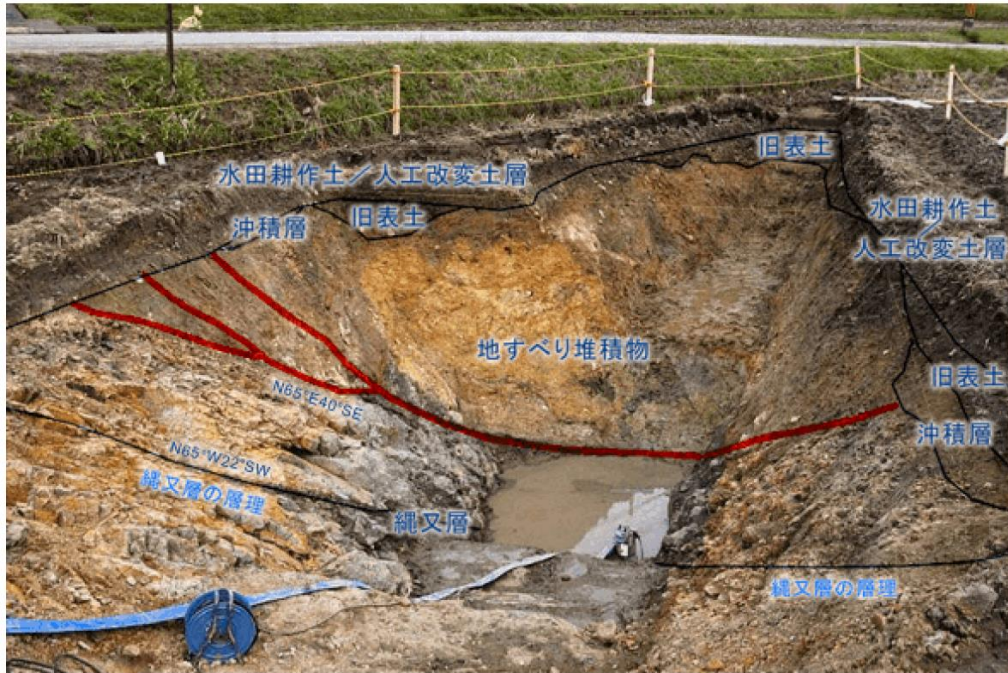


【文献調査(川辺ほか(2007), Fukushima et al.(2008))】



地山の縄文層と地すべり堆積物とを境する断層破碎帯(川辺ほか, 2007)



「断層」とされる道路の割れ目の写真(川辺ほか, 2007)

・川辺ほか(2007)は、門前町中野屋地区でのトレンチ調査で露出した断層破碎帯について、地表付近ほど高角度になるリトリック正断層からなっており、地すべり堆積物からなる上盤側の重力活動によってできたとしている。
 ・また、「能登地震を発生させた断層の一部が地表に露出している」とする道路の割れ目も、このような地山の縄文層と地すべり堆積物～盛り土堆積物との境界部で、同様な現象が生じてできた可能性が極めて高いと判断している。

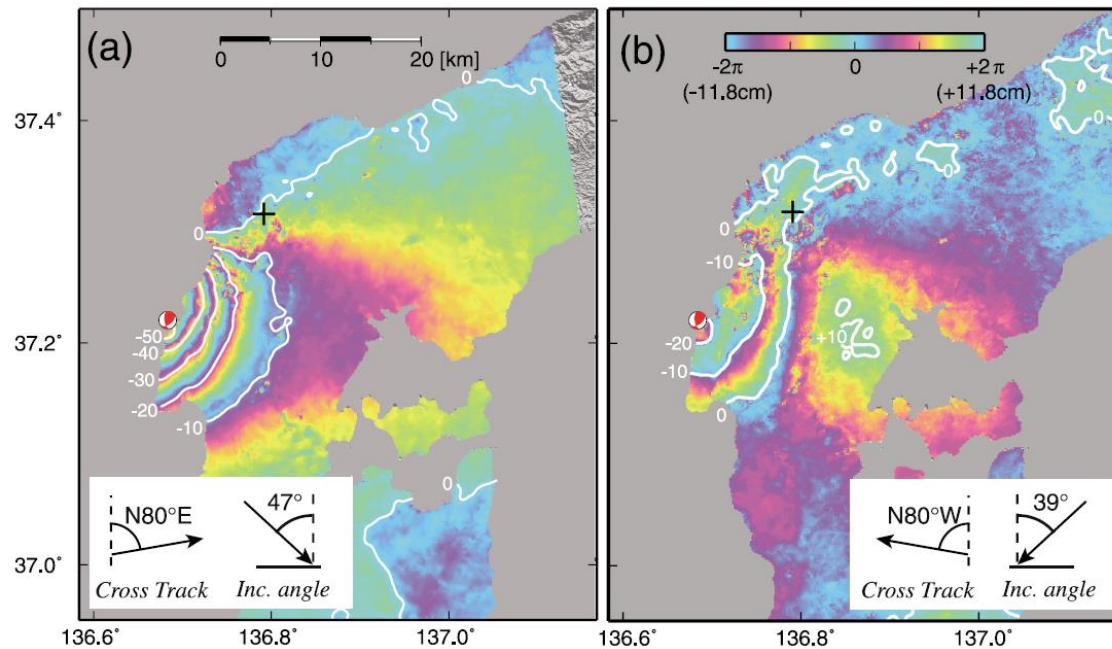


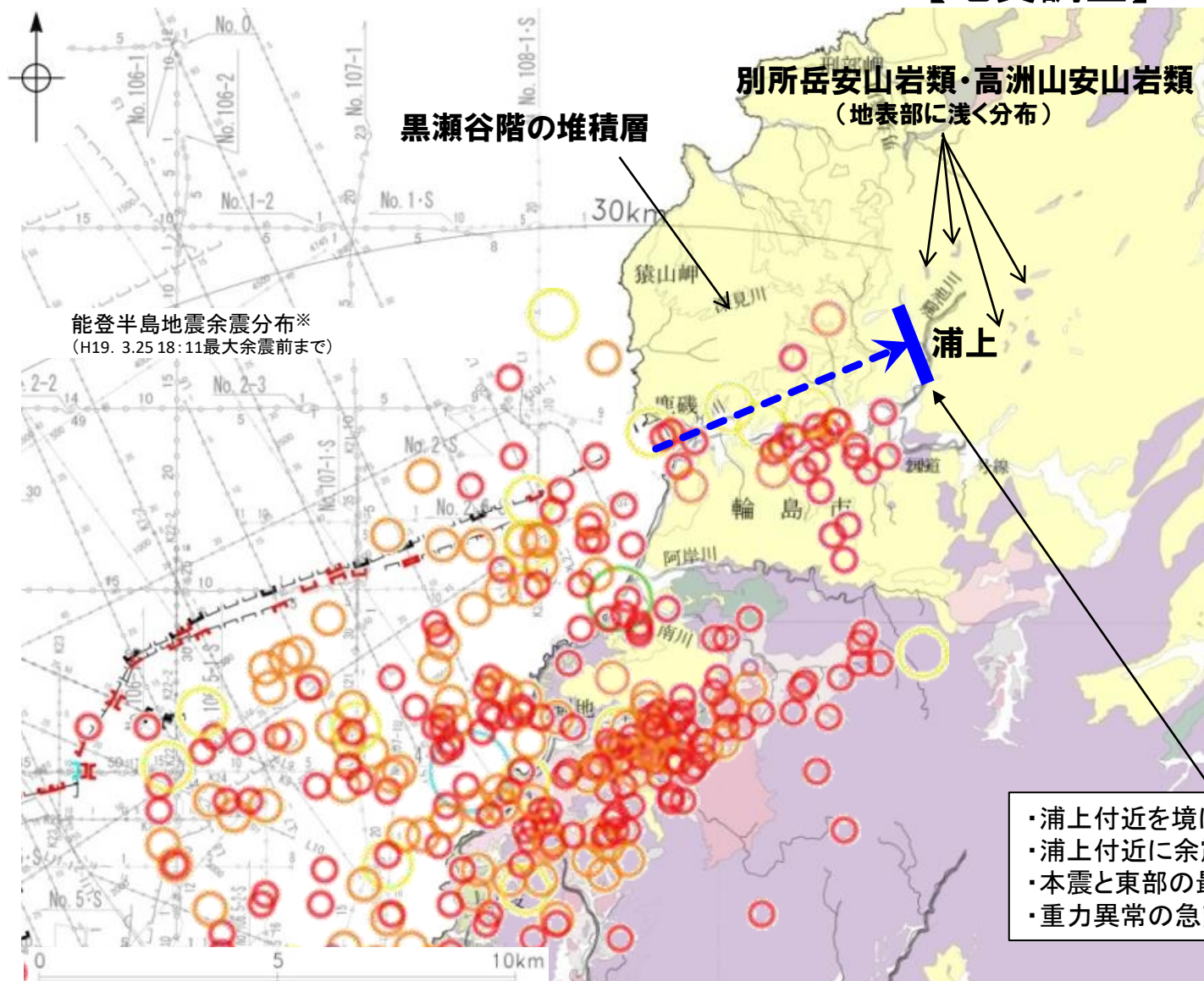
Fig. 2. SAR interferograms computed from PALSAR data. (a) Ascending data, (b) descending data. The displacement contours (white curves) are drawn from unwrapped interferograms with an assumption that the displacements far from the epicenter are zero. One color cycle of blue-green-yellow-purple corresponds to a LOS displacement of 11.8 cm toward the satellite. The location and the mechanism of the mainshock are also shown. Plus signs denote the location of a 8-cm ground crack identified on a road.

・ Fukushima et al.(2008)は、左図のSAR干渉画像が、地表断層の動きに関連するような不連続性を示していないことから、断層の破壊が地表に到達していないとしている。

2.6.1 (4) 笹波沖断層帯(東部)の端部 — 北東端調査 —

- 笹波沖断層帯(東部)の北東端については、陸域部に地表地震断層が認められないことから、2007年能登半島地震による地下深部の断層による破壊範囲から推定した。
- 東京大学地震研究所(2007b), Kato et al.(2008)は、2007年能登半島地震の余震域の東端付近で速度構造解析を実施している。これらによれば、能登半島地震は低速度域と高速度域の境界で発生したとしている。また、余震域の東端付近には、余震の空白域があり、その深さ5km以深に存在する高速度域が本震の破壊に対してバリアとして機能した可能性を挙げている(次頁)。
- Yoshimura et al.(2008)は、余震の空白域周辺で比抵抗構造の解析を行っており、余震活動の空白域には高比抵抗域が推定され、固着しているセグメントを表している可能性を指摘している(P.81)。
- 佐藤ほか(2007a)は、能登半島震源域の稠密な重力異常図(Honda et al., 2008)から、海域の活断層の陸域延長部が重力の急変帯として現れている構造と一致するとしており、このENE方向への延長はNNW-SSE方向別の重力異常の高まりによって断たれるとしている。これは、NNW-SSE方向のトランスファー断層によって境されたハーフグラベンを示している可能性が高く、初生期の構造に規制されてセグメント境界を形成していると判断している(P.82)。
- 上記のような地下深部のバリア構造が指摘された輪島市門前町浦上付近の東方には別所岳安山岩類・高洲山安山岩類が地表部に浅く分布し、それ以西では黒瀬谷階の堆積岩が厚く分布しており、輪島市門前町浦上付近を境に地質の分布状況が異なる(下図)。
- 佐藤ほか(2007a)は、上記のデータも含め、余震分布や反射法地震探査などを組み合わせて、統合的に震源断層の形状を図示しており(P.75)、重力異常・電磁気・地質学的方法から推定された震源断層の不連続性は、実際の震源断層の東端と一致していると述べている。なお、地表変状調査の報告(P.77, 78)も含め、佐藤ほか(2007a)が示す震源断層よりも北東方に、笹波沖断層帯(東部)に対応する断層を示した知見は認められない。
- 以上のことから、笹波沖断層帯(東部)の北東端は、2007年能登半島地震の余震分布や反射法地震探査などを組み合わせて、統合的に震源断層の形状を示した佐藤ほか(2007a)が示す海岸線から約6km内陸の輪島市門前町浦上付近と評価した。

【地質調査】



- 黒瀬谷階の堆積層
- 岩稲階: 別所岳安山岩類・高洲山安山岩類
- 花崗岩

海域: 断層分布図
陸域: 地質図



※: 余震分布は気象庁の地震・火山月報(カタログ編)による

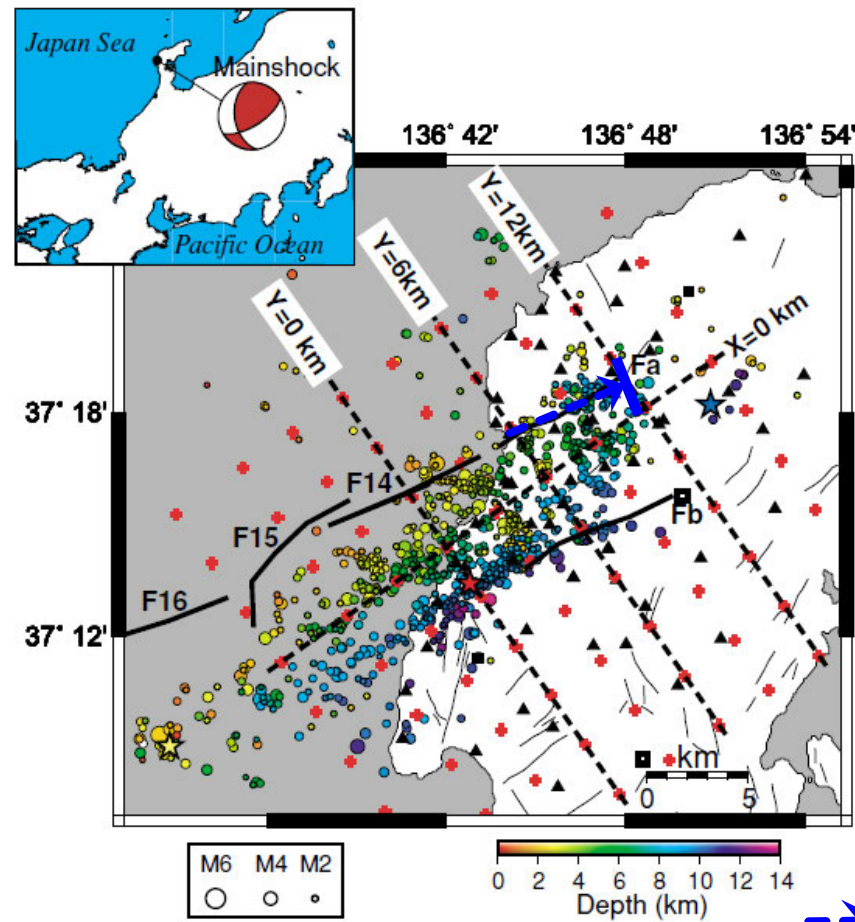
→ 震源断層東端(佐藤ほか, 2007a)の位置

- ・最大余震までの期間に発生した余震分布のほとんどは断層トレースが南北方向に屈曲する領域から輪島市門前町浦上付近までの区間で発生している。
- ・浦上付近を境に地質構造が異なっており、浦上東方では岩稲階の別所岳安山岩類・高洲山安山岩類が地表部に浅く分布しているが、浦上西方では黒瀬谷階の堆積層が厚く分布している。

- ・浦上付近を境に地質の分布状況が異なる。
- ・浦上付近に余震の空白域にある高速度域が本震の破壊に対してバリアとして機能した。
- ・本震と東部の最大余震の間に存在する余震活動の空白域に高比抵抗域が推定される。
- ・重力異常の急変部が別の重力異常の高まりによって断たれている。

地質図(最大余震までの期間に発生した余震分布等を加筆)

【余震分布, P波速度構造】



震源断層東端(佐藤ほか, 2007a)の位置

Fig. 1. Map of the relocated aftershock hypocenters determined by double-difference tomography, shown as circles scaled to earthquake magnitude and colored to depth. The red star denotes the epicenter of mainshock, the blue and yellow stars are epicenters of largest aftershocks on land and beneath the ocean. The inset indicates the location of the area studied in investigation with moment tensor for the mainshock determined by NIED. Filled triangles and squares denote temporary seismic stations, and online stations, respectively. Open squares are temporary online stations operated by the Japanese University Group of the Joint Seismic Observations at NKTZ (2005). The grid used in the tomography is shown by red crosses. Active- (F_{14} – F_{16}) and geological-faults (F_a , F_b) associated with the present earthquake are drawn as thick solid lines, and the other major active faults are drawn as thin solid lines.

余震分布(上図)及びP波速度構造断面図(右図)(Kato et al.(2008))

- ・東京大学地震研究所(2007b), Kato et al.(2008)は, 北東側の最大余震が発生した輪島市門前町浦上付近に余震の空白域があり, その周辺で速度構造解析を行っている。
- ・これらによれば, 能登半島地震は低速度域と高速度域の境界で発生し, 余震域北東端の余震の空白域に深さ5km以深に存在する高速度域が本震の破壊に対してバリアとして機能した可能性があると考えられている。

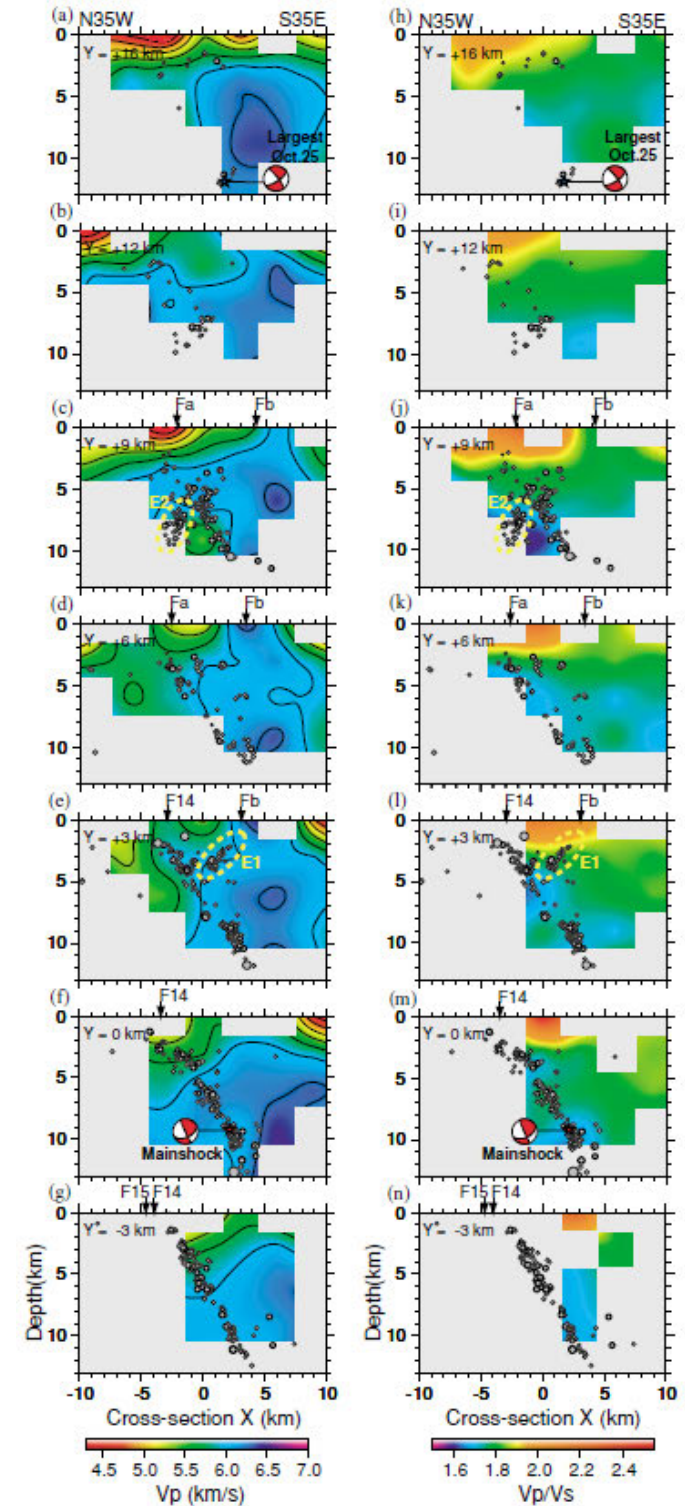


Fig. 2. Depth sections through the V_p ((a)–(g)) and V_p/V_s ratio model ((h)–(n)) with superimposed relocated aftershocks distributed within ± 1.5 km of each line. Depth sections are ordered from NE to SW. The white-masked areas correspond to the low-resolution model. The contour line interval is 0.3 km/s. Yellow dashed ellipses (E1, E2) are explained in text. Moment tensor solutions for the mainshock and the largest aftershock (NIED) are shown using a lower hemisphere projection. Arrows at the top of each section denote the approximate surface locations of faults.

