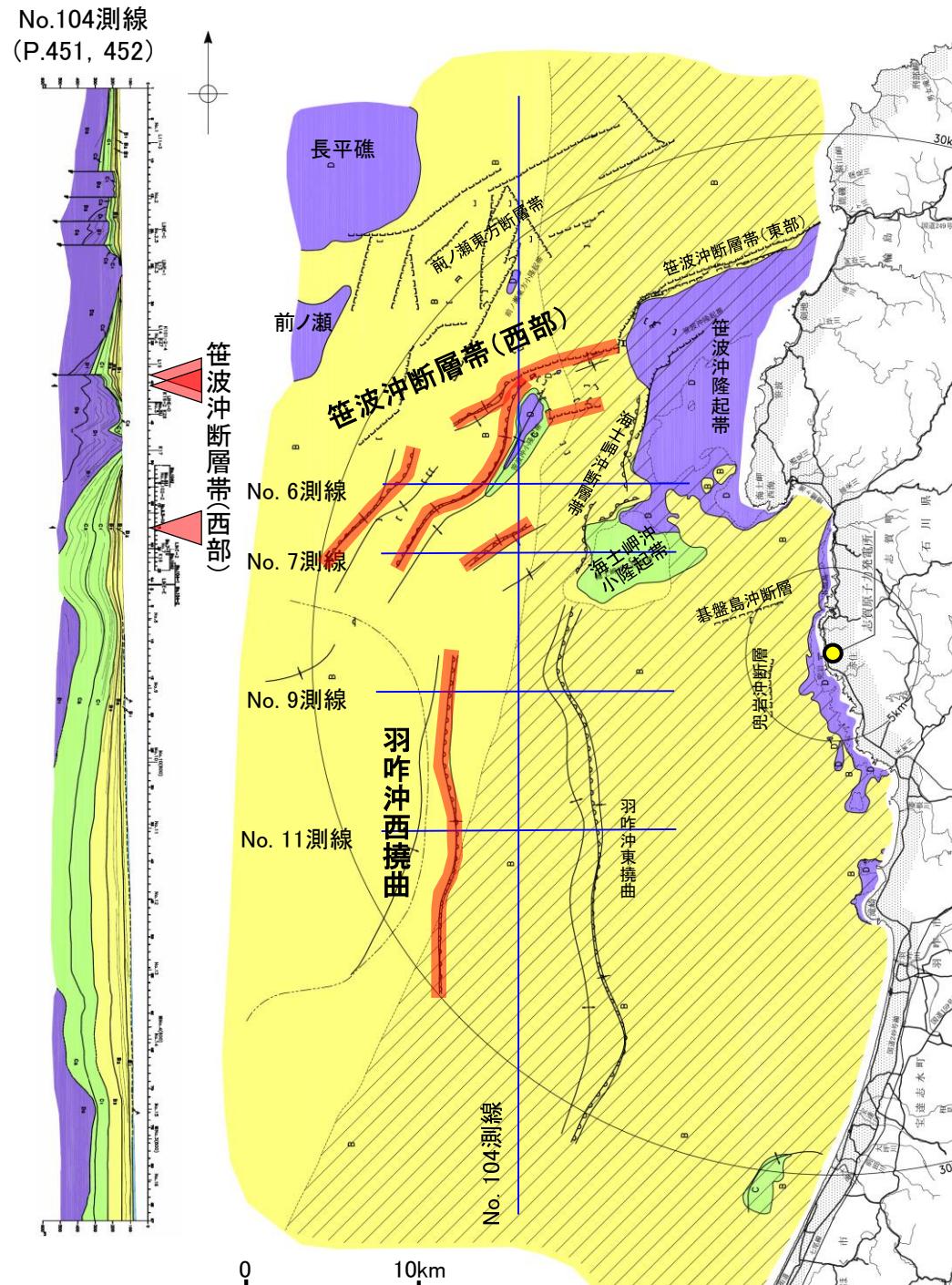
○笹波沖断層帯(西部)は, D層(先第三紀~鮮新世)の隆起や主としてNE-SW~NNE-SSW方向の断層・撓曲の存在で特徴付けられる海域に分布する。
○羽咋沖西撓曲は東落ちの変形が認められ, 第四系が厚く分布する海盆(羽咋沖盆地(岡村, 2007a))でN-S方向の非対称褶曲の存在で特徴付けられる海域に分布する。

○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。

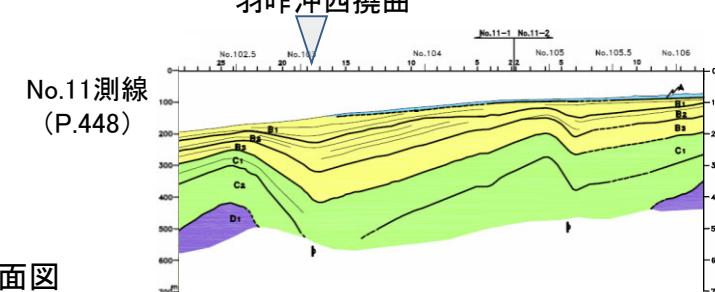
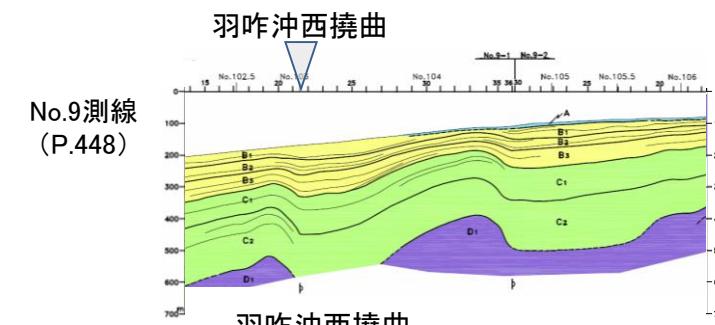
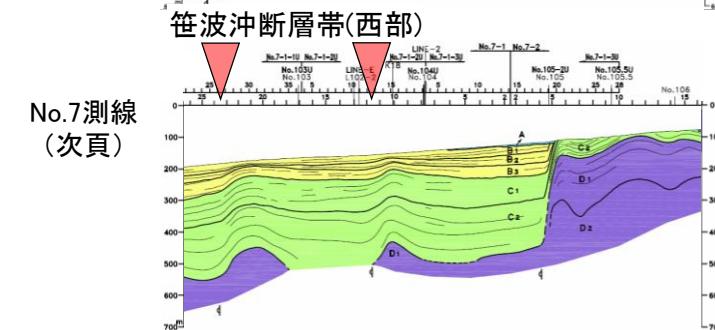
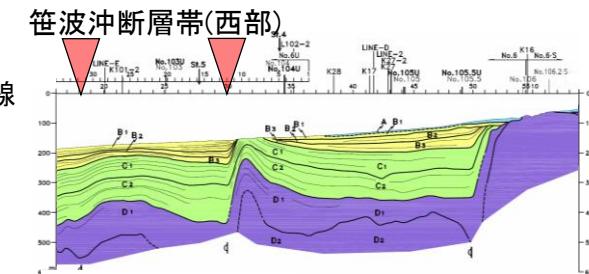