【比抵抗構造】

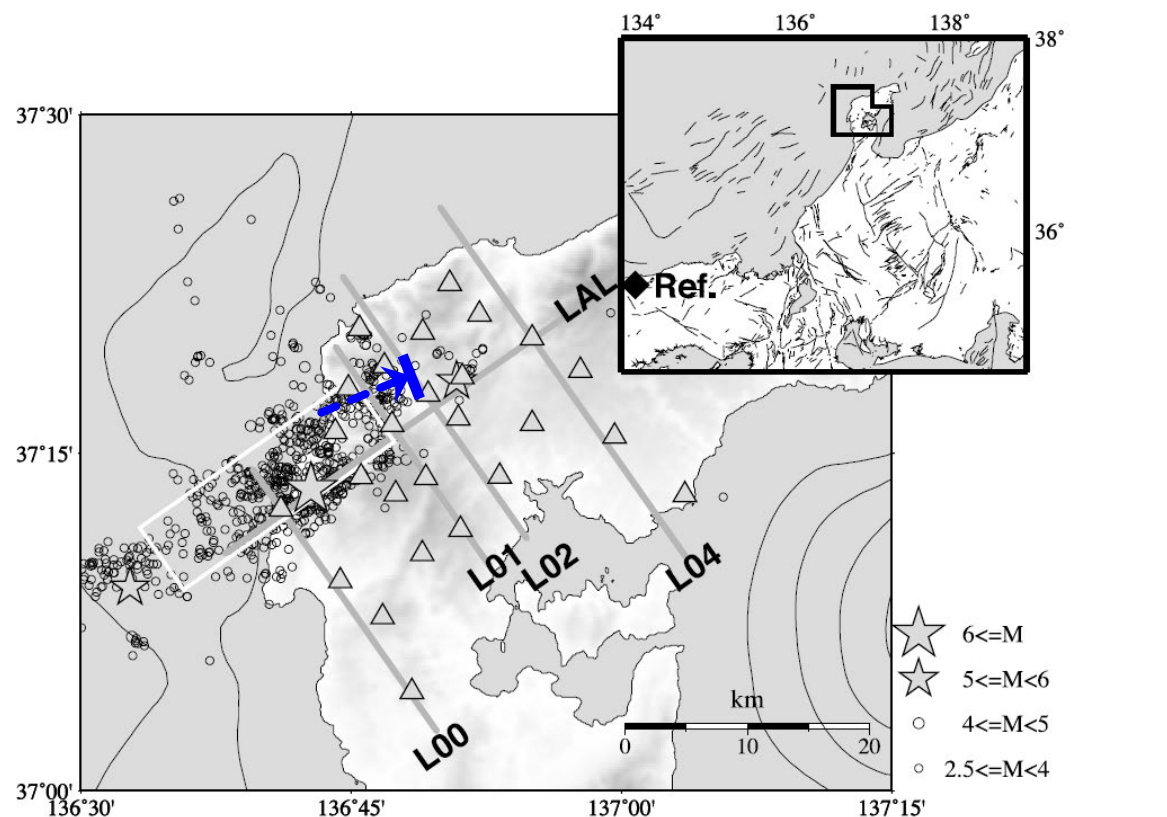


Fig. 1. Magnetotelluric (MT) site locations are shown by gray triangles. The epicenters of the mainshock and the two largest aftershocks are indicated by gray stars, have been relocated by Sakai *et al.* (2008). The other aftershocks determined by JMA are plotted as open circles. The fault plane estimated from a GPS analysis (GSI, 2007) is represented as a white rectangle. Two-dimensional inversions of the MT data were carried out for the thick gray lines labeled with the profile ID. Contours in the sea represent the water depth with intervals of 100 m (GINA global grid; Lindquist *et al.*, 2004). An index map is shown at the top right with active faults around Central Japan. A black diamond indicates a far-remote reference site.

→ 震源断層東端(佐藤ほか, 2007a)の位置

比抵抗構造解析図(Yoshimura *et al.*(2008)に一部加筆)

・Yoshimura *et al.*(2008)は、比抵抗構造の解析の結果、本震と東部の最大余震の間に存在する余震活動の空白域には高比抵抗域(右図:R1)が推定され、固着しているセグメントを表している可能性を指摘している。

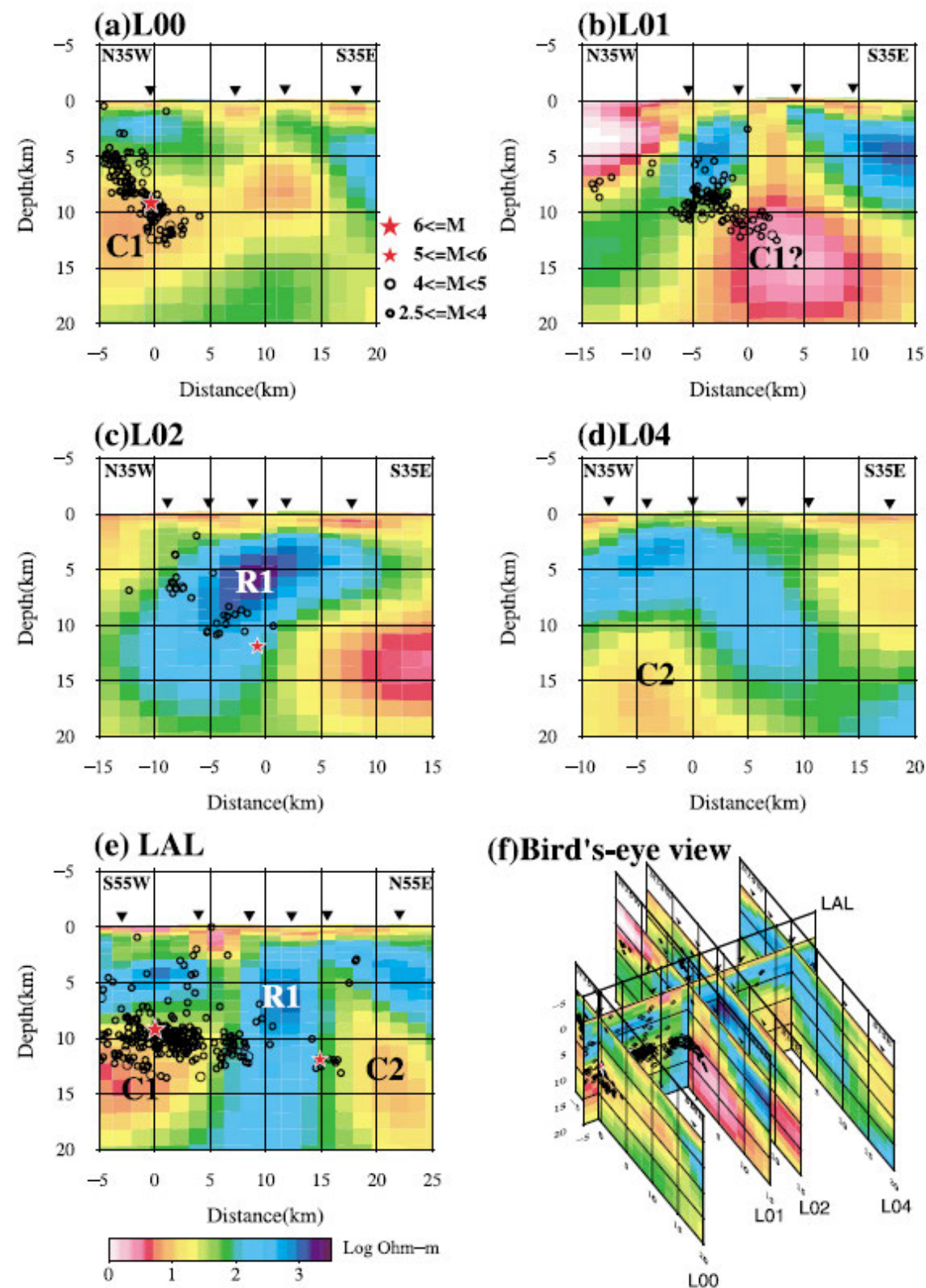
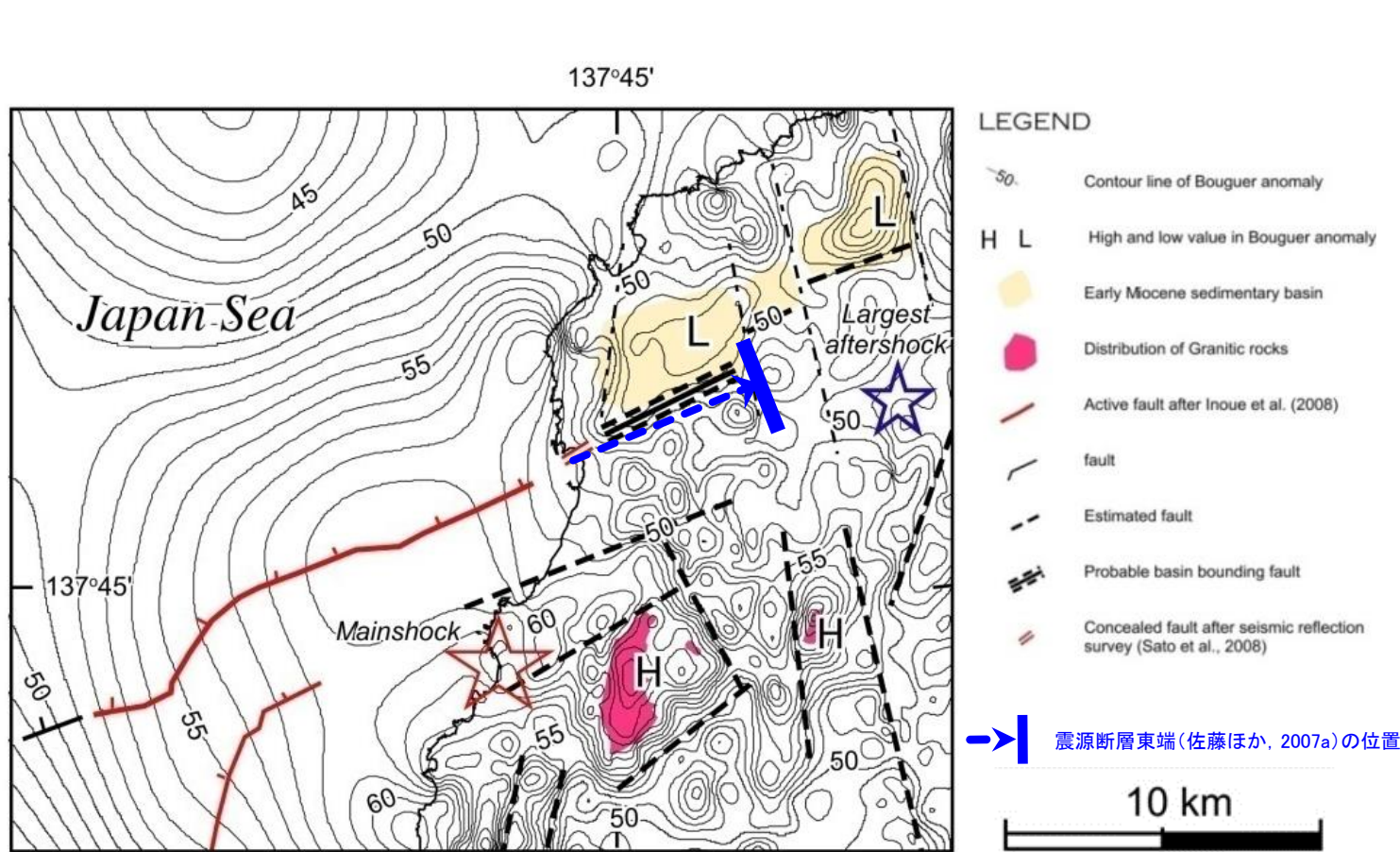


Fig. 2. Obtained resistivity models of the profiles; (a) L00, (b) L01, (c) L02, (d) L04 and (e) LAL, which are represented in Fig. 1. (f) Bird's-eye view of all profiles from the southern direction. Inverted triangles indicate the locations of the MT sites. The mainshock and the largest aftershock are shown as red stars, and other aftershocks in a 4-km wide swath are plotted as open circles on each profile. Features labeled C1, C2, and R1 are discussed in the text.

【重力異常】



重力異常図(佐藤ほか(2007a)に一部加筆)

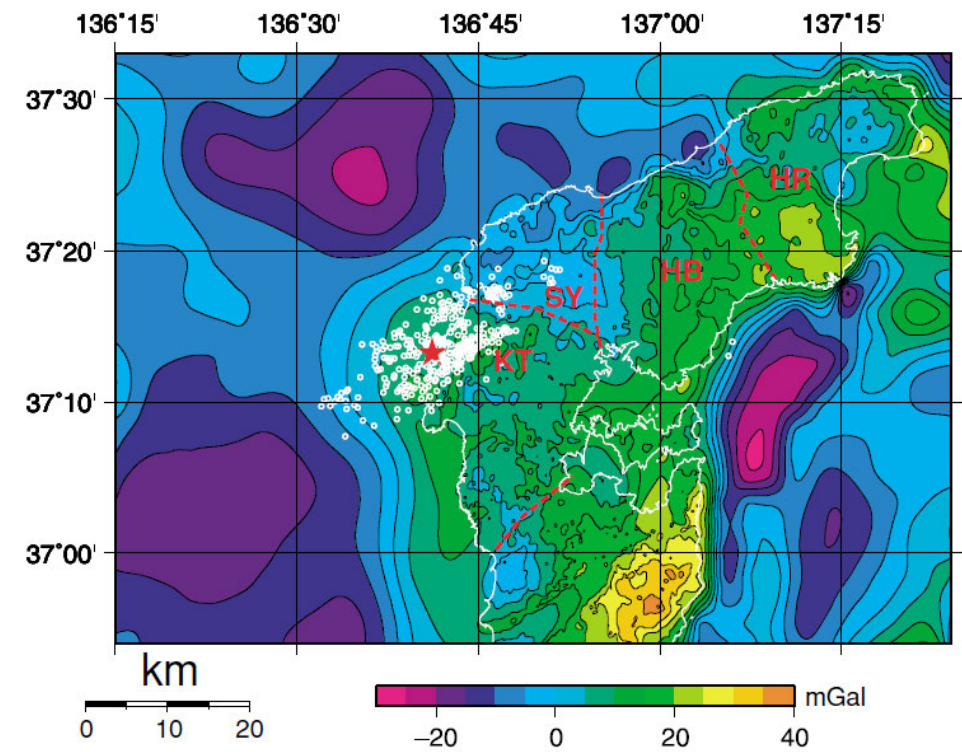


Fig. 5. Filtered Bouguer Anomaly map over the northern Noto peninsula (Kono *et al.*, in preparation) and the block structure of the northern Noto peninsula. Red solid star indicates the epicenter of the mainshock. White open circles indicate aftershocks provided by Japan Meteorological Agency (2007/03/25, 0:00–24:00). Red dashed lines indicate geologic block boundaries proposed by Ohta *et al.* (1976). Geologic blocks indicated by initials are as follows. KT: Kuwatsuka, SY: Saruyama, HB: Hachibuse and HR: Houryu blocks.

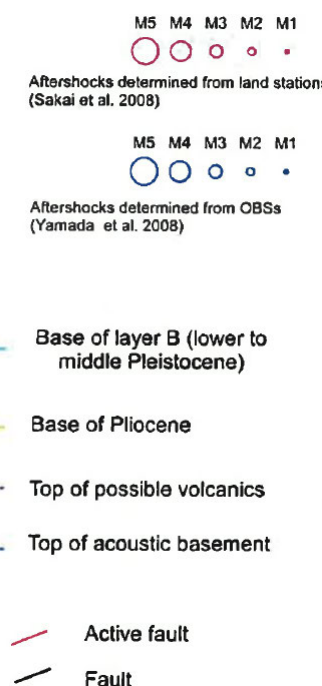
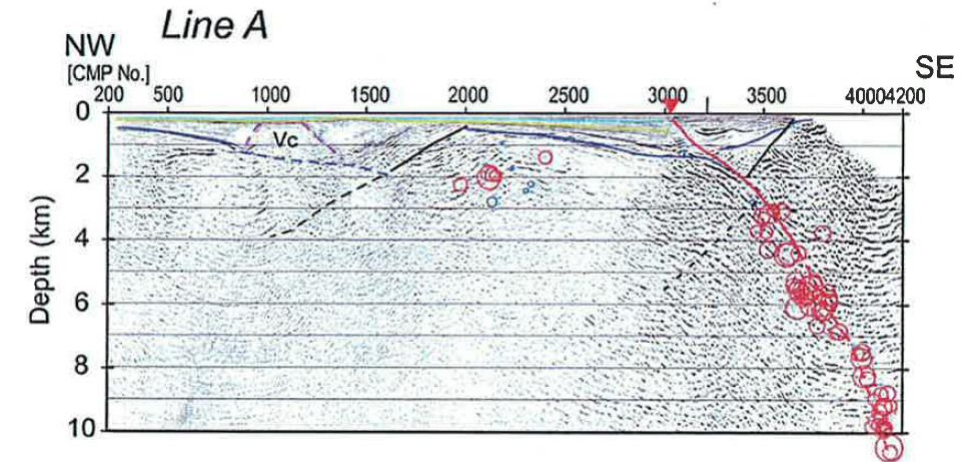
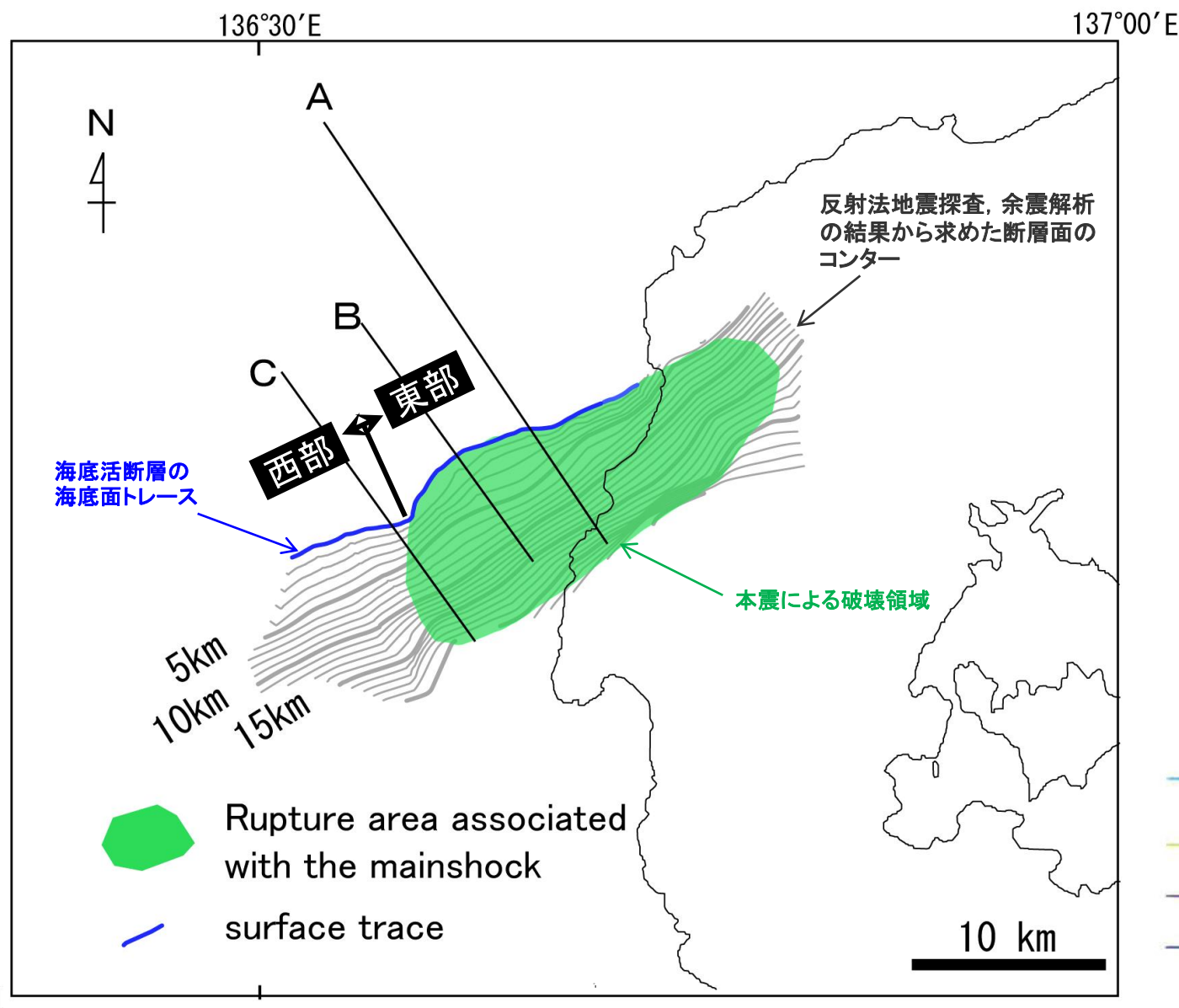
能登半島北部の重力異常図とブロック構造(Honda et. al., 2008)

○佐藤ほか(2007a)は、能登半島震源域の稠密な重力異常図から、海域の活断層の陸域延長部が重力の急変帯として現れている構造と一致するとしており、このENE方向への延長はNNW-SSE方向の重力異常の高まりによって断たれるとしている。これは、NNW-SSE方向のトランスファー断層によって境されたハーフグラベンを示している可能性が高く、初生期の構造に規制されてセグメント境界を形成していると判断している(左上図)。

○Honda et. al.(2008)は、能登半島北部の重力異常図を作成している。形態学的、地質学的研究によって特定された4つのブロック境界についても、重力異常図で確認することができ、重力異常、地質構造、余震分布、震源断層の関係から、この地域のブロック構造によって2007年能登半島地震の破壊が制約されたとしている(右上図)。

2.6.1 (4) 笹波沖断層帯(東部)の端部 — 南西端調査 —

- 笹波沖断層帯(東部)の西方は、断層トレースが大きく南北方向に走向が変化することが報告されている(片川ほか(2005), 岡村(2007a)及び井上ほか(2007))。
- この屈曲部の深部延長では、佐藤ほか(2007a)が余震分布、反射法地震探査の結果から推定した震源断層も屈曲した形状を示している。また、同文献は地震波や地殻変動から断層面上のすべり分布を求めた結果、浅部ですべりが大きい部分は、海底の活断層分布域と一致しており、能登半島地震と類似したすべりが累積的に発生してきたとしている。
- 以上のことから、笹波沖断層帯(東部)の南西端は、2007年能登半島地震の震源断層の西端である断層の走向が屈曲する位置と評価した。