断面図はH:V=1:10

断層位置



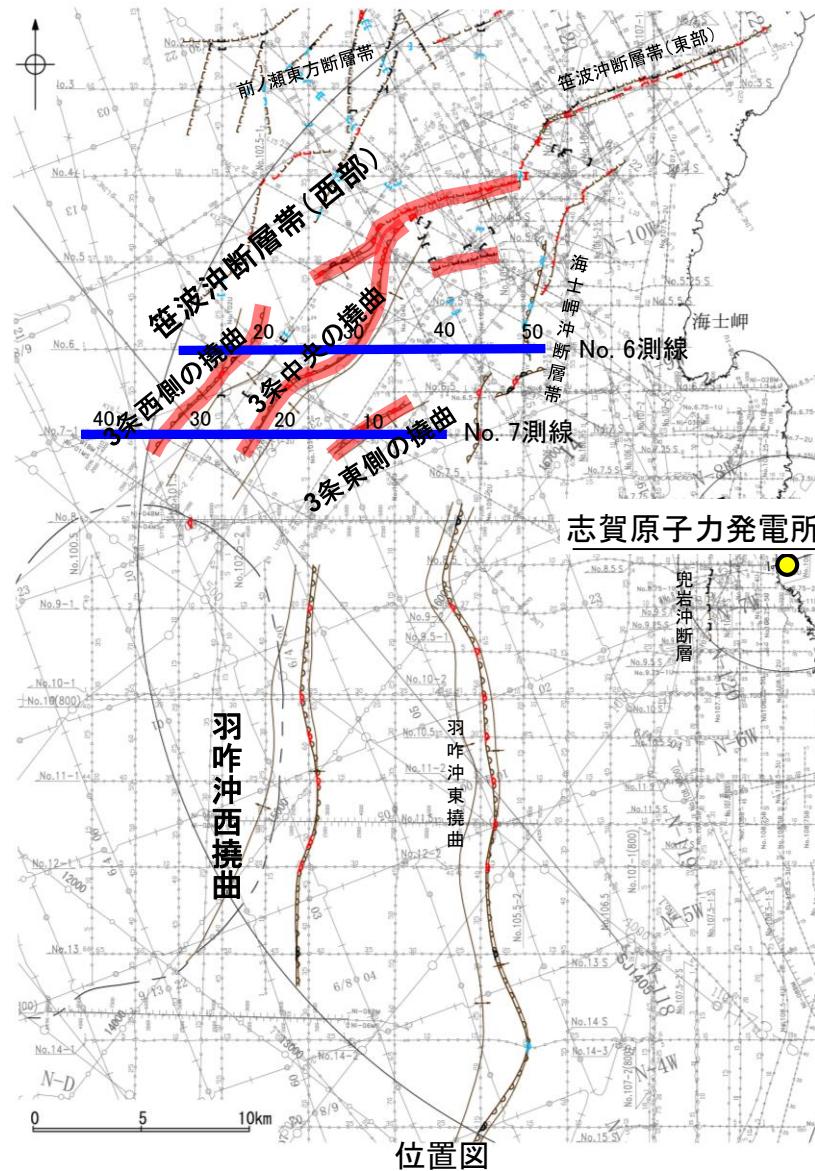
笹波沖断層帯(西部), 羽咋沖西撓曲周辺の地質図及び地質断面図



【笹波沖断層帯(西部)周辺の浅部記録(スーパーカー)】

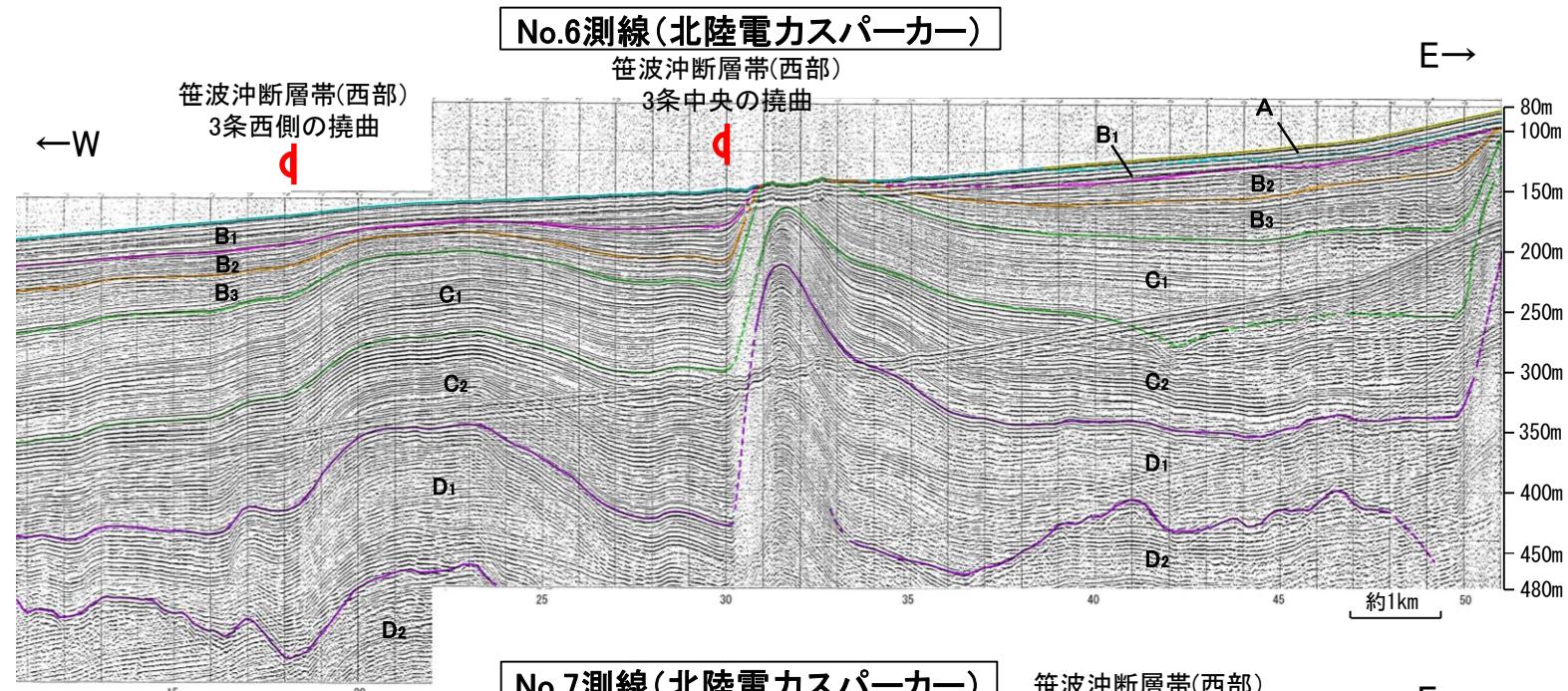
○笹波沖断層帯(西部)の浅部の音波探査記録(スーパーカー)からは、西落ちの変形が認められ、いずれもB₁層以上に変形が認められる。本撓曲は西翼が急傾斜、東翼が緩傾斜の非対称な撓曲であり、東傾斜の逆断層が伏在することが推定される。

(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。

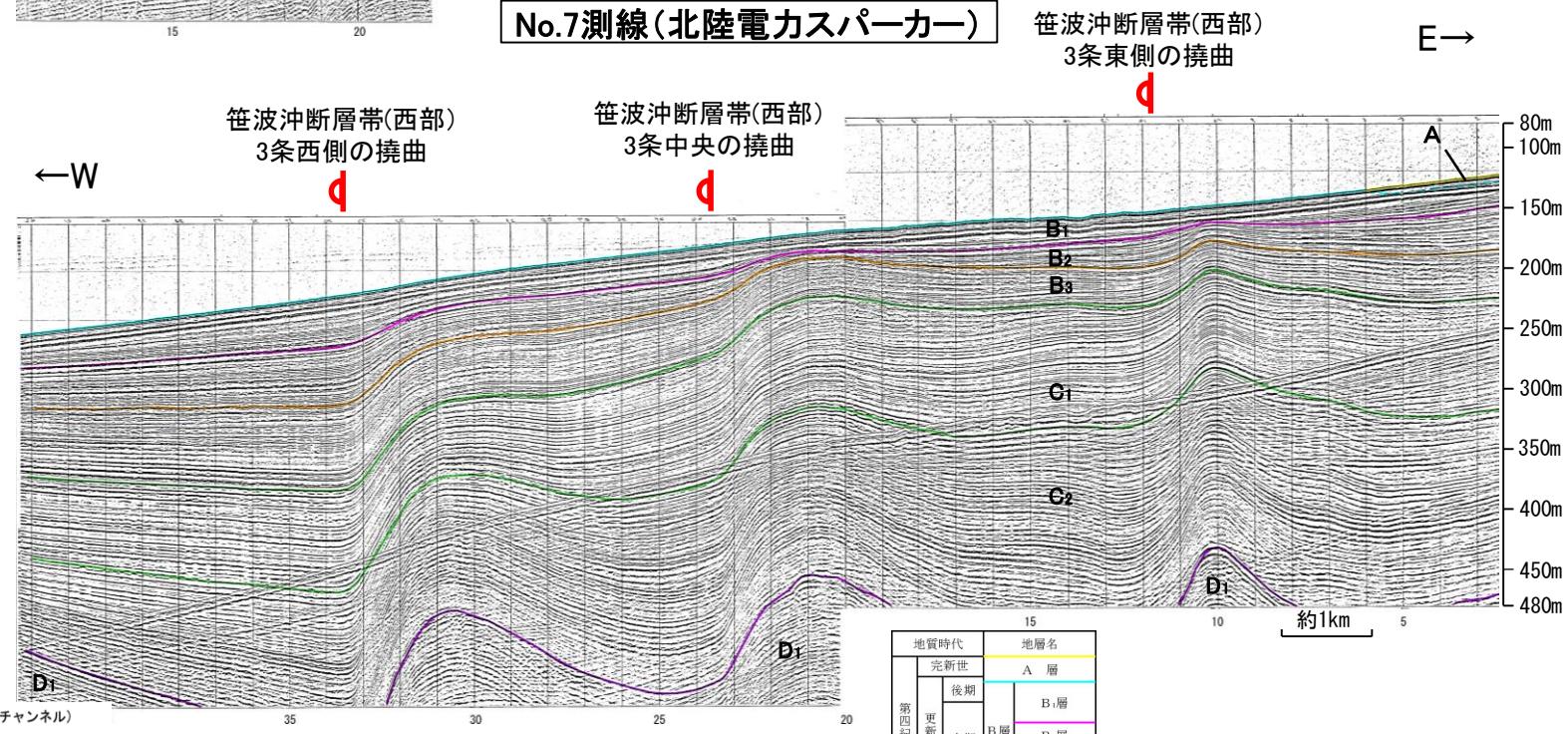


位置図
凡例

- | | | | |
|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 断層(伏在断層) 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-06MS 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 | <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 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 | <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) 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) |
|--|--|---|---|

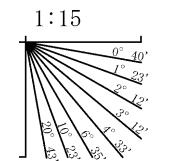


No.6測線(北陸電力スーパーカー)



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
更新世	前期 B ₃ 層
	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