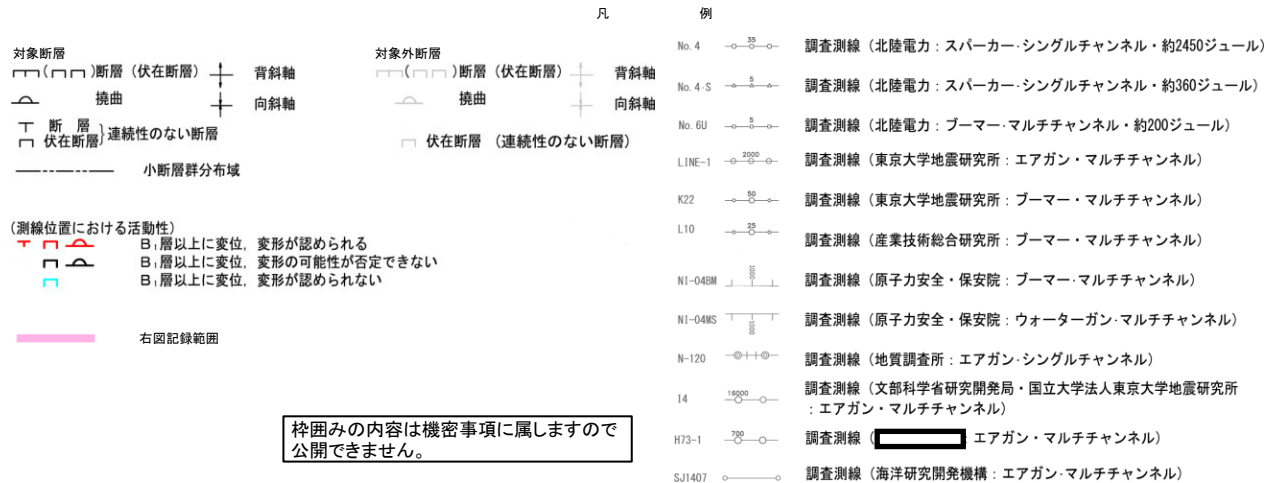
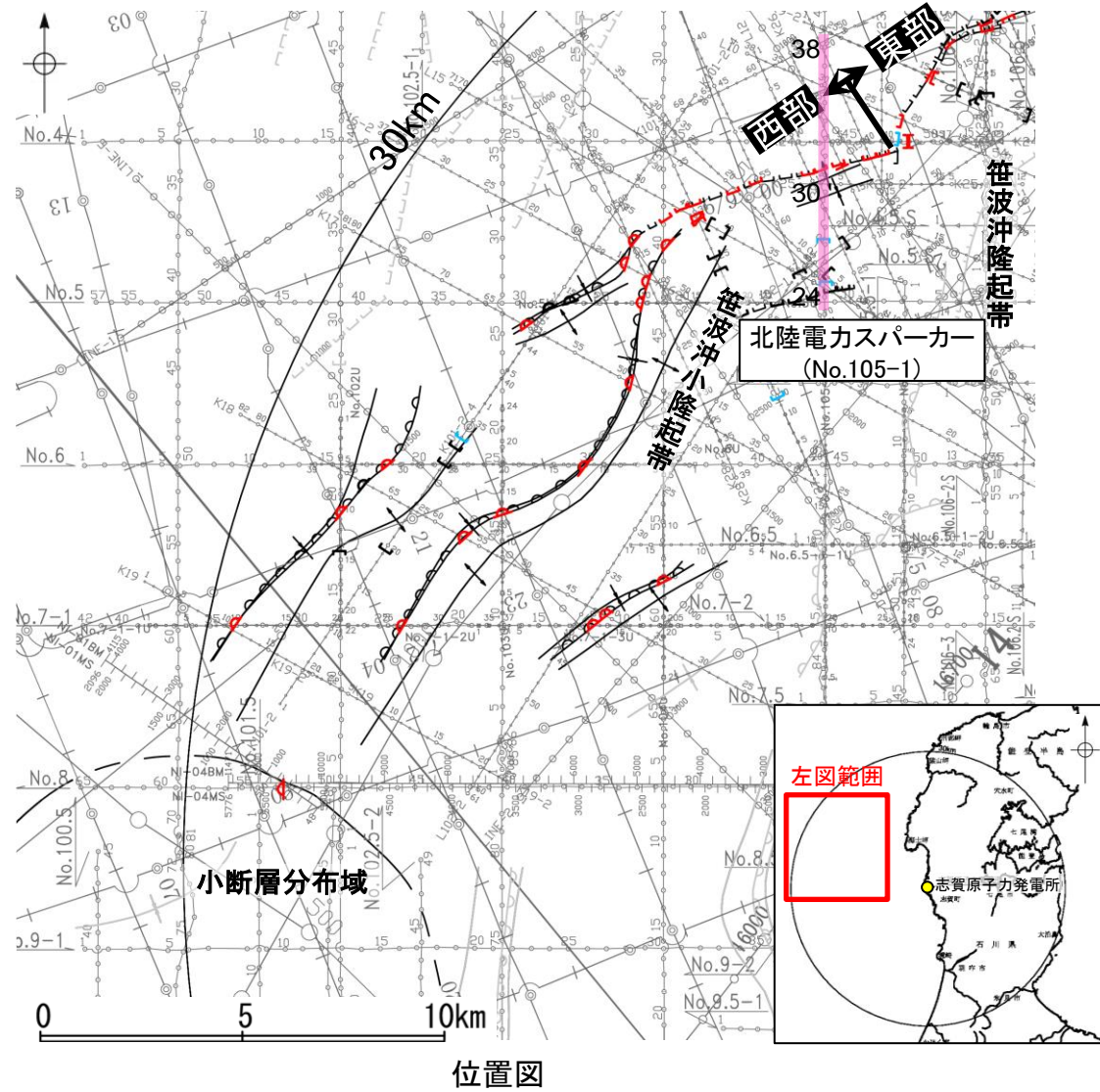


反射法地震探査及び余震分布に基づく断層面の形状
佐藤ほか(2007a)に一部加筆

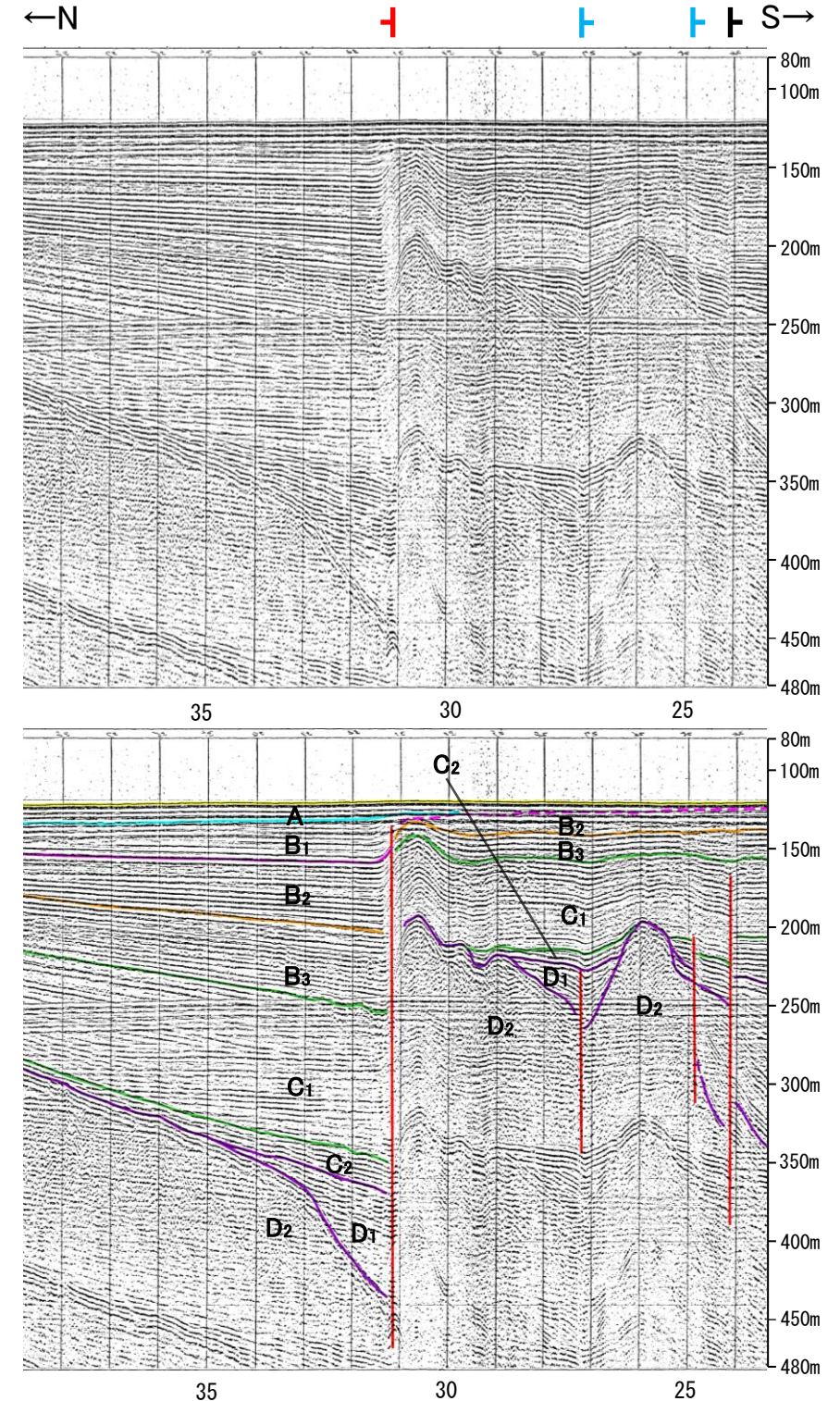
2.6.1(5) 笹波沖断層帯(西部)の活動性 –No.105-1測線–

○No.105-1測線において、測点31付近でB₁層下部、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層、D₁層及びD₂層に北落ちの変位が認められることから断層を推定した。変位、変形はA層及びB₁層上部に及んでいないが、B₁層下部まで変位が及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。

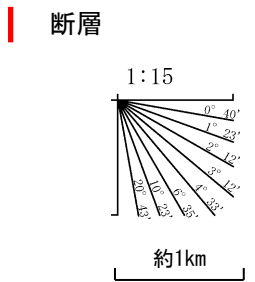
○また、測点27付近でD₁層及びD₂層に南落ちの変位が認められ、測点25付近、測点24付近でC₁層下部、C₂層、D₁層及びD₂層に南落ちの変位が認められることから断層を推定した。変位は測点27付近の断層はC₂層以上、測点25付近の断層はC₁層上部以上に及んでいないことから、B₁層以上に変位、変形は認められないと判断した。測点24付近の断層はB₁層の層厚が薄く、内部構造を確認できないため、B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できないと判断した。



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。



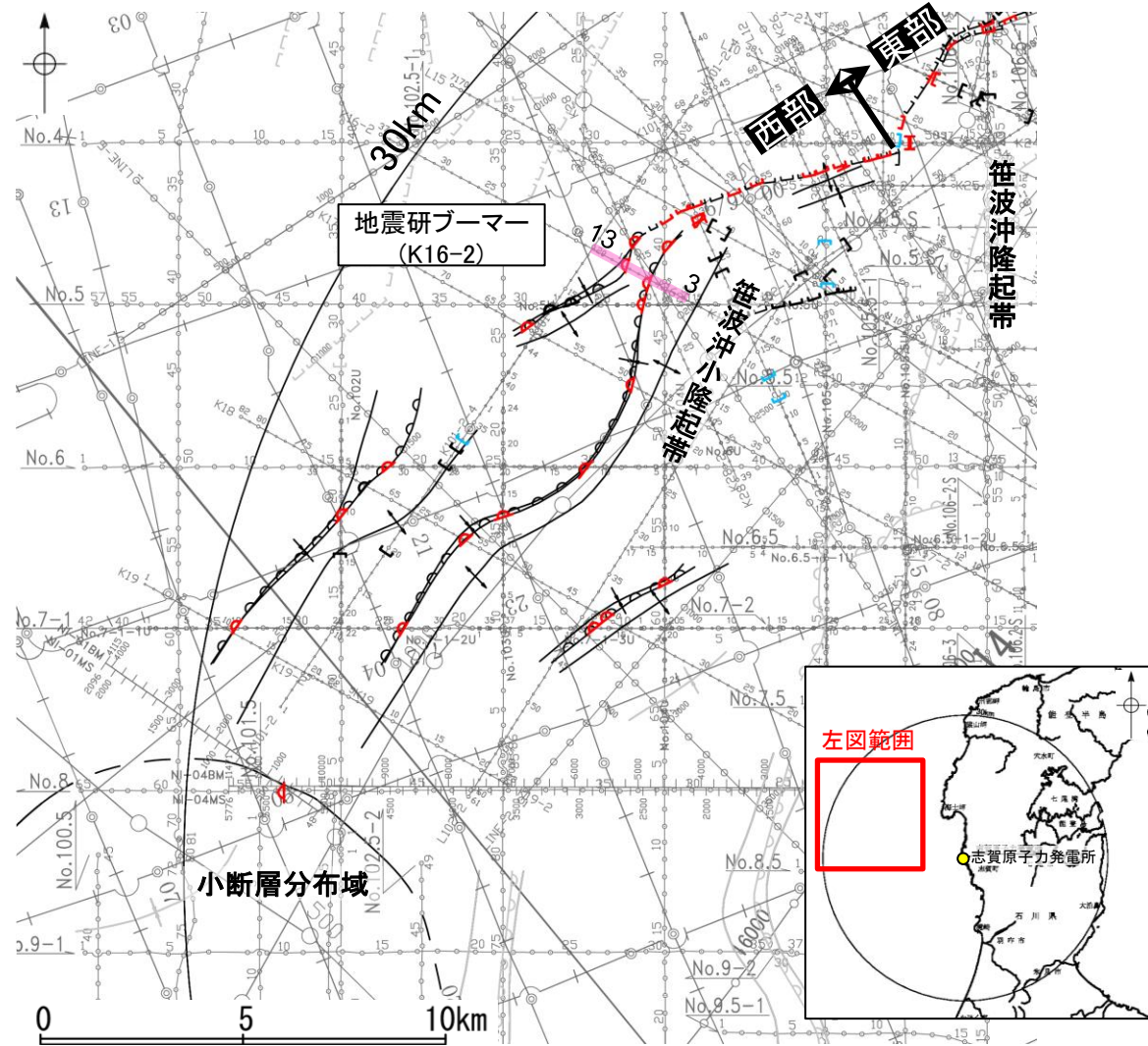
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	新第三紀	鮮新世	C ₁ 層
		中新世	C ₂ 層
古第三紀	D層	D ₁ 層	
		D ₂ 層	
先第三紀			



2.6.1(5) 笹波沖断層帯(西部)の活動性 - K16-2測線 -

○K16-2測線において、測点7付近でB₁層、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層及びD₁層に北西落ちの変形が認められることから、撓曲を推定した。変形はB₁層まで及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。

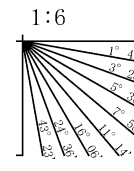
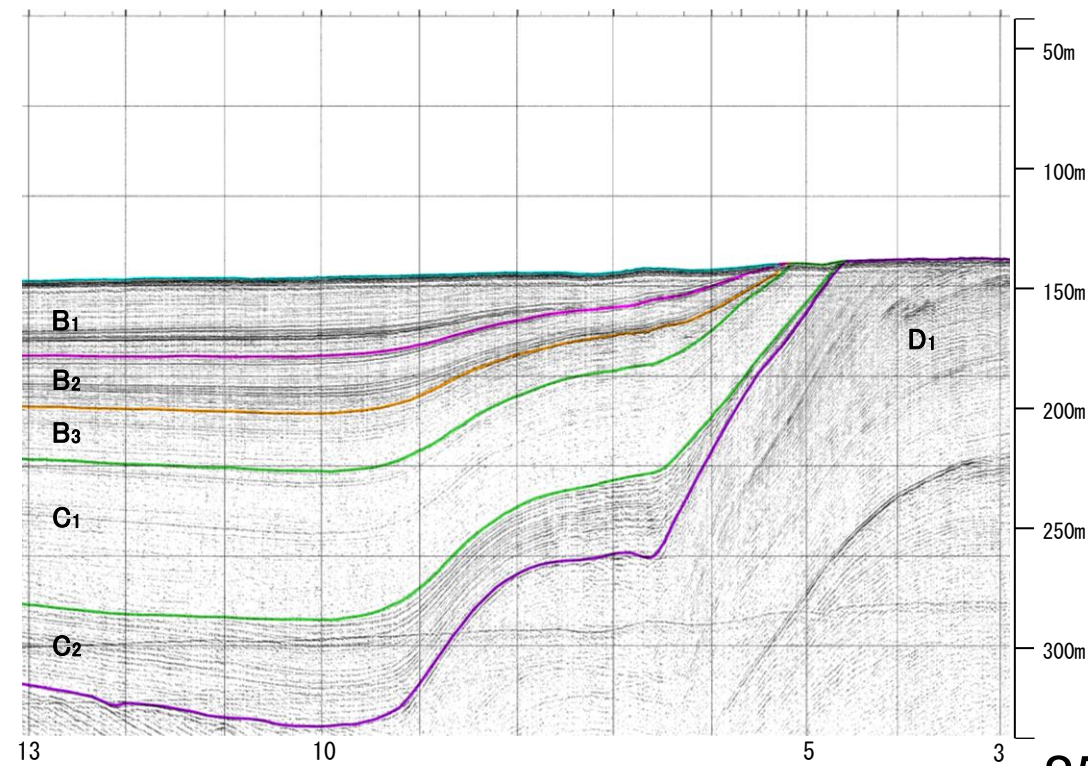
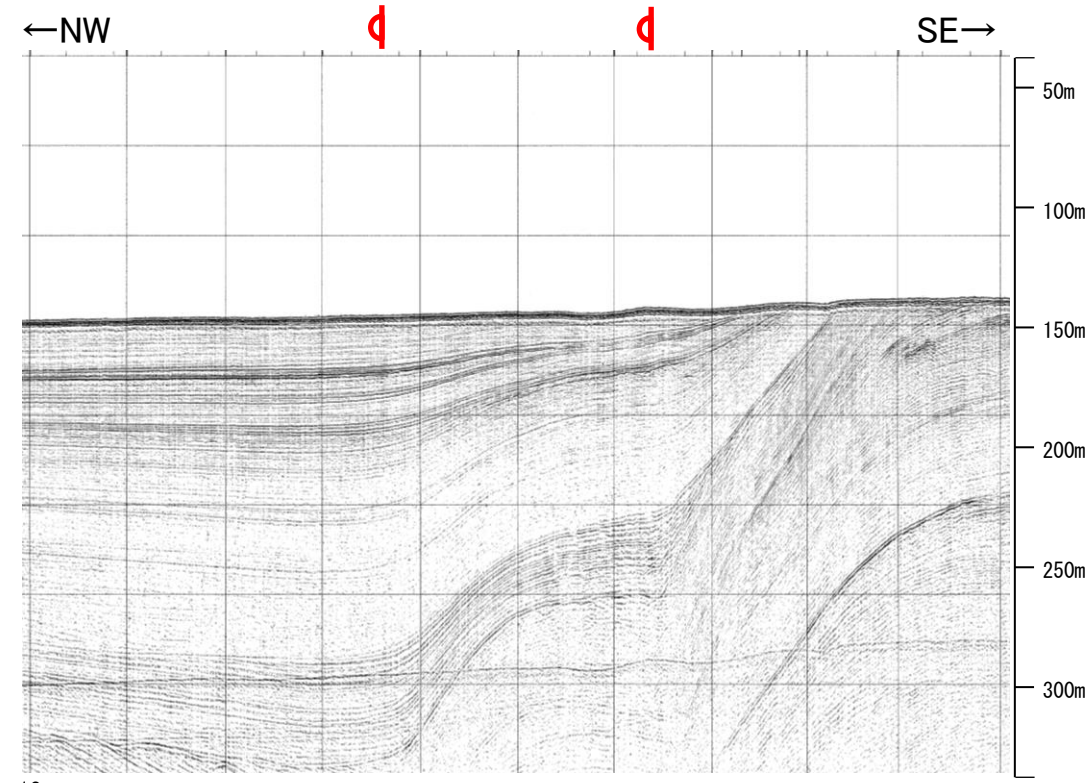
○また、測点9付近でもB₁層、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層及びD₁層に北西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はB₁層まで及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。



位置図

凡	例
対象断層 [] 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 (連続性のない断層)	No. 4 No. 4-S No. 6U LINE-1 K22 L10 N1-04BM N1-04MS N-120 14 H73-1 SJ1407
対象外断層 [] 断層 (伏在断層) + 背斜軸 - 撓曲 + 向斜軸 [] 伏在断層 (連続性のない断層)	調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約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 (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 (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層
		中期	B層
	鮮新世	前期	C層
中世		D層	
古第三紀	D層		
先第三紀	D層		