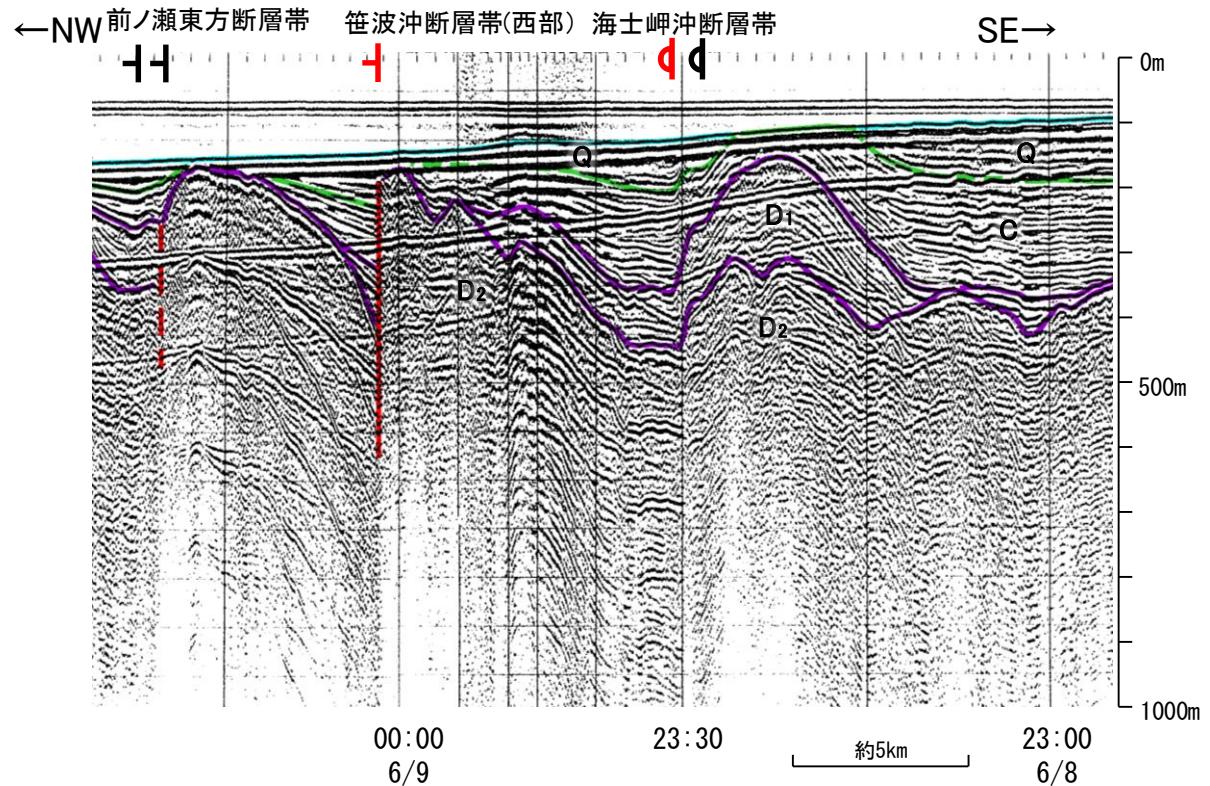
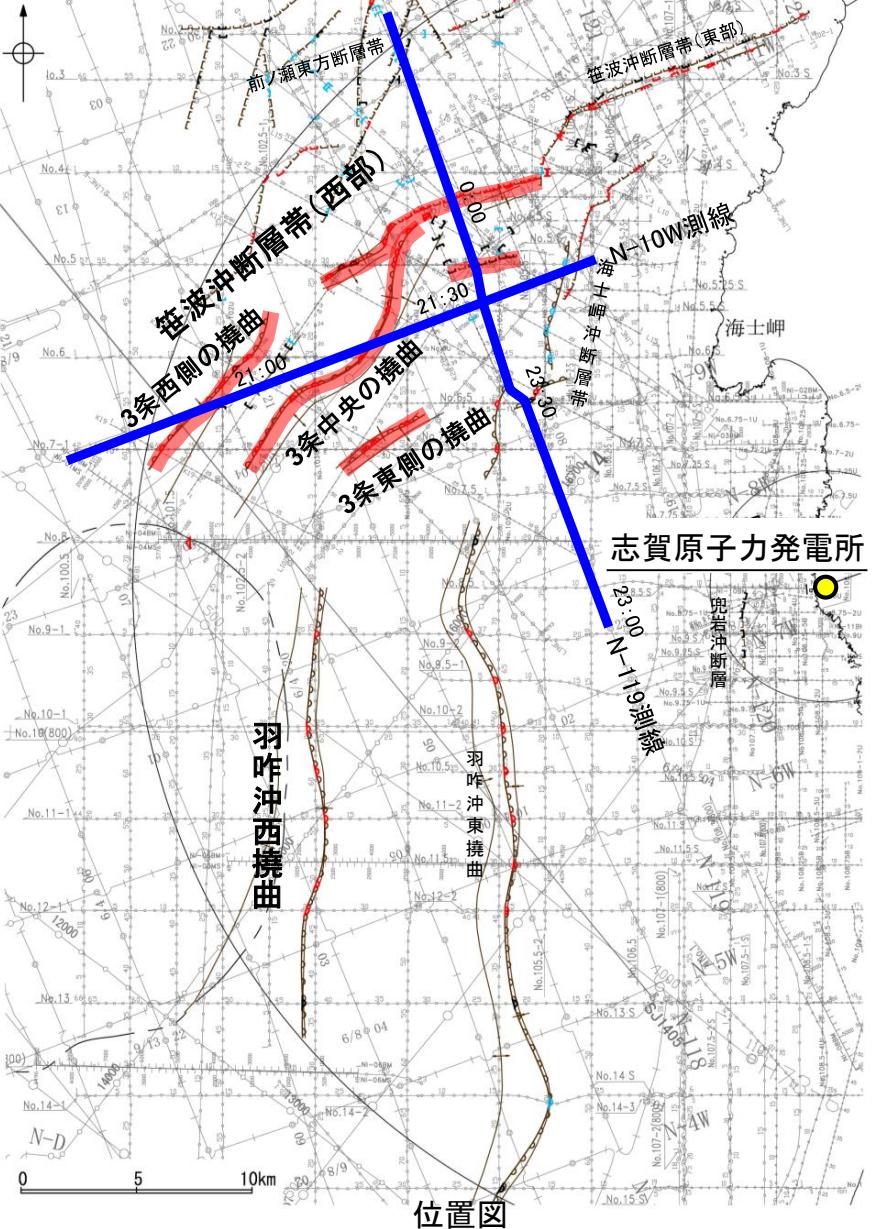