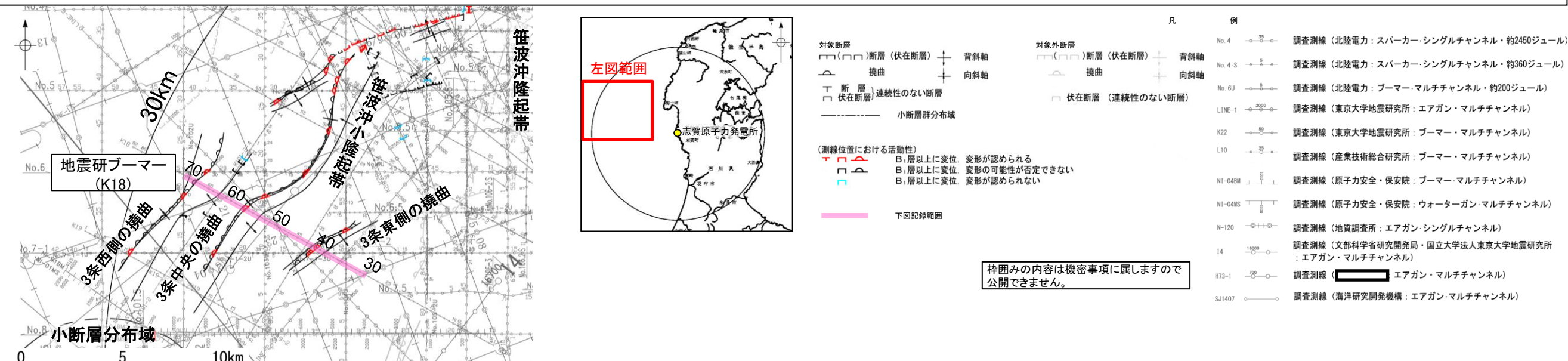


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

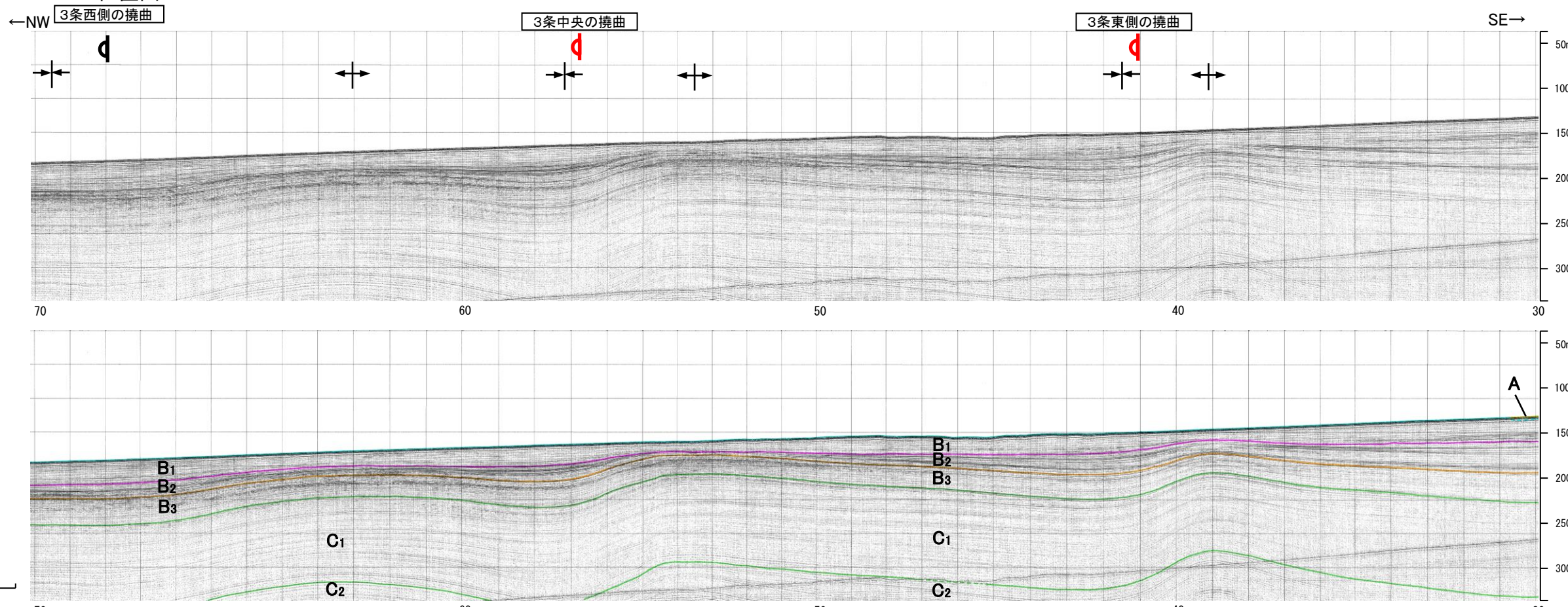
・この図面は、東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである。

2.6.1(5) 笹波沖断層帯(西部)の活動性 -K18測線-

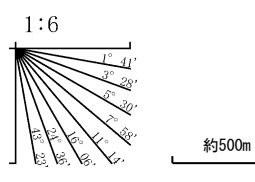
○K18測線において、測点41付近でB₁層、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層に北西落ちの変形が認められ、測点57付近でB₁層、B₂層、B₃層及びC₁層に北西落ちの変形が認められ、測点68付近でB₂層、B₃層及びC₁層に北西落ちの変形が認められることから3条の撓曲を推定した(東側、中央、西側)。測点41付近、測点57付近の撓曲は変形がB₁層まで及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。また、測点68付近の撓曲は、変形はB₁層内部に及んでいないが、B₁層基底に及んでいる可能性が否定できないことから、B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できないと評価した。



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。



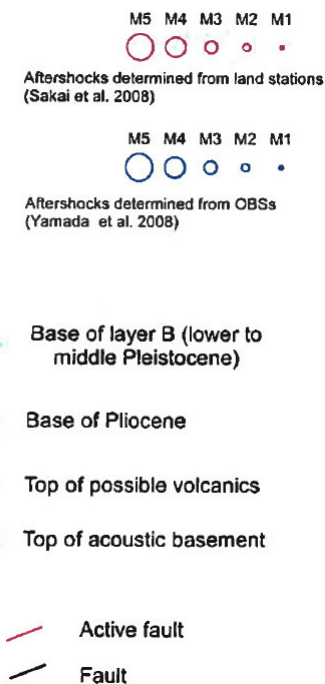
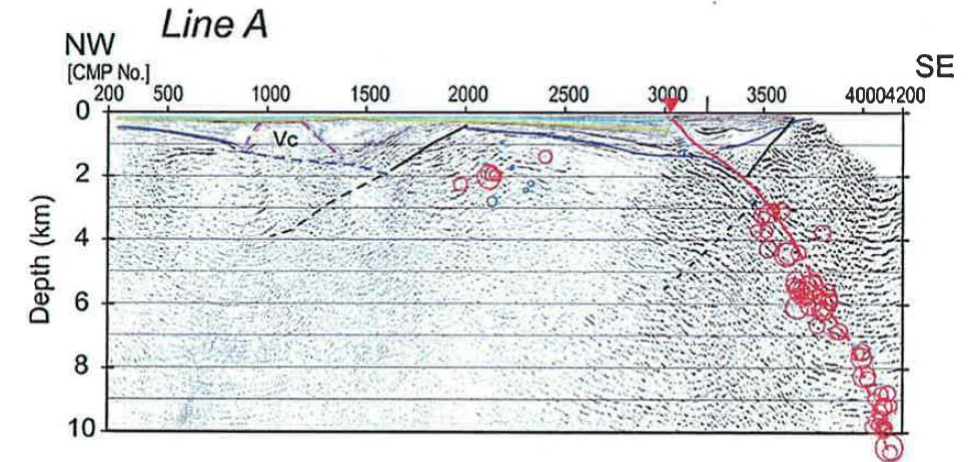
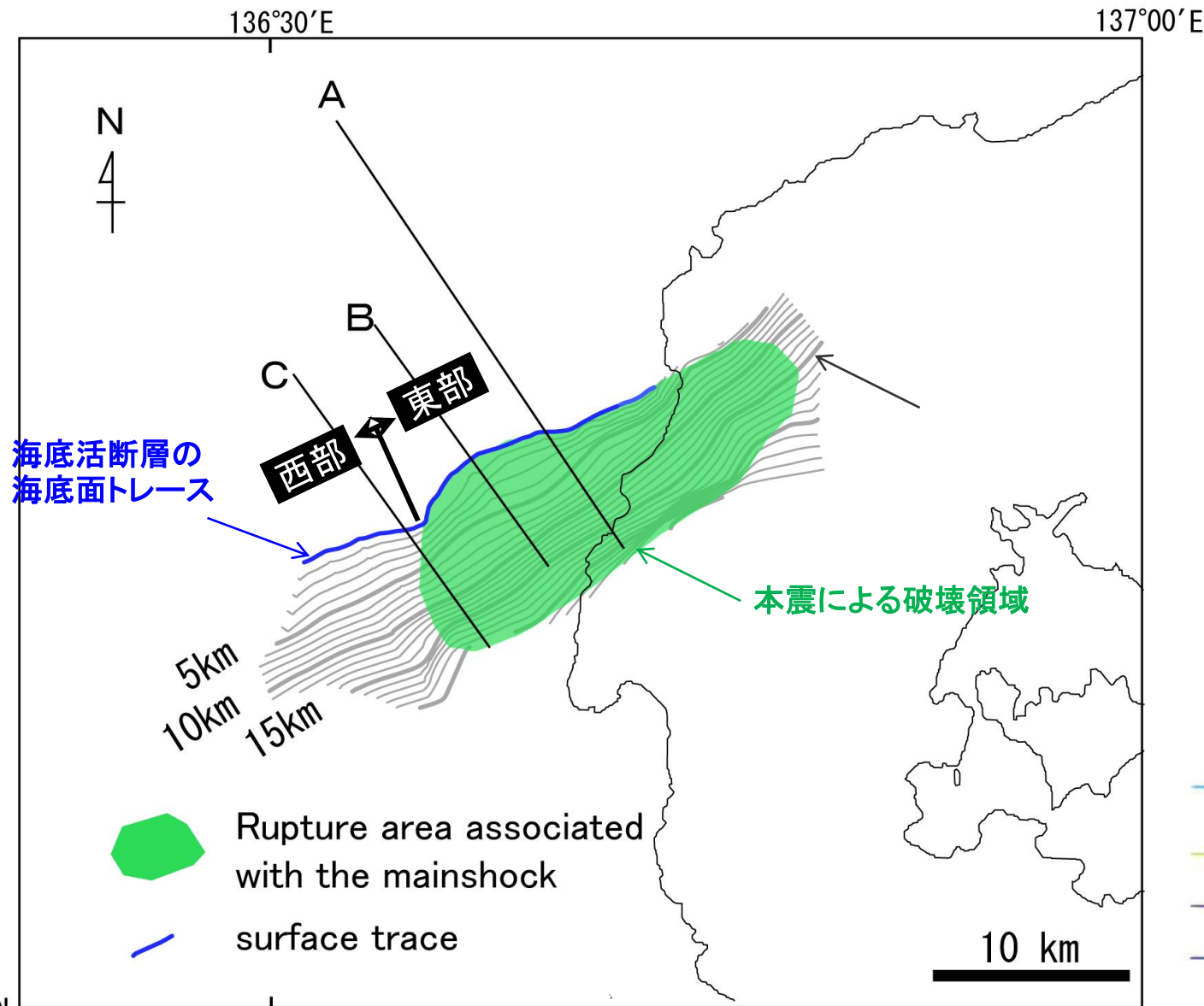
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
新第三紀	鮮新世	C ₁ 層	
	中新世	C ₂ 層	
古第三紀	D層	D層	
先第三紀			



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。

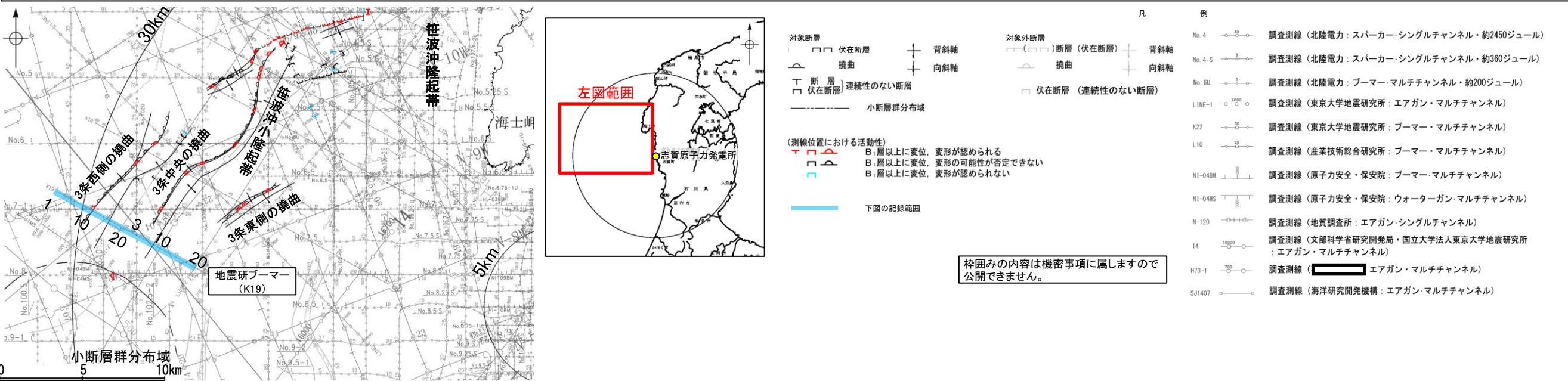
2.6.1(6) 笹波沖断層帯(西部)の端部 —北東端調査—

- 笹波沖断層帯(東部)の西方は、断層トレースが大きく南北方向に走向が変化することが報告されている(片川ほか(2005), 岡村(2007a), 井上ほか(2007))。
- 笹波沖断層帯(西部)に隣接して分布する笹波沖断層帯(東部)は、2007年能登半島地震の震源断層であり、走向が屈曲する位置がその西端であるとされている(佐藤ほか(2007a), 下図)。
- 以上のことから、笹波沖断層帯(西部)の北東端は、2007年能登半島地震の震源断層の西端である断層の走向が屈曲する位置と評価した。

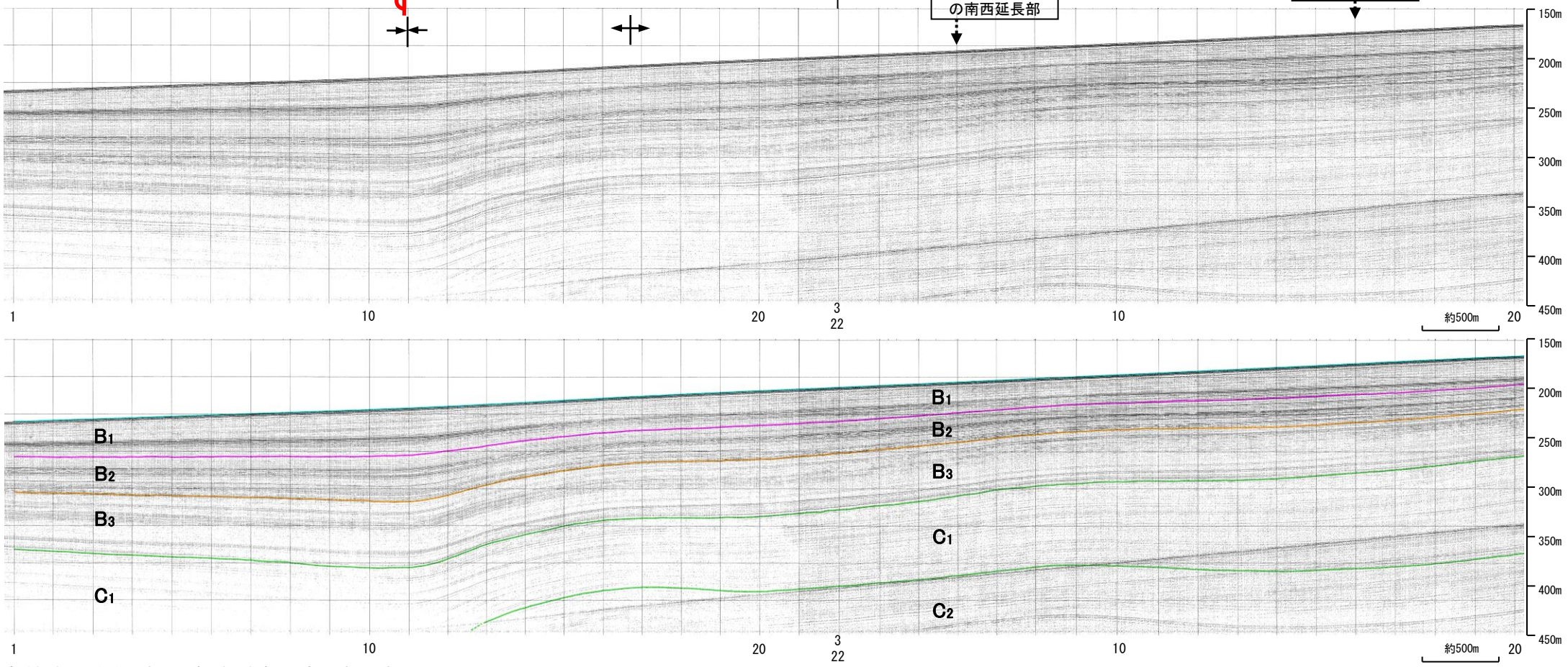


2.6.1(6) 笹波沖断層帯(西部)の端部 - 南西端調査 K19測線 -

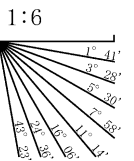
○K18測線で推定した3条の撓曲の南西方延長にあたるK19測線において、3条の撓曲のうち、中央、東側の2条の撓曲については、南西延長部はわずかな背斜状を示すものの、撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。
 ○なお、西側の撓曲の南西延長部である測点11付近では、B₁層下部、B₂層、B₃層及びC₁層に北西落ちの変形が認められたことから撓曲を推定した。変形はB₁層上部に及んでいないが、B₁層下部に及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。



位置図 ←NW 3条西側の撓曲 K19 ← → K19-2 3条中央の撓曲の南西延長部 3条東側の撓曲の南西延長部 SE→



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	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			

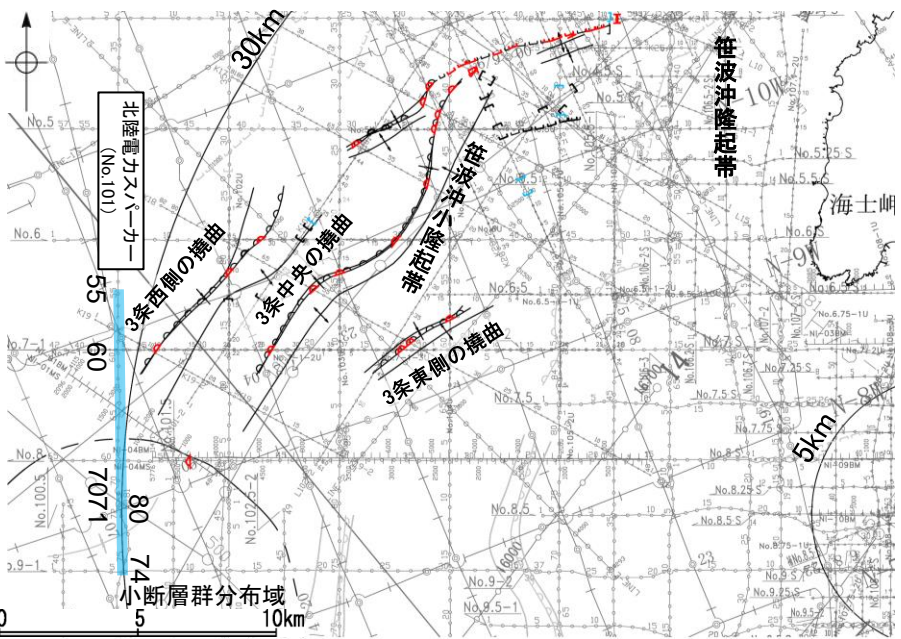


枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

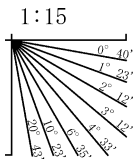
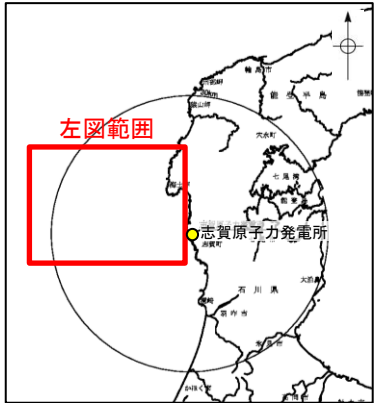
・この図面は、東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

2.6.1(6) 笹波沖断層帯(西部)の端部 -南西端調査 No.101測線-

○K19測線で推定した西側の撓曲の南西方延長にあたるNo.101測線において、撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。
 ○なお、No.101-1測線の測点66~71, No.101-2測線の測点74~80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(以下、「小断層群」と称する)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、笹波沖断層帯(西部)に関連する構造ではないと判断した(深部方向まで連続しないことを確認した小断層群(P.130)の一部である)。



位置図

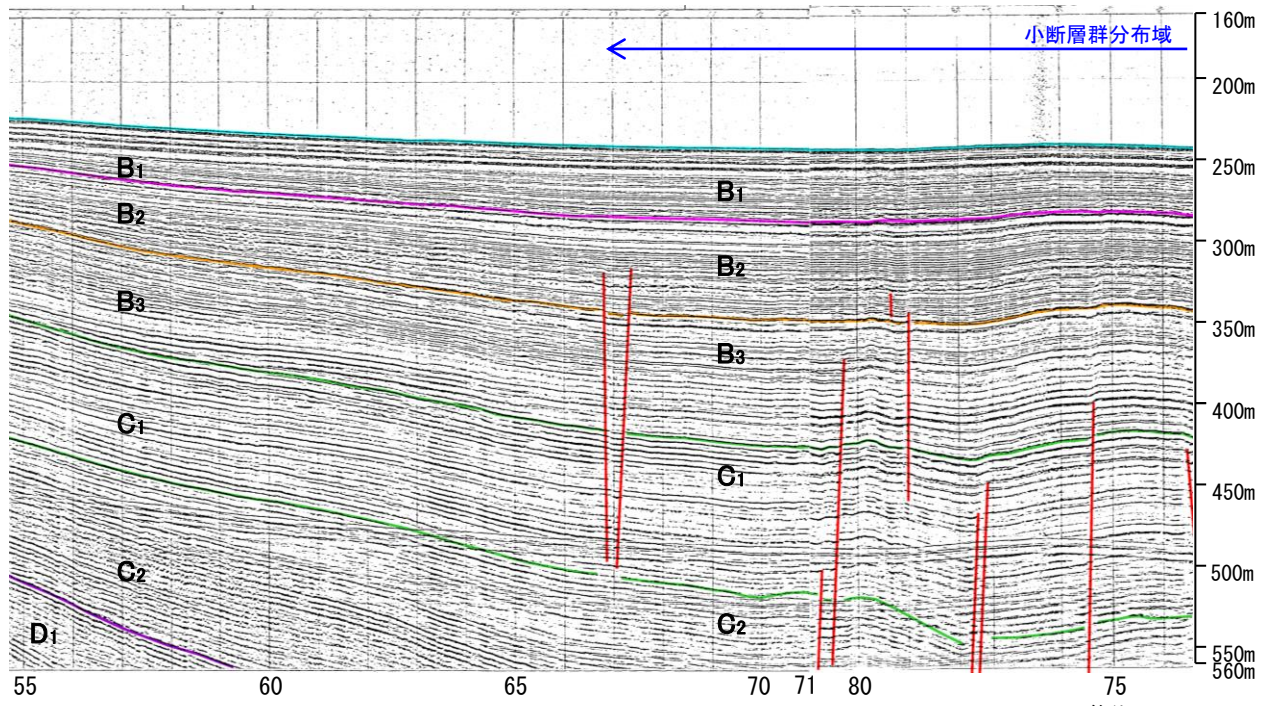
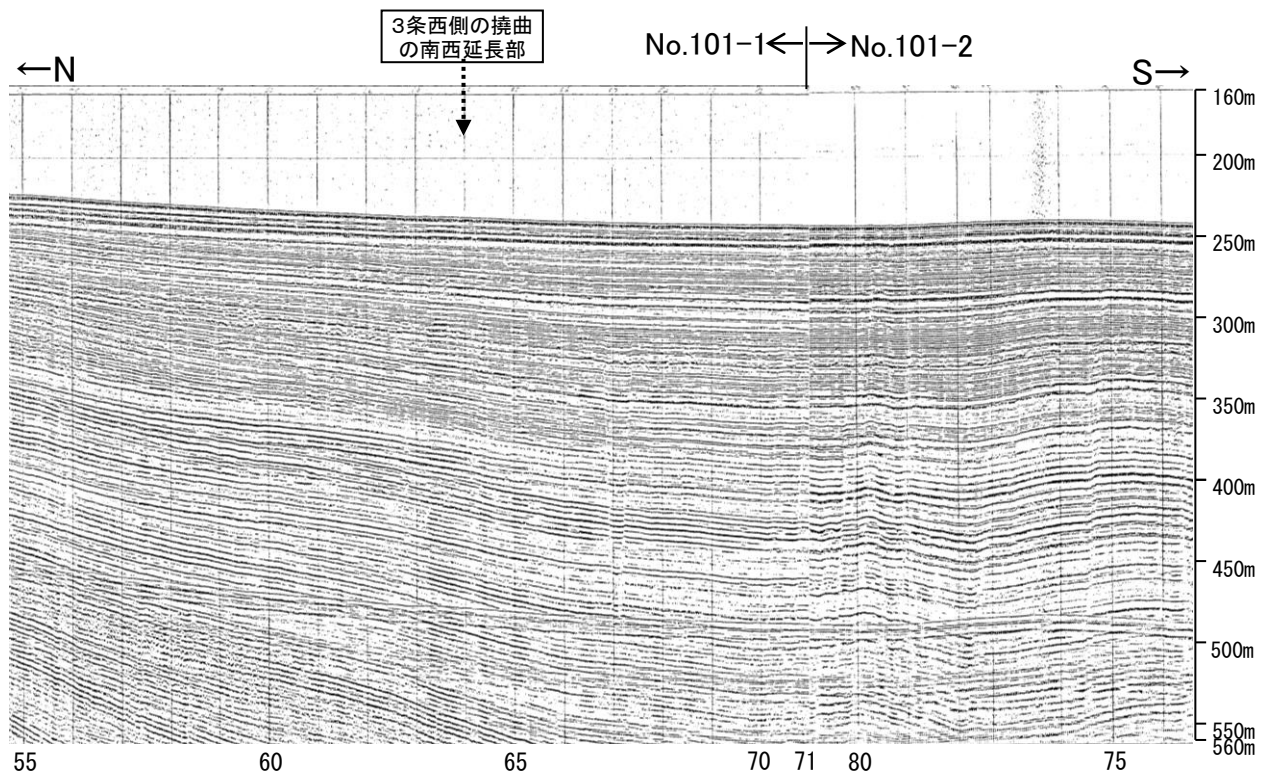


地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
	鮮新世	前期	C層
中期		D層	
古第三紀	D層		
先第三紀	D層		

断層

<p>対象断層</p> <ul style="list-style-type: none"> 伏在断層 撓曲 断層 (連続性のない断層) 伏在断層 (連続性のない断層) 小断層群分布域 <p>(測線位置における活動性)</p> <ul style="list-style-type: none"> B₁層以上に変位、変形が認められる B₂層以上に変位、変形の可能性が否定できない B₃層以上に変位、変形が認められない <p>右図の記録範囲</p>	<p>凡 例</p> <ul style="list-style-type: none"> 背斜軸 向斜軸 断層 (伏在断層) 断層 (連続性のない断層) 背斜軸 向斜軸 <p>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)</p> <p>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)</p> <p>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)</p> <p>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)</p> <p>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)</p> <p>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)</p> <p>調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)</p> <p>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)</p> <p>調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)</p> <p>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)</p> <p>調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)</p> <p>調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)</p>
--	---

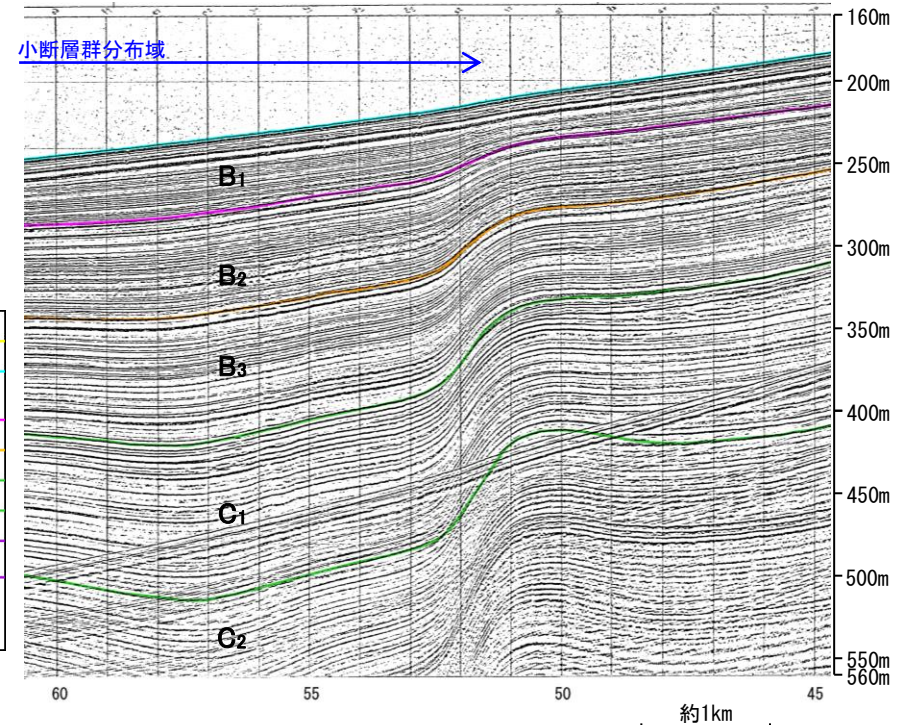
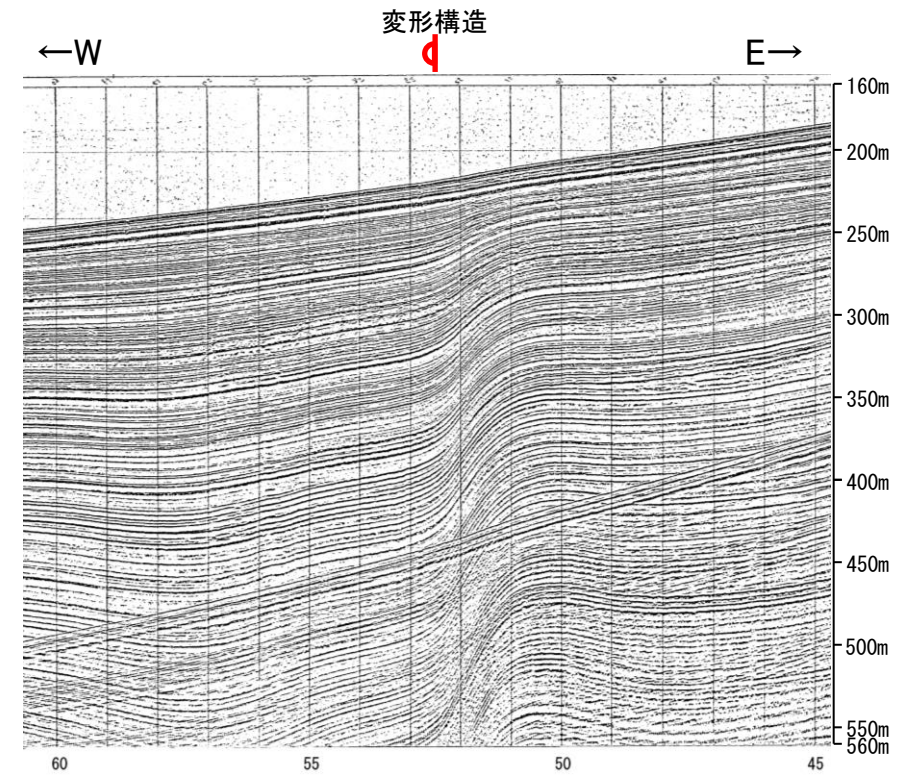
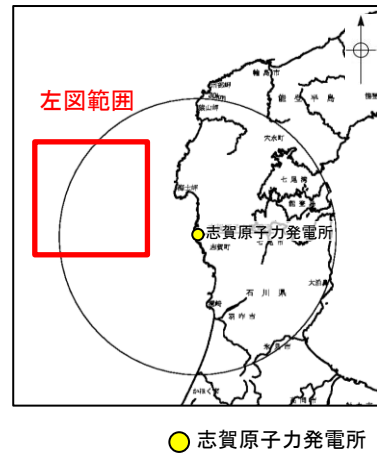
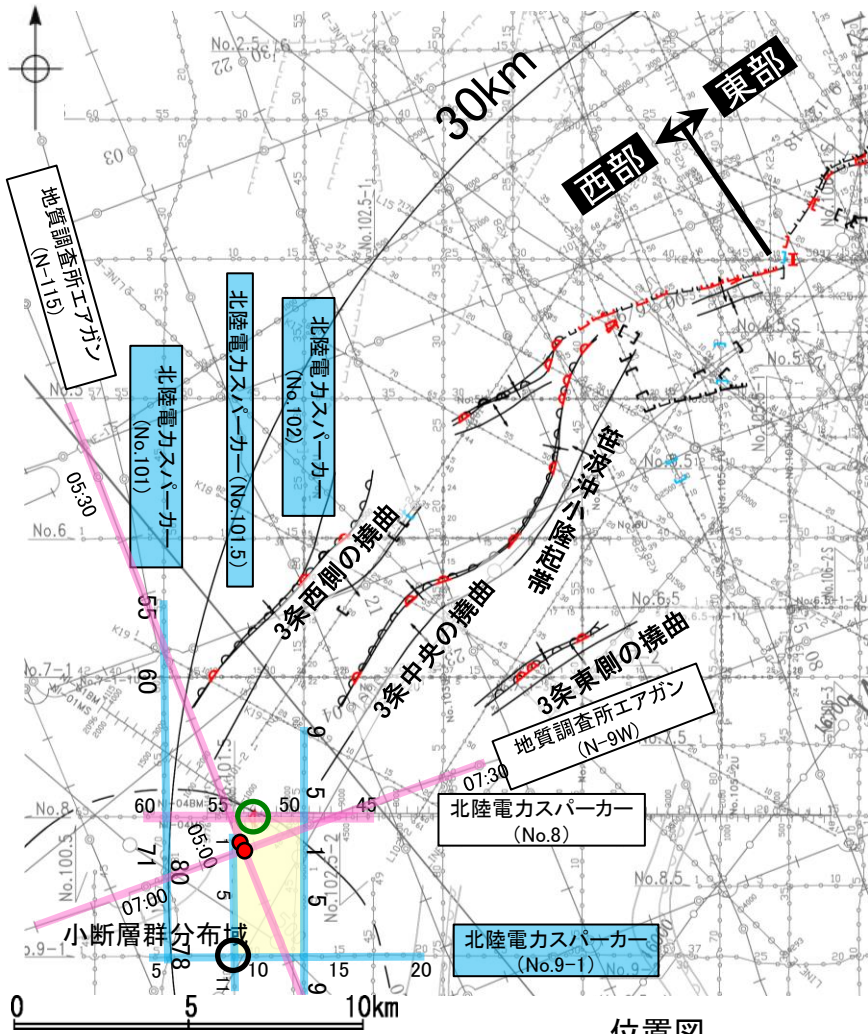
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



約1km

2.6.1(6) 笹波沖断層帯(西部)の端部 - 南西端調査 No.8測線 -

- 褶曲の西端付近の後翼側であるNo.8測線において、測点52.5付近でB₁層下部、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層に西落ちの変形構造が認められる。変形はB₁層下部に及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した(下図)。
- この変形構造の南方延長にあたるN-115測線及びN-9W測線において、累積的な構造ではないが西落ちの変形が認められ(次頁)、南方へ連続しているものの、その周辺の測線(No.101測線(前頁)、No.9-1測線、No.102測線及びNo.101.5測線(次々頁))には対応する構造は認められない。
- この変形構造については、周辺の測線に連続しないことから局所的な変形構造と考えられるものの、図中 範囲内に連続する可能性は否定できないことから、この変形構造の存在が想定される範囲の内、最も南西方の点(No.9-1測線とNo.101.5測線の交点)を南西端と評価した。

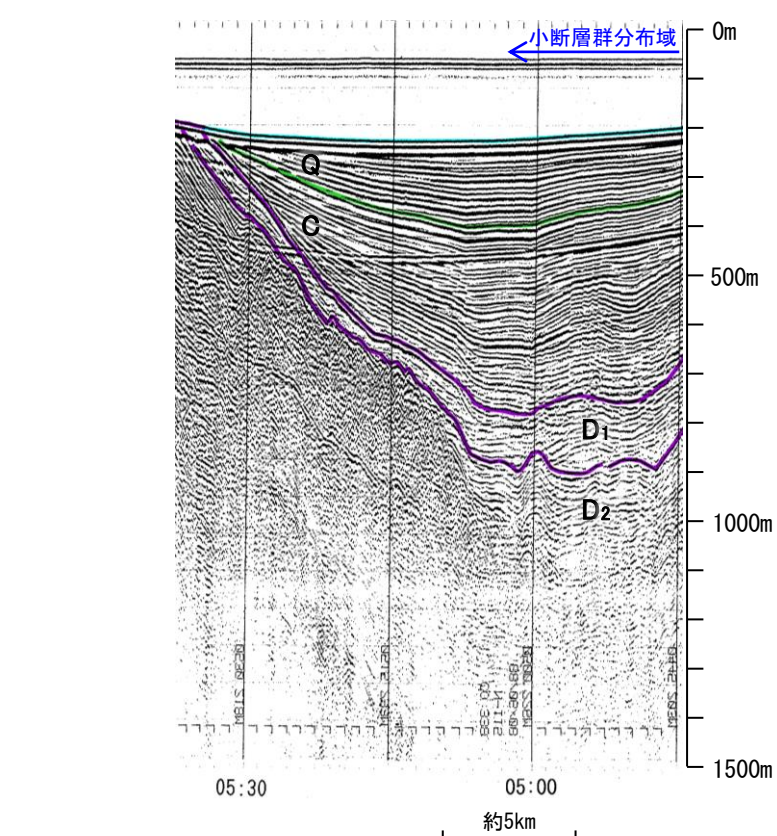
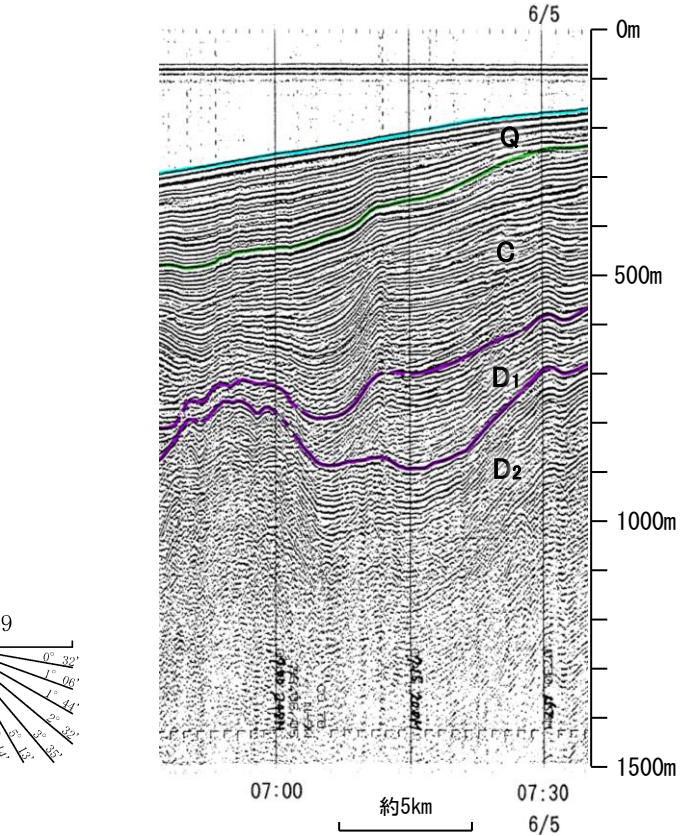
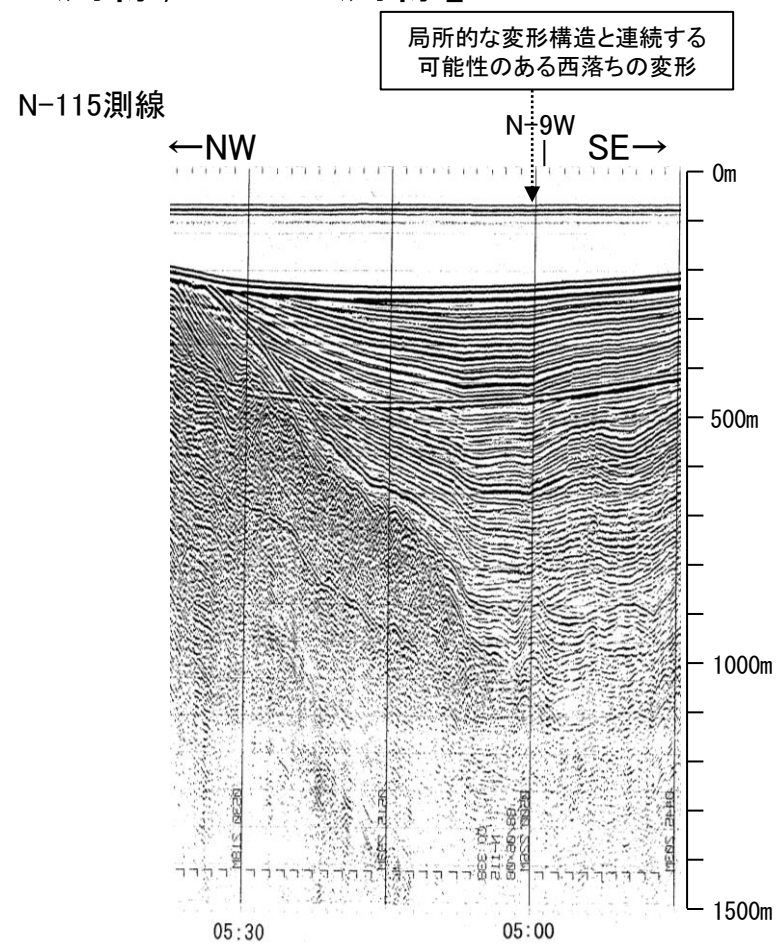
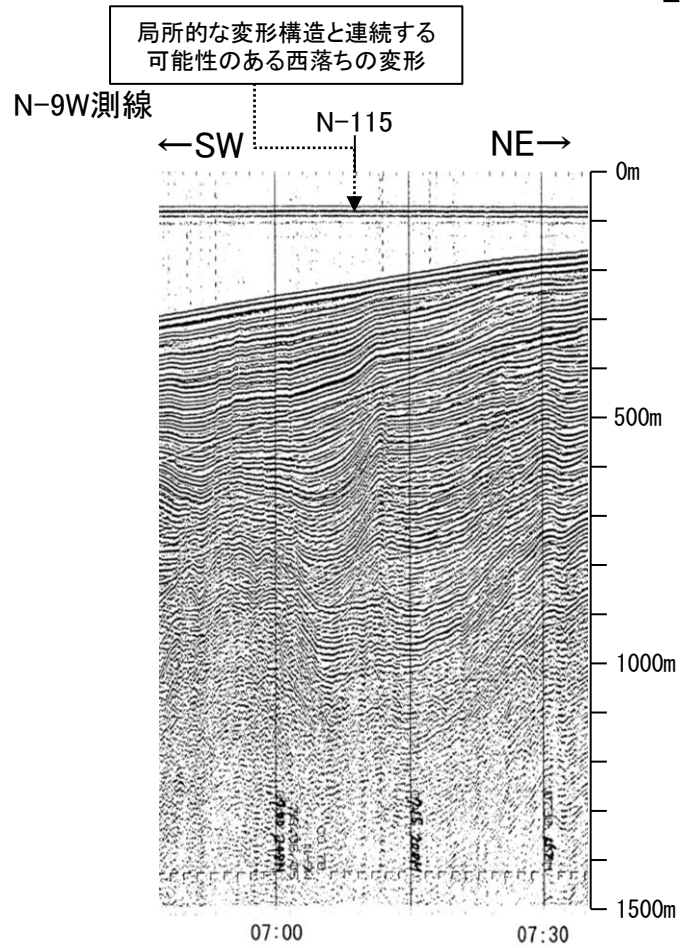


凡 例		対象断層	対象外断層	No. 4	調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
□	断層 (伏在断層)	背斜軸	断層 (伏在断層)	No. 4-S	調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約360ジュール)
∩	撓曲	向斜軸	∩	No. 6U	調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
┌┐	断層 (連続性のない断層)		┌┐	LINE-1	調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
┌┐	伏在断層 (連続性のない断層)		┌┐	K22	調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル)
---	小断層群分布域		┌┐	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)
(測線位置における活動性)			┌┐	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)
+	B ₁ 層以上に変位、変形が認められる		┌┐	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)
+	B ₁ 層以上に変位、変形の可能性が否定できない		┌┐	N-120	調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
+	B ₁ 層以上に変位、変形が認められない		┌┐	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)
---	右図、次頁記録範囲		┌┐	H73-1	調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
---	前頁、次々頁の記録範囲		┌┐	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)
○	変形構造の位置 (No.8測線)	○			
○	西落ちの境目が認められる位置 (N-115測線、N-9W測線)	○			
○	南西端の位置 (No.9-1測線とNo.101.5測線の交点)				

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層	D層	
先第三紀		D層	

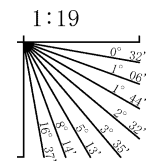
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