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

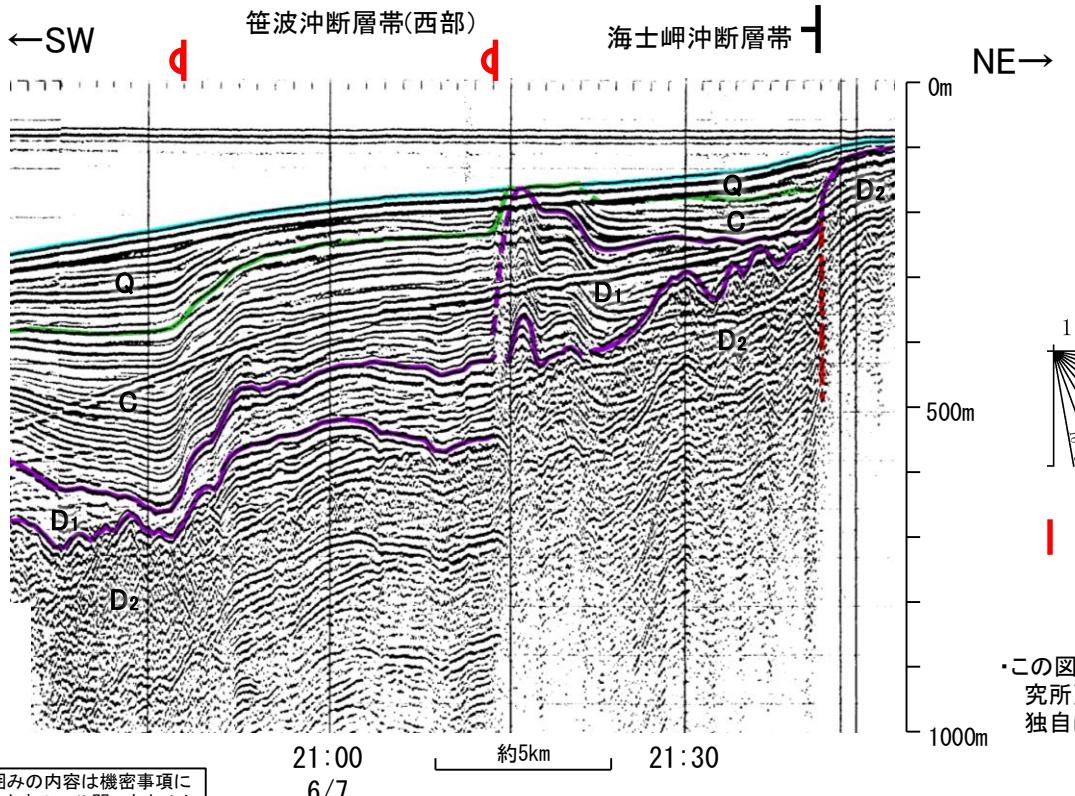
【笹波沖断層帯(西部)周辺の深部記録(エアガン)】

○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褶曲であり、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。

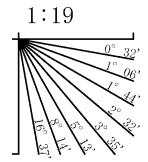


N-119測線
(地質調査所エアガン)



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 B ₂ 層
	前期	C層
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層 C ₂ 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)

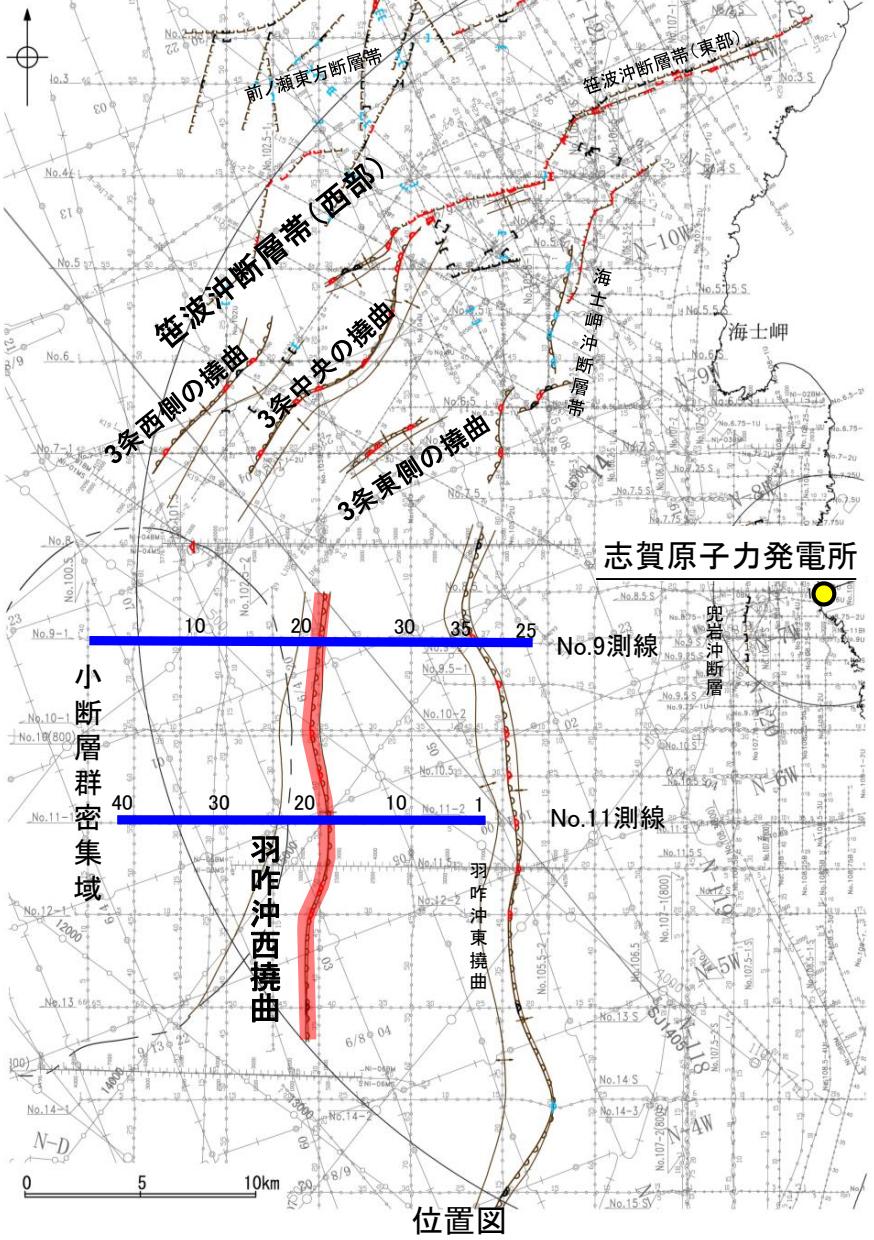
この図面は、地質調査所(現産業技術総合研究所)の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