【N-9W測線, N-115測線】



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

A層とB層の細区分ができない層は、Q層と称する。

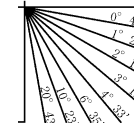


・No.8測線で推定した局所的な変形構造の南方延長にあたるN-115測線, N-9W測線において、累積的な構造ではないが西落ちの変形が認められる。

・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

【No.9-1測線, No.102測線, No.101.5測線】

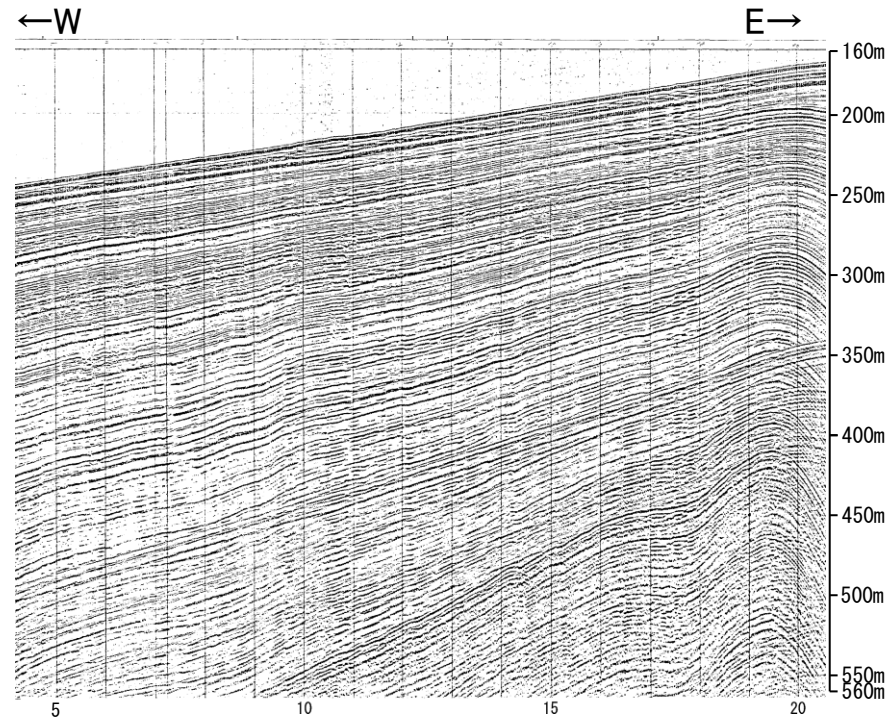
1:15



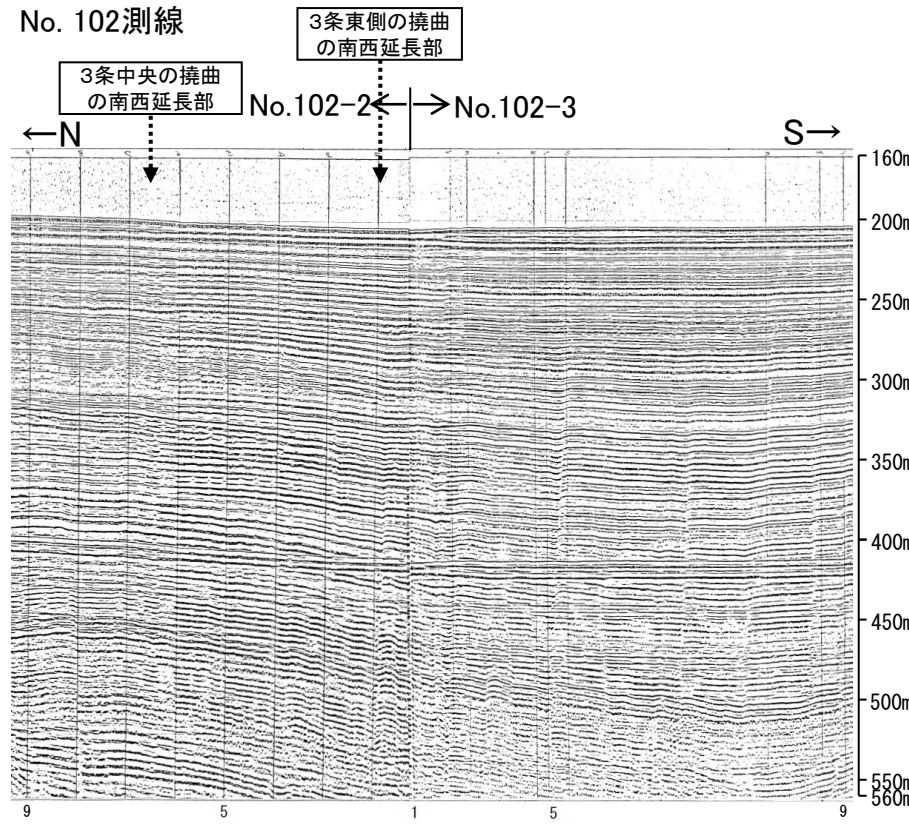
断層

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

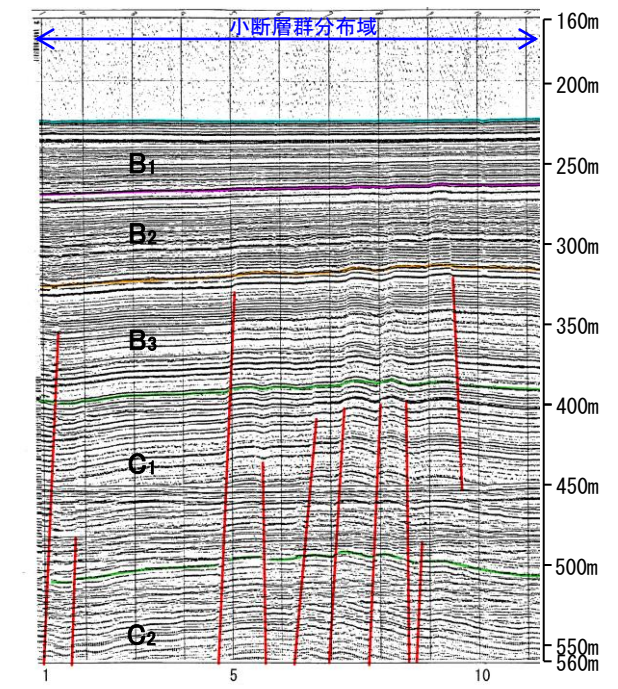
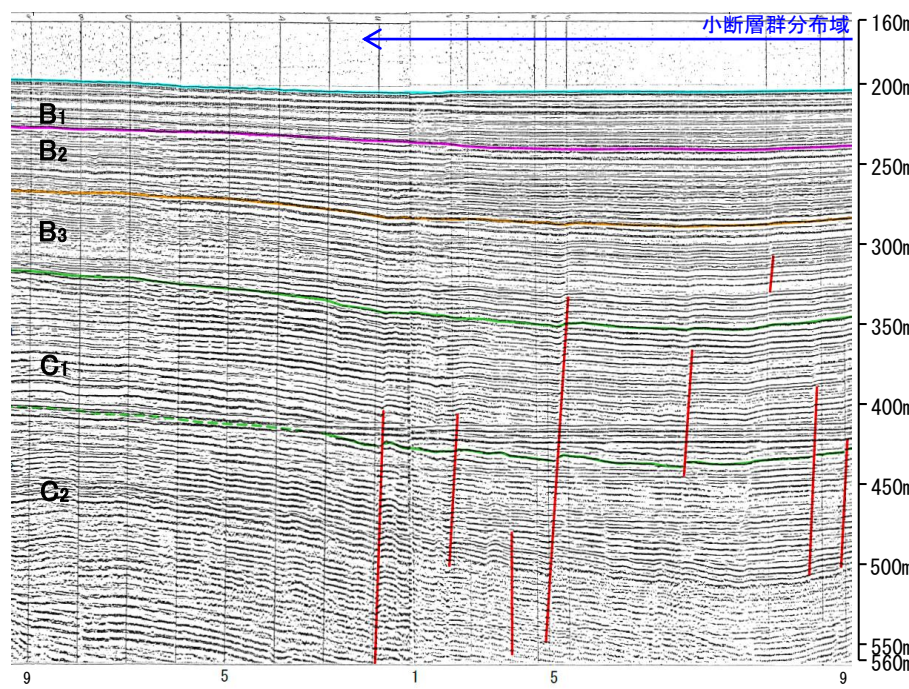
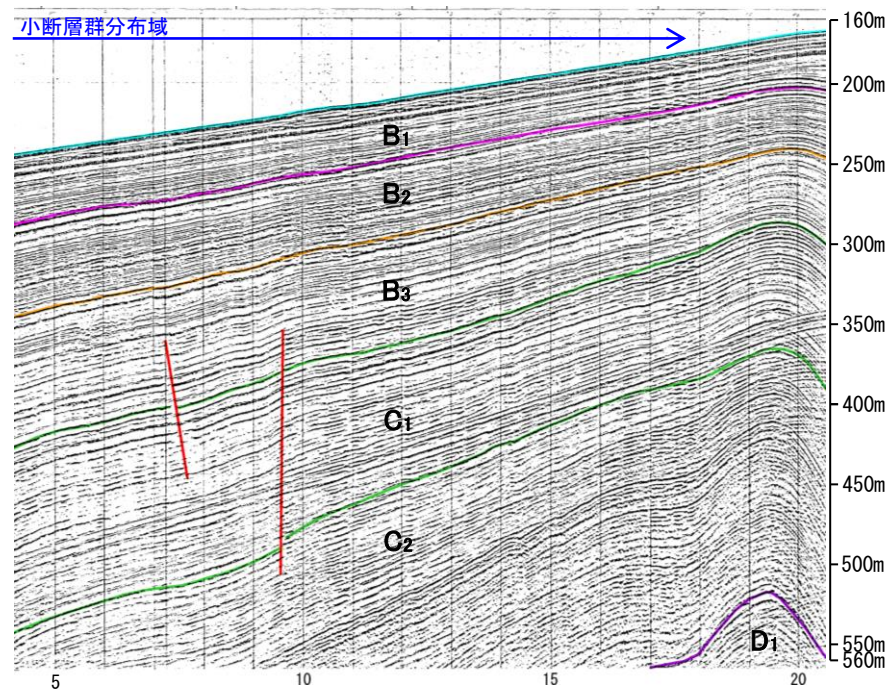
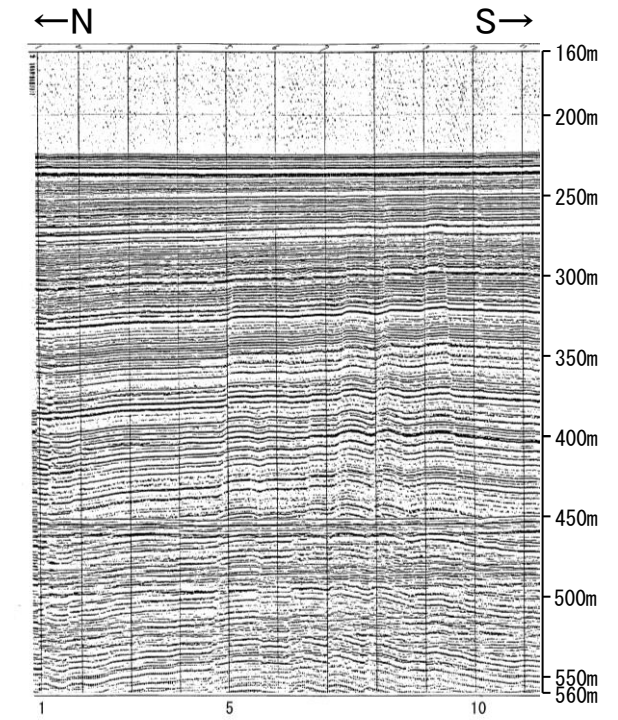
No.9-1測線



No. 102測線



No. 101.5測線

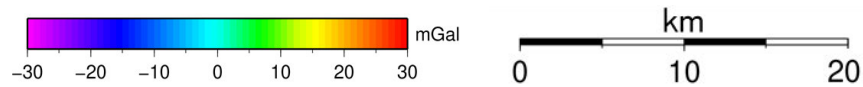
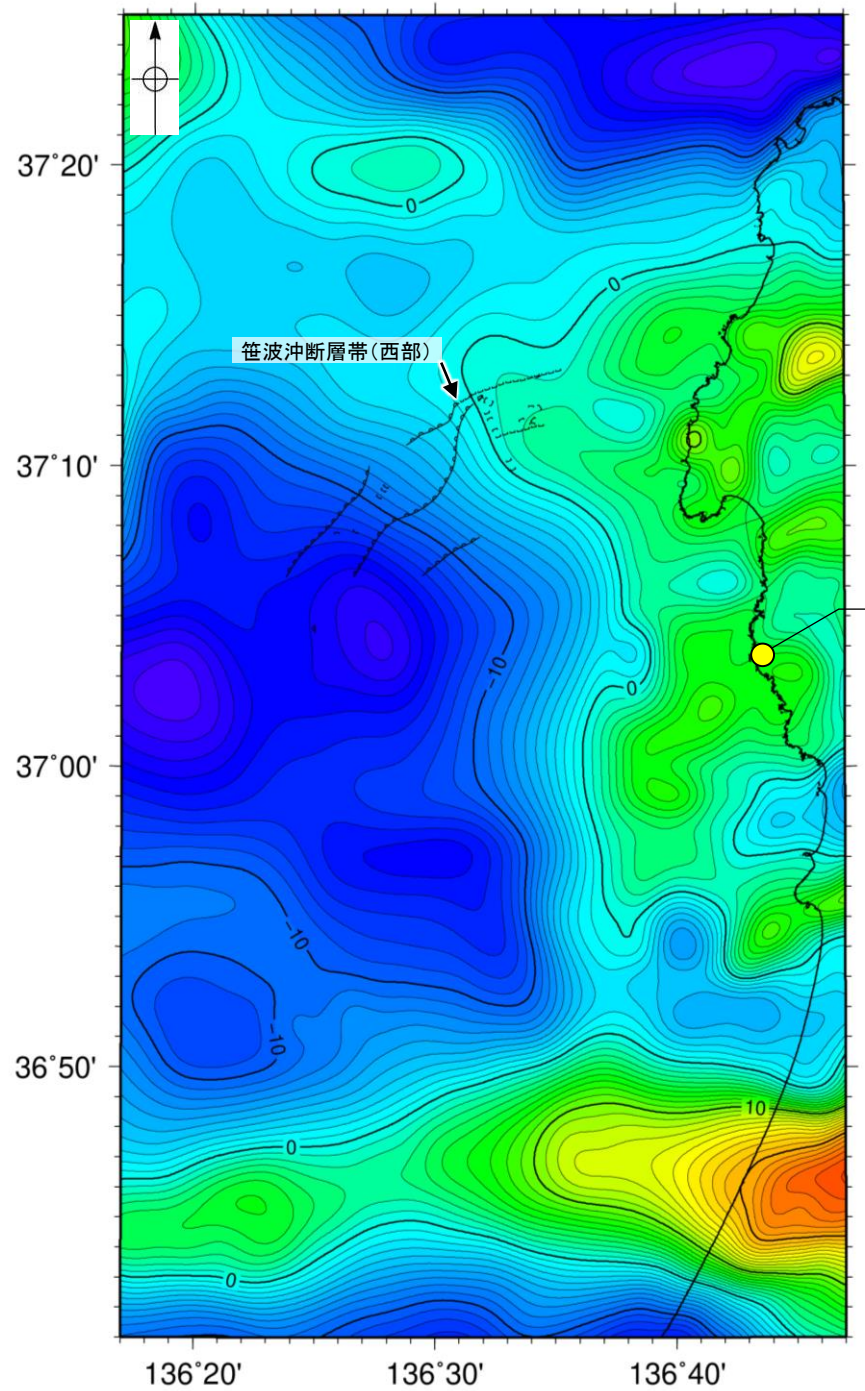


・いずれの測線にも局所的な変形構造に対応する変位、変形は認められない。
 ・No.9-1測線, No.102測線及びNo.101.5測線に認められるわずかな地層の変位、変形は、小断層群(P.130)であり、隆起運動に伴い、表層付近に生じた局所的な応力により形成されたものと推定され、局所的な変形構造に関連する構造ではないと判断している。

2.6.1(7) 笹波沖断層帯(西部)周辺の重力異常

○笹波沖断層帯(西部)の深部構造を確認するため、ブーゲー異常図及び水平一次微分図を作成した。

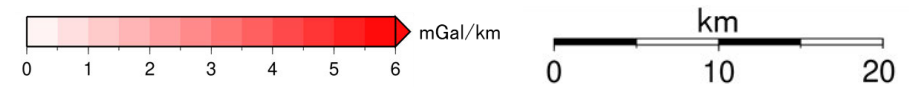
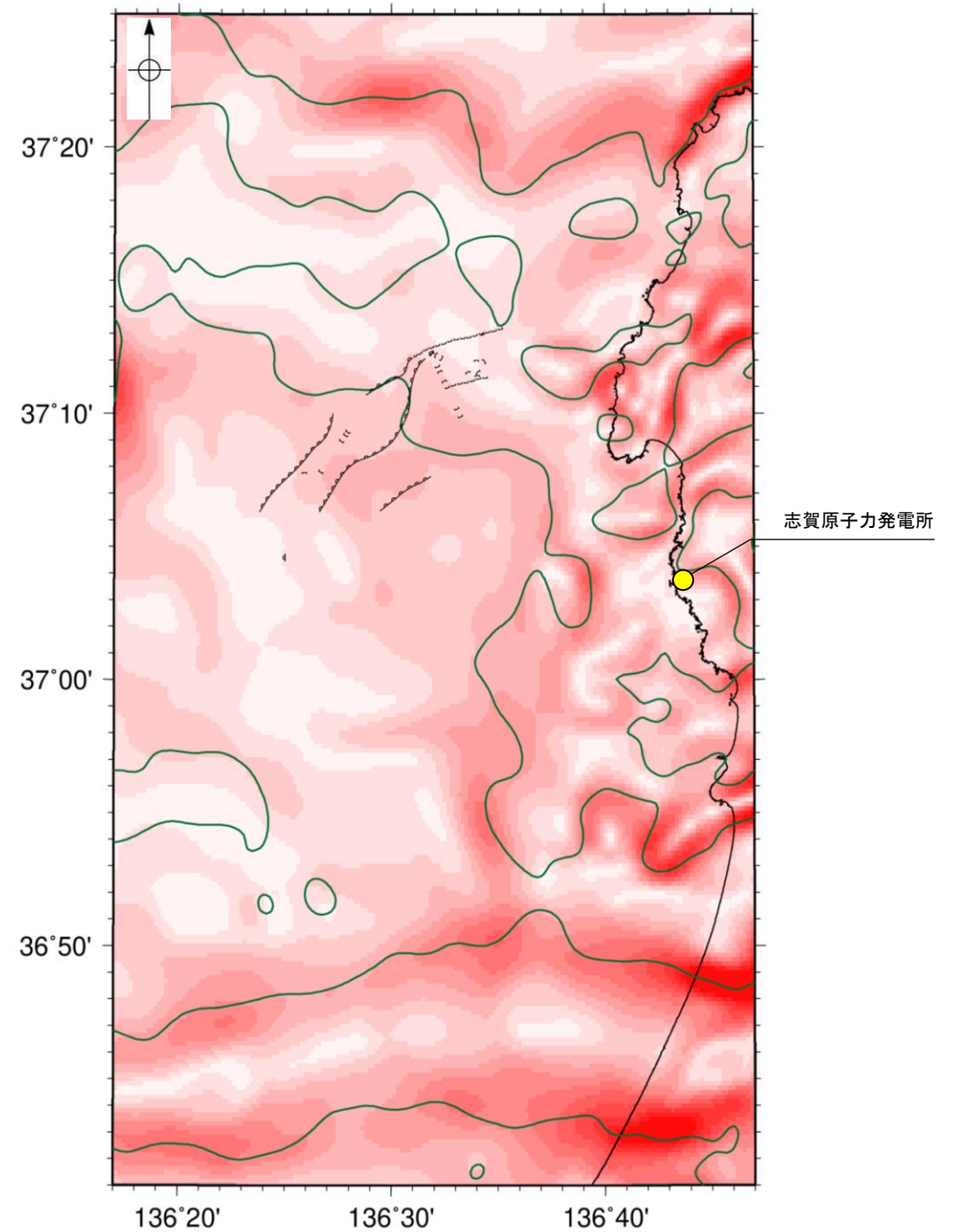
○ブーゲー異常図及び水平一次微分図によれば、笹波沖断層帯(西部)に対応するNE-SW走向の重力異常急変部は認められない。



仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal (---)断層(伏在断層) (---)断層(伏在断層)
 (---)断層(伏在断層) (---)断層(伏在断層)

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。



鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線 (---)断層(伏在断層) (---)断層(伏在断層)
 (---)断層(伏在断層) (---)断層(伏在断層)

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。

・右図は、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。

2.6.1(8) 笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動評価(国による連動の評価を反映)

○前頁までで評価した笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動に関する文献調査を行った。その結果、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)に対応するNT10を示し、NT8とNT10の連動性を否定するものではないとしている(次頁)。