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。

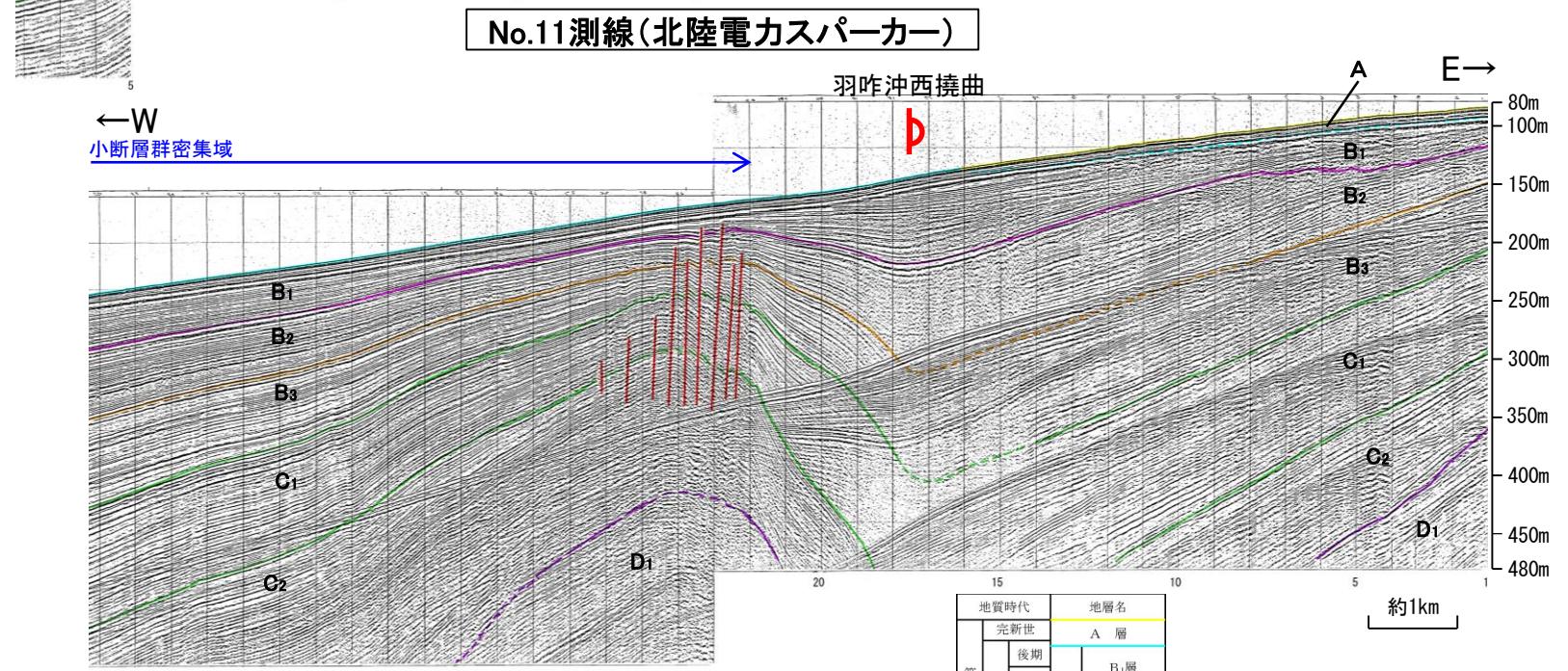
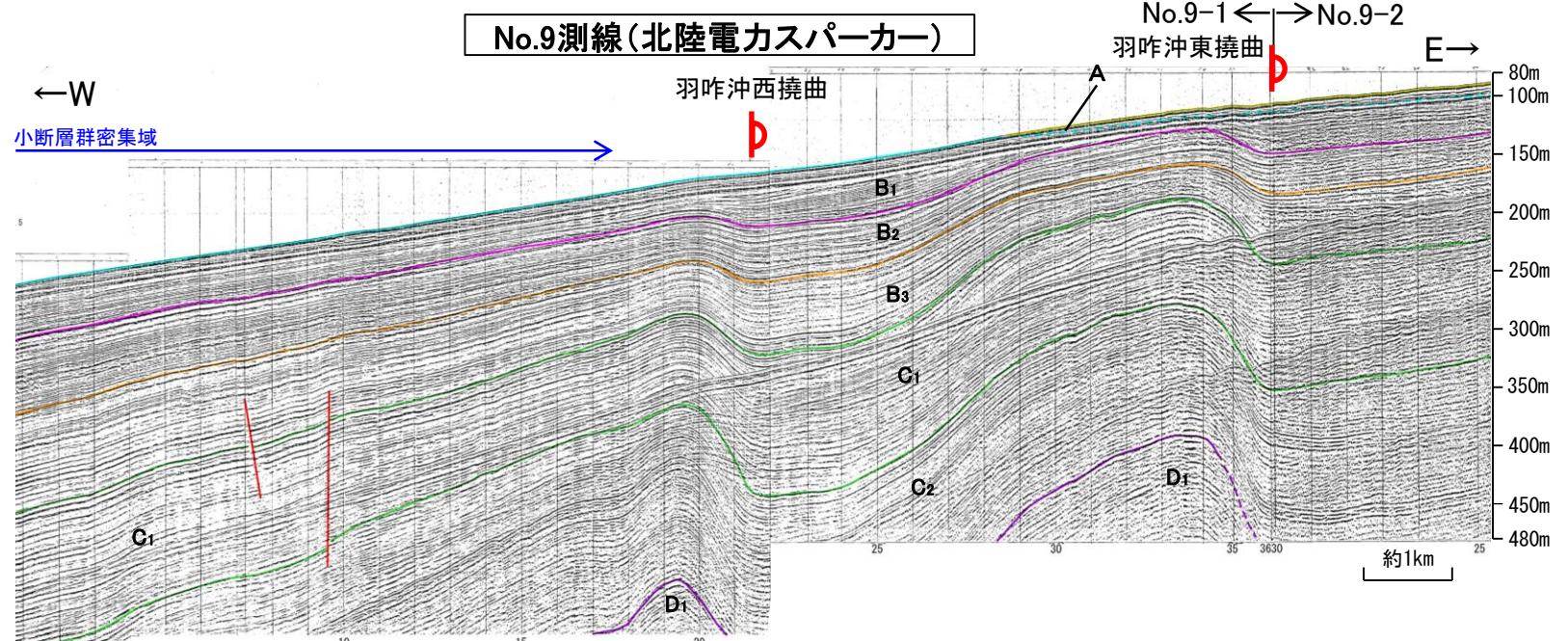
【羽咋沖西撓曲周辺の浅部記録(スーパーカー)】

○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。

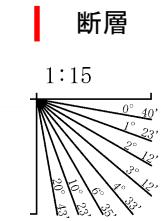
(参考)羽咋沖西撓曲の上盤側(西側)の笹波沖断層帯(西部)延長付近(No.9-1測線:測点2~20付近, No.11測線:測点18~40付近)のいずれの地層にも、羽咋沖西撓曲がバックラストとなるような逆傾斜の断層等を示唆する変位、変形は認められない。



- 凡例**
- 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
 - 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) 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) NI-06HM
 - (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
 - 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	更新世
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 ₁ 層
古第三紀		D ₂ 層
先第三紀		D ₃ 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。