○以下に両断層の連動に関する詳細調査の結果を示す。

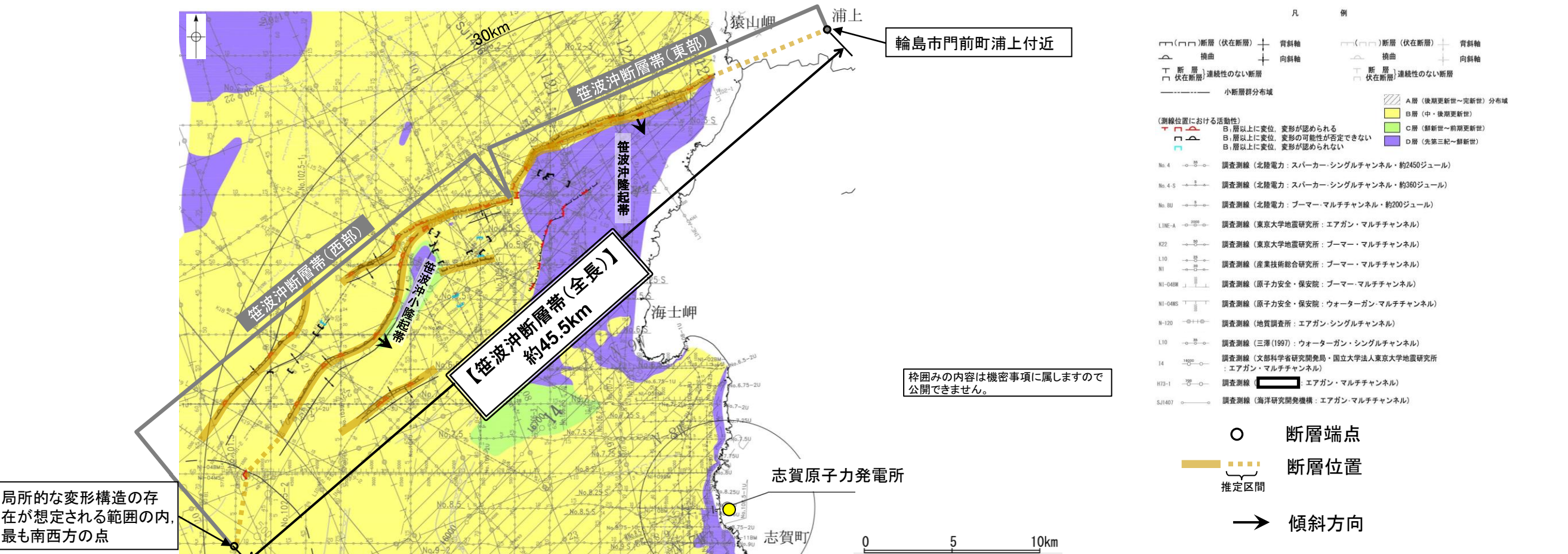
- ・笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)はいずれも南東傾斜(約60°)で、断層面の傾斜方向は同じである(下図, P.66, 67)。
- ・笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)は連続して分布するが、その境界で走向が大きく屈曲する(下図, P.83)。
- ・笹波沖断層帯(東部)は笹波沖隆起帯北縁に分布している断層である。笹波沖断層帯(西部)は笹波沖小隆起帯北縁に沿って断層が分布し、その南西方では断層形態が変わり、笹波沖小隆起帯の北西縁に沿って撓曲群が分布しており、分布する隆起帯が異なる(下図, P.66, 67)。
- ・断層周辺の重力異常を比較した結果、重力異常の等重力線に対して、笹波沖断層帯(東部)は走向はほぼ一致しているが、笹波沖断層帯(西部)の走向はほぼ直交しており、両断層で重力異常の連続性は認められない(P.96)。
- ・佐藤ほか(2007a)によれば、2007年能登半島地震は笹波沖断層帯(東部)の最新活動によるものである。笹波沖断層帯(西部)の最新活動は不明であり、活動履歴が異なる(P.68, 69)。
- ・笹波沖断層帯(東部)が震源断層である2007年能登半島地震の余震活動が笹波沖断層帯(西部)に拡大しているか確認した結果、本震発生から最大余震までの期間に発生した余震の分布は笹波沖断層帯(東部)の範囲に集中しているが、地震発生から約2ヵ月間の余震分布からは、笹波沖断層帯(西部)の北東側にも一部余震の発生が認められる(P.97)。

○上記のうち、文科省ほか(2015)による連動の評価は専門家により詳細に検討された結果であることから、重要な知見と位置づけ、当社の評価に反映する。

○したがって、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動を考慮することとし、「笹波沖断層帯(全長)」として走向がNE-SW方向、南東傾斜(約60°)の逆断層と評価した。

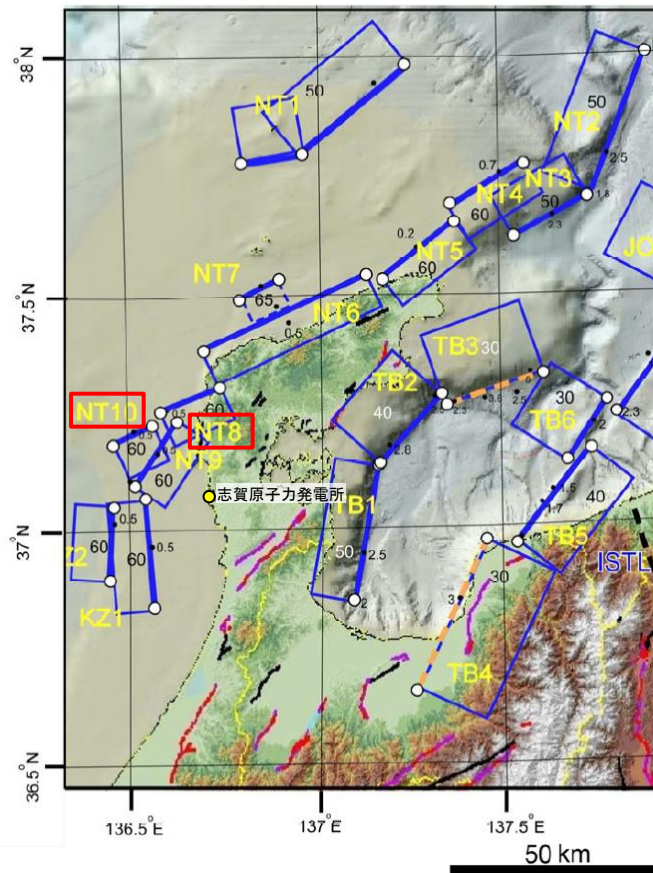
○断層長さは、笹波沖断層帯(東部)の北東端(輪島市門前町浦上付近)から笹波沖断層帯(西部)の南西端(局所的な変形構造の存在が想定される範囲の内、最も南西方の点)までの約45.5km区間を評価した。

○なお、連動に関する詳細調査の結果を踏まえると、両断層の分布する隆起帯や断層形態が異なることや重力異常の観点からは、笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動の可能性は低いと考えられるものの、断層面の傾斜方向が同じであること、両断層が連続して分布していること及び2007年能登半島地震の余震分布が笹波沖断層帯(西部)の北東側にも認められることは、両断層の連動を考慮するとして上記評価と整合する。



【国による連動評価 ー文献調査ー】

- 笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)の連動に関する文献調査を行った。
- 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)に対応するNT10を示している。NT8とNT10はほぼ同一の走向であるが南にステップすることから、独立させて記述したとしているが、NT8とNT10の連動性を否定するものではないとしている。
- 一方、文科省ほか(2016)は、連動する可能性がある断層の組合せとして、NT8とNT10を選定していない。

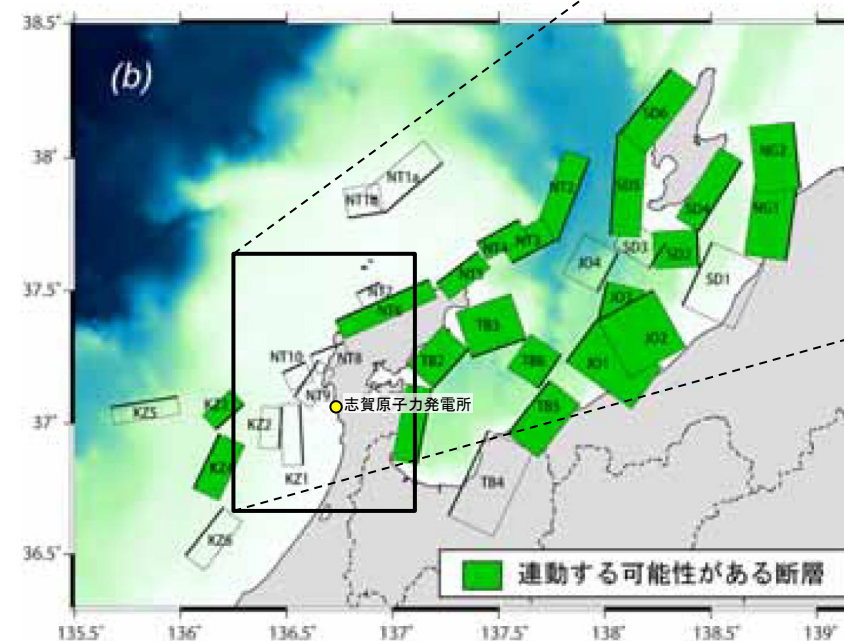


能登半島沖～富山湾周辺の断層矩形モデル
文科省ほか(2015)に一部加筆

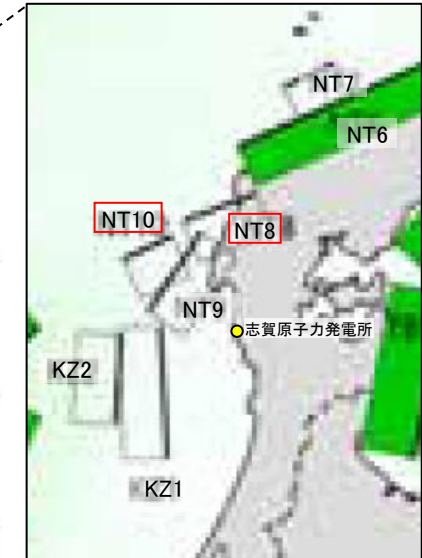
- ・ 笹波沖断層帯(東部)に対応するNT8と笹波沖断層帯(西部)に対応するNT10に関する記載を、文科省ほか(2015)から抜粋。

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)⁵⁾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。



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

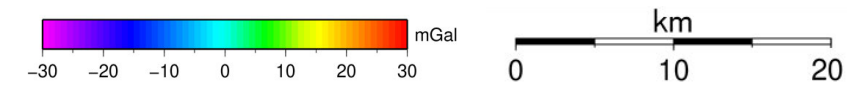
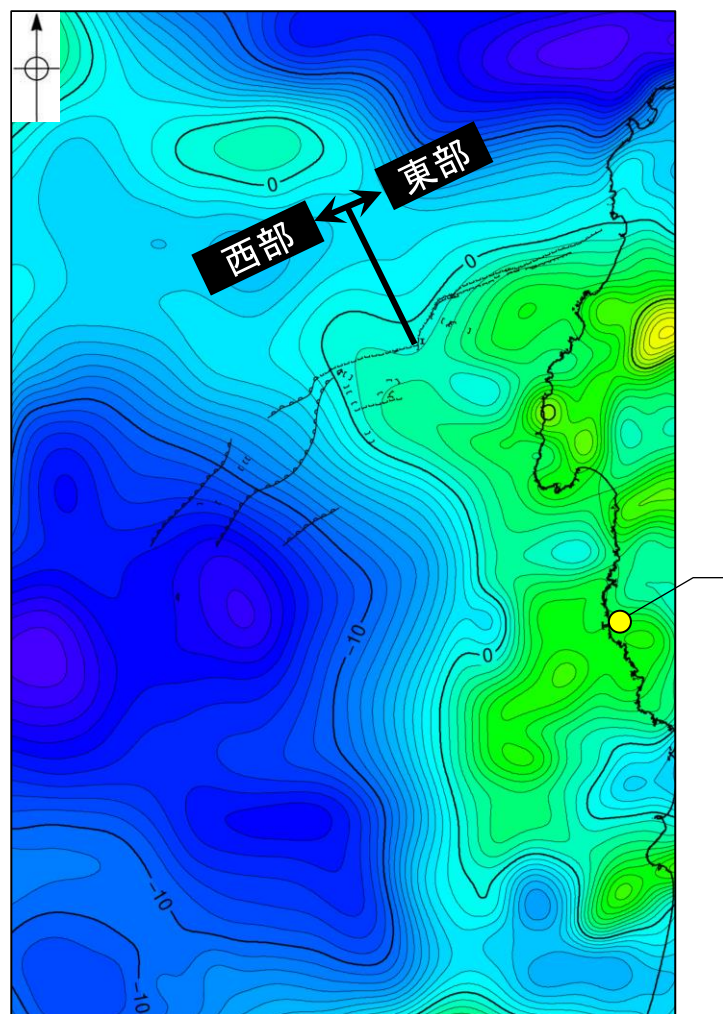


- ・ 連動する可能性がある断層の組合せとして、NT8とNT10を選定していない。

【笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)周辺の重力異常】

- 笹波沖断層帯(東部)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)は走向はほぼ一致しているが、笹波沖断層帯(西部)の走向はほぼ直交しており、両断層で重力異常の連続性は認められない。

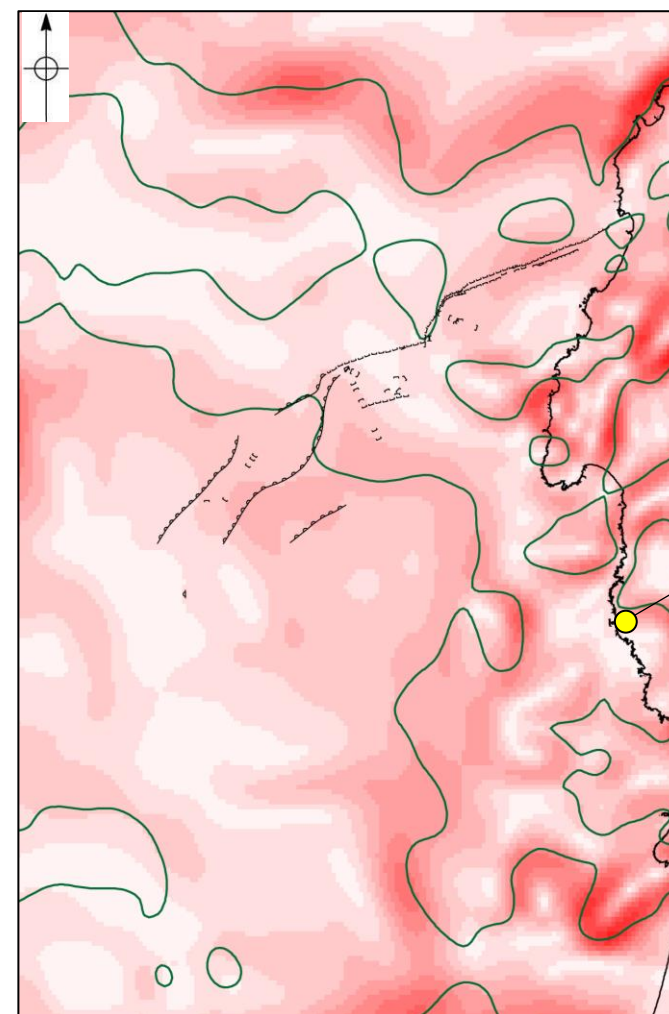
・右図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。



仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal () 断層 (伏在断層) 〰 撓曲

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。



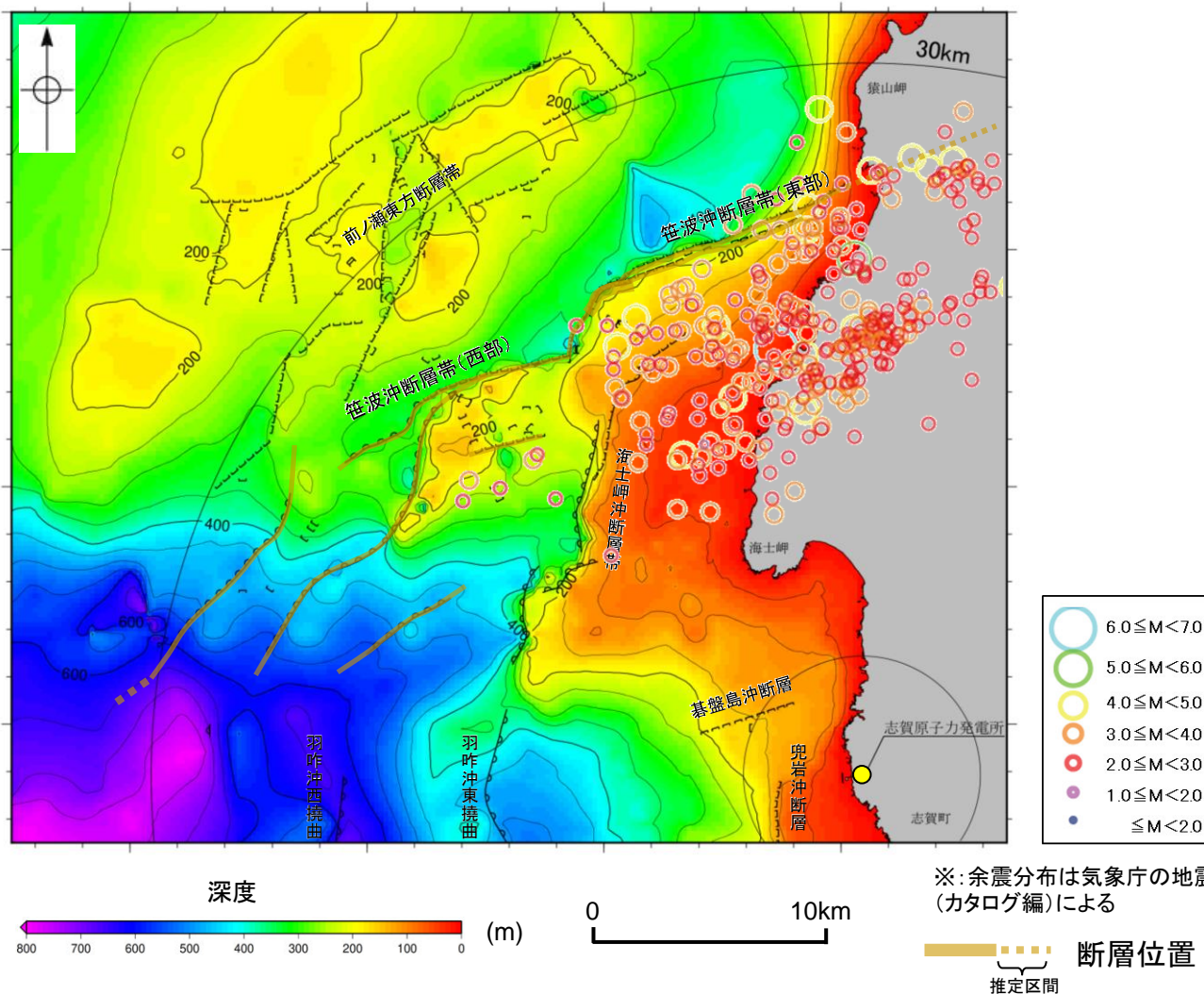
鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線 () 断層 (伏在断層) 〰 撓曲

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。

【笹波沖断層帯(東部)と笹波沖断層帯(西部)周辺の地震活動】

- 笹波沖断層帯(東部)が震源断層である2007年能登半島地震の余震活動が笹波沖断層帯(西部)に拡大しているか確認した結果, 本震発生から最大余震までの期間に発生した余震の分布は笹波沖断層帯(東部)の範囲に集中している(左図)。
- 一方, 地震発生から約2ヵ月間の余震分布(Yamada et al.(2008))からは, 笹波沖断層帯(西部)の北東側にも一部余震の発生が認められる(右図)。



・上図は, 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, 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。

D層等深線図

(音波探査測線, 余震分布※(H19.3.25 18:11最大余震前まで)等を加筆)

・本震発生から最大余震までの期間に発生した余震の分布は笹波沖断層帯(東部)の範囲に集中している。

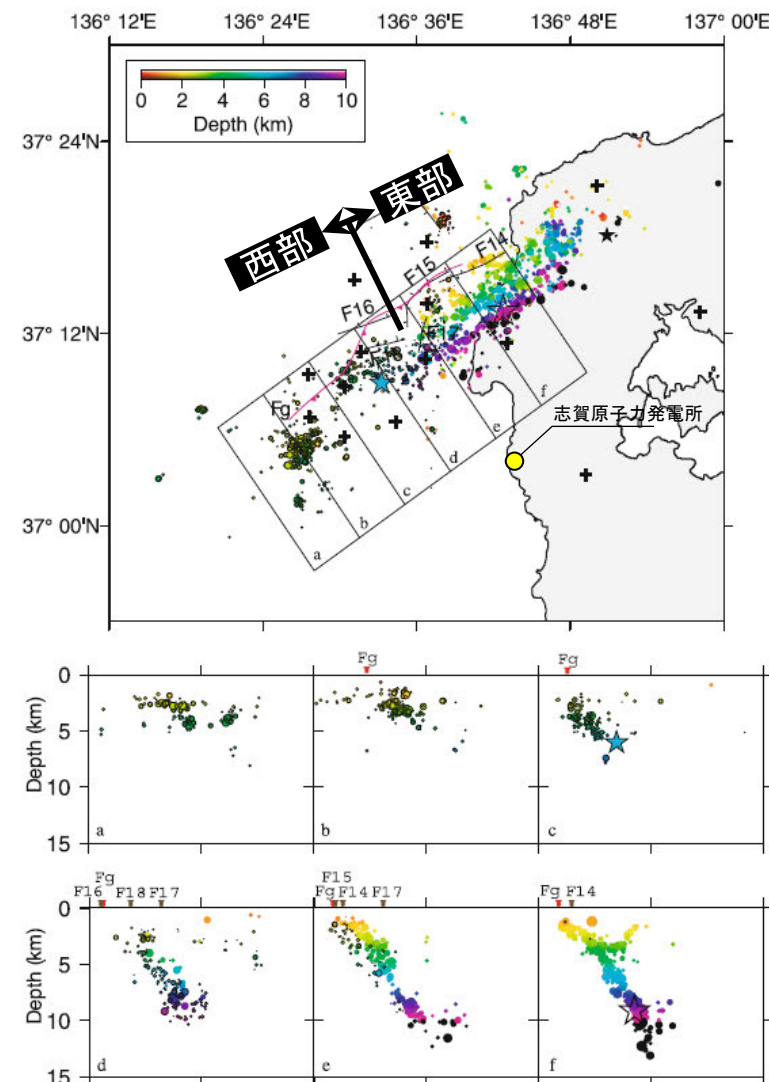


Fig. 6. Comparison between surface traces of active faults revealed by a previous marine survey (Katagawa *et al.*, 2005; Okamura, 2008) and the hypocenter distribution, which is a combined result by a temporal land seismic network (Sakai *et al.*, 2008) and our results. Size of circles corresponds to 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.

余震分布図

(Yamada et al.(2008)に一部加筆)

・臨時陸上地震観測(2007年3月25日~5月末頃, Sakai et al.(2008)), 海底地震観測(2007年4月5日~5月8日, Yamada et al.(2008))による余震分布から, 笹波沖断層帯(西部)の北東側にも一部余震の発生が認められる。

2.6.2 海士岬冲断层带

2.6.2 (1) 海士岬沖断層帯の評価結果

【文献調査】(P.100)

- 岡村(2007a)は、NE-SW方向の第四紀向斜軸及び背斜軸を図示し、その基部に南東傾斜の逆断層が伏在すると記載している。井上ほか(2007)は、海士岬沖断層帯に対応する位置に断層を図示し、長さ約17kmで、いくつかの屈曲を有し、海底面に変位は認められないが完新統に変形が認められるとしている。
- 国交省ほか(2014)は、海士岬沖断層帯に対応する位置に、断層トレースを記載しているが、断層モデルを設定していない。
- 文科省ほか(2015)は、海士岬沖断層帯に対応する位置に震源断層モデルとしてNT9(走向:34度、傾斜:60度、断層長さ:18.4km)を設定している。

【活動性評価】

- 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位置する撓曲から構成される(P.101)。
- 海上音波探査の結果、笹波沖隆起帯西縁に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定したが、B₁層以上に変位、変形は認められないと判断した(P.102, 103)。なお、撓曲の東側にわずかな変位の断層が認められるが、それは笹波沖断層帯(東部)の分岐断層であると評価している(P.102)。
- さらに、南部は海士岬沖小隆起帯西縁に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定し、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した(P.104~106)。

→海士岬沖断層帯は、文献調査の結果、岡村(2007a)及び文科省ほか(2015)から南東傾斜(約60°)の逆断層と推定され、海上音波探査の結果からも、北西落ちの変位、変形が認められることから、逆断層と仮定した場合、南東傾斜の逆断層と推定される。

→文献調査、海上音波探査の結果、海士岬沖断層帯は、走向がNE-SW方向、南東傾斜(約60°)の逆断層と推定され、B₁層以上に変位、変形が認められない笹波沖隆起帯西縁の撓曲区間も含めて、後期更新世以降の活動が否定できないと評価。

【長さの評価】

■北東端(P.107, 108)

【海上音波探査】

○L11-1測線、K25-2測線において、笹波沖断層帯(東部)の分岐断層に対応する変位は認められるが、海士岬沖断層帯の延長部に断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

→L11-1測線を北東端と評価。

■南西端(P.109, 110)

【海上音波探査】

○K18測線において、いずれの地層にも断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

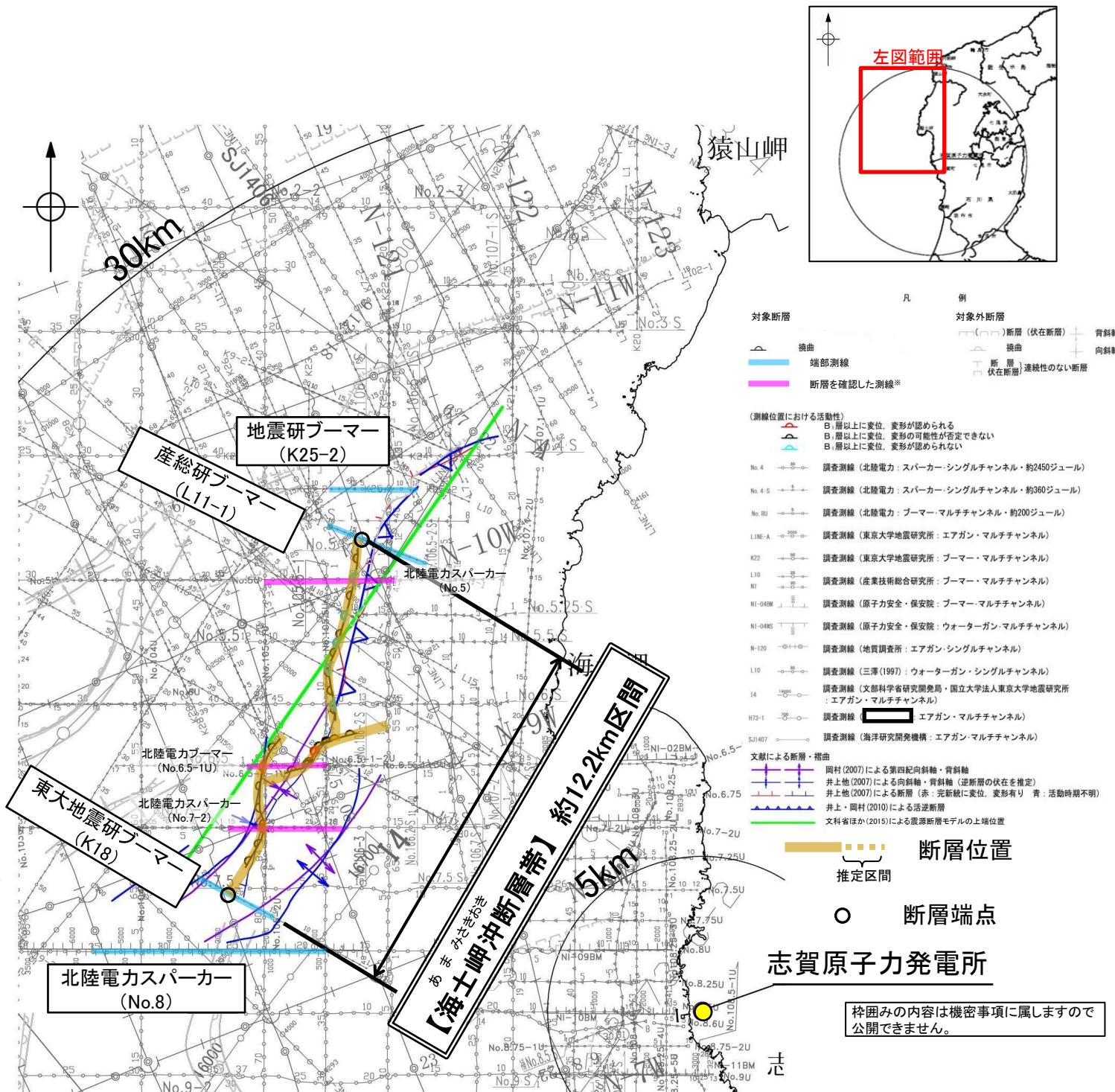
○K18測線のさらに南西方のNo.8測線には、羽咋沖東撓曲に対応する変形は認められるが、海士岬沖断層帯に対応する断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

→K18測線を南西端と評価。

■重力探査(P.111)

○海士岬沖断層帯に対応する重力異常急変部は認められない。

⇒L11-1測線(北東端)からK18測線(南西端)までの約12.2km区間を評価。



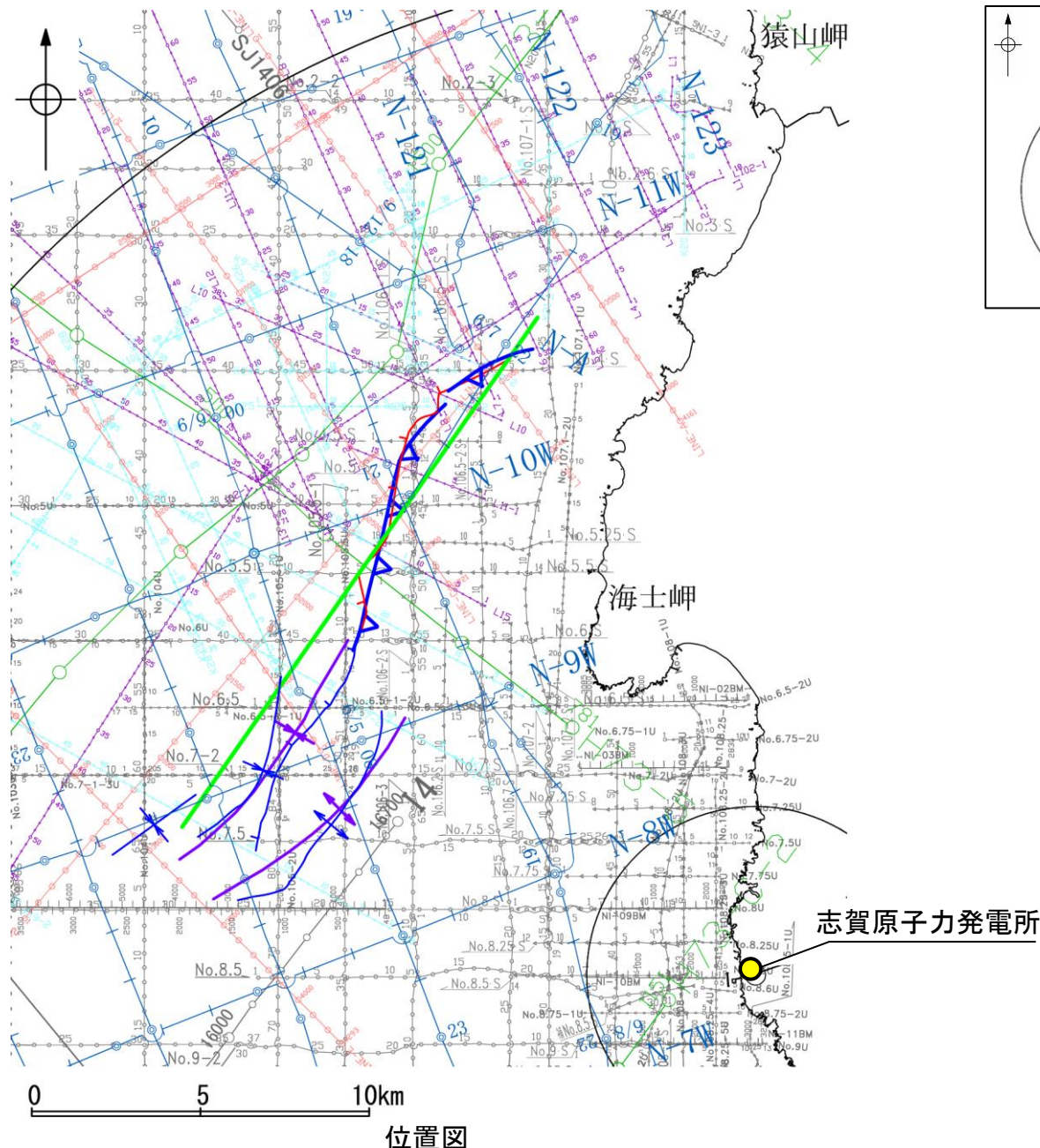
海士岬沖断層帯は後期更新世以降の活動が否定できず、その長さとして約12.2km区間を評価する。

位置図

※: 以外の海士岬沖断層帯を確認した音波探査記録はデータ集2

2.6.2 (2) 海士岬沖断層帯の文献調査

- 岡村(2007a)は、産業技術総合研究所(地質調査所)による調査(調査測線①)から、NE-SW方向の第四紀向斜軸及び背斜軸を図示し、その基部に南東傾斜の逆断層が伏在すると記載している。
- 井上ほか(2007)は、2007年能登半島地震の震源域で産業技術総合研究所による調査(調査測線②)、東京大学地震研究所による調査(調査測線③)及び当社が地震前に実施した音波探査記録(調査測線④)等から、海士岬沖断層帯に対応する位置に断層を図示し、長さ約17kmで、いくつかの屈曲を有し、海底面に変位は認められないが完新統に変形が認められるとしている。
- 佐藤ほか(2007b)は、石油開発公団による調査を再解析し、海士岬沖断層帯に対応する断層について、既存の正断層の再活動である可能性が高いと記載している。
- 井上・岡村(2010)は、岡村(2007a)及び井上ほか(2007)の調査結果から、海士岬沖断層帯に対応する位置に活逆断層を図示している。
- 国交省ほか(2014)は、海士岬沖断層帯に対応する位置に、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。
- 文科省ほか(2015)は、岡村(2007a)及び井上・岡村(2010)が示した構造に対応する位置に、震源断層モデルとしてNT9(走向:34度、傾斜:60度、断層長さ:18.4km)を設定し、産業技術総合研究所による調査(調査測線①②)、石油開発公団による調査及び佐藤ほか(2007b)の二船式反射法地震探査(調査測線⑤)により、60°の東傾斜の断層と判断している。文科省ほか(2021)では、活動性の評価を確実性Aクラス(第四紀後期までの地層が、変形・変位を受けている)としている。



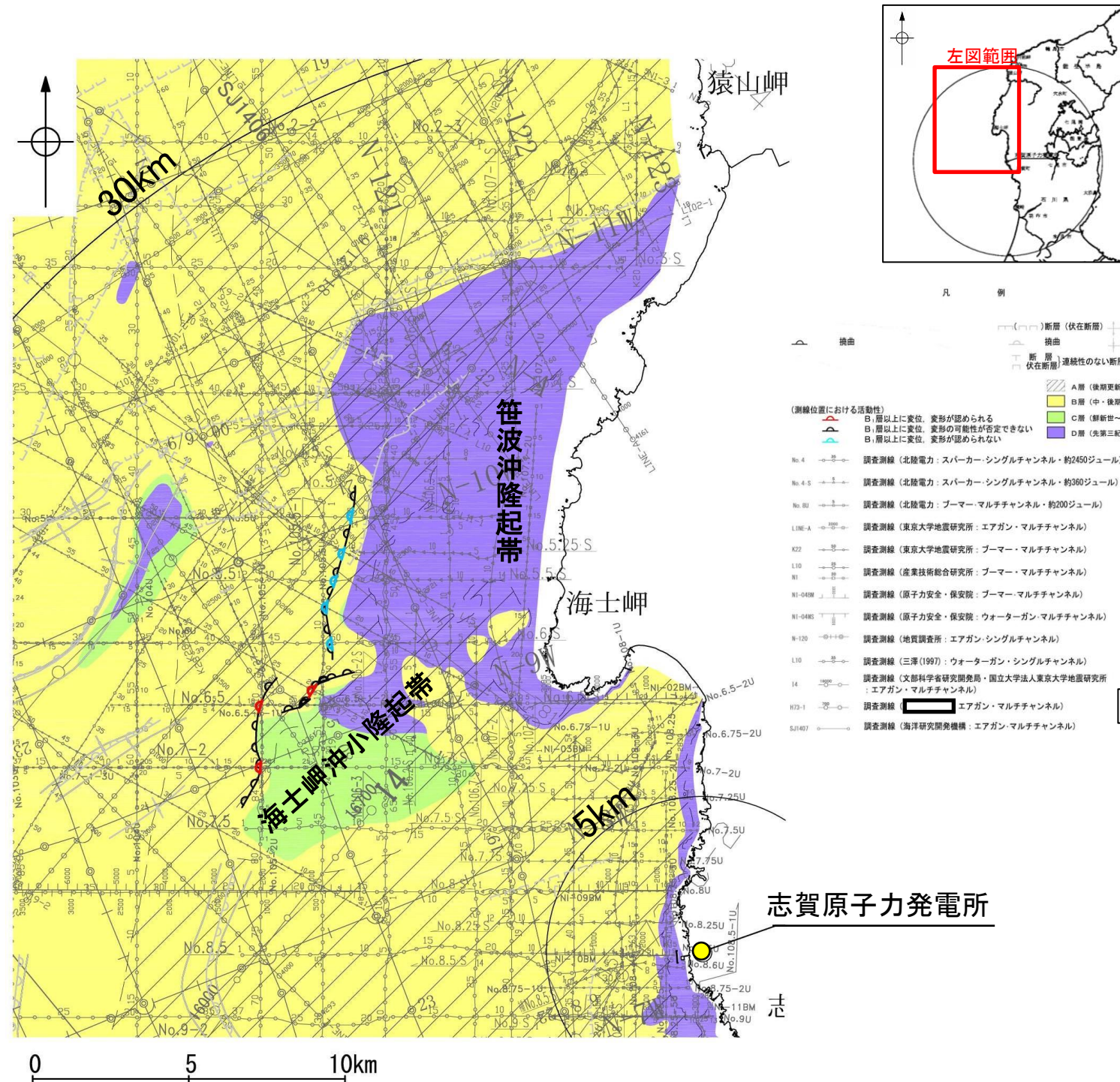
凡 例

No. 4	—○—○—	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)	:調査測線④
No. 4-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)	:調査測線④
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)	:調査測線④
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)	:調査測線⑤
K22	—○—○—	調査測線(東京大学地震研究所:プーマー・マルチチャンネル)	:調査測線③
L10	—○—○—	調査測線(産業技術総合研究所:プーマー・マルチチャンネル)	:調査測線②
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)	:調査測線②
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)	:調査測線①
L10	—○—○—	調査測線(三澤(1997):ウォーターガン・シングルチャンネル)	
I4	—○—○—	調査測線(文科省研究開発局・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)	
文献による断層・褶曲			
	—▲—▲—	岡村(2007)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 青:活動時期不明)	
	—▲—▲—	井上・岡村(2010)による活逆断層	
	—▲—▲—	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。

2.6.2 (3) 海士岬沖断層帯の活動性 —海士岬沖断層帯周辺の地質図—

- 海士岬沖断層帯周辺には、D層の顕著な隆起帯が認められ、この隆起域は志賀町笹波沿岸の隆起帯(笹波沖隆起帯)とその南西方の小規模な隆起帯(海士岬沖小隆起帯)からなる。
- 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撓曲から構成される。



凡 例

断層 (伏在断層) 背斜軸
 撓曲 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)

(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

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 → 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-040M → 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-040S → 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)
 SJI07 → 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。

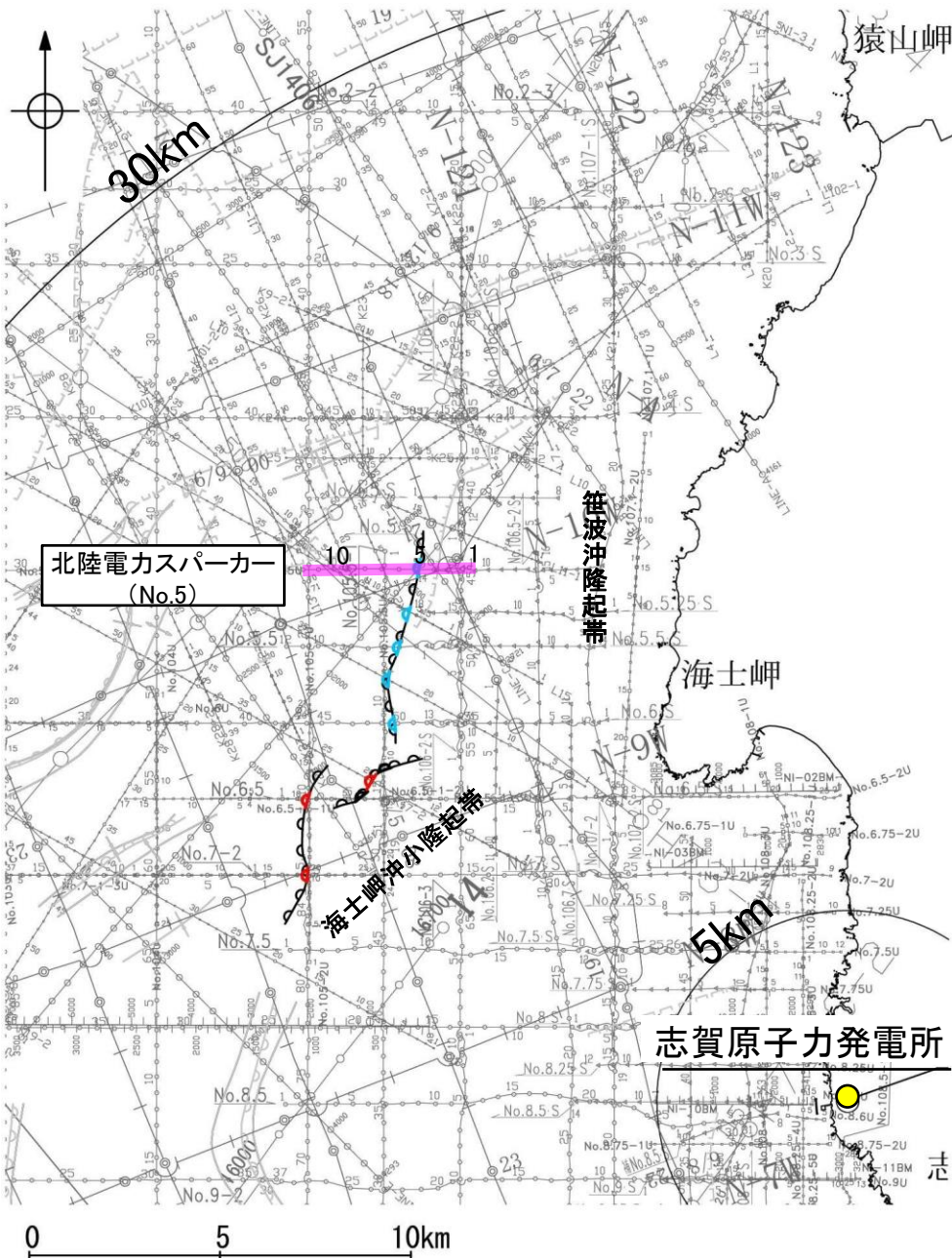
海士岬沖断層帯周辺の地質図

2.6.2 (3) 海士岬沖断層帯の活動性 —No.5測線—

○No.5測線において、笹波沖隆起帯西縁にあたる測点5付近でB₂層基底、B₃層、C₁層、C₂層、D₁層及びD₂層に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はA層及びB₁層に及んでいないことから、B₁層以上に変位、変形は認められないと判断した。

○また、測点4付近でA層下部、B₁層、B₂層及びD₂層に西落ちの変位が推定されることから断層を推定した。変位、変形はA層上部及び海底面に及んでいないが、A層下部まで変位は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。この断層は連続性、佐藤ほか(2007a)の知見から笹波沖断層帯(東部)の分岐断層※に対応すると判断した。

※: 笹波沖断層帯(東部)の分岐断層の評価は2.6.1



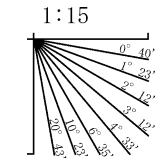
位置図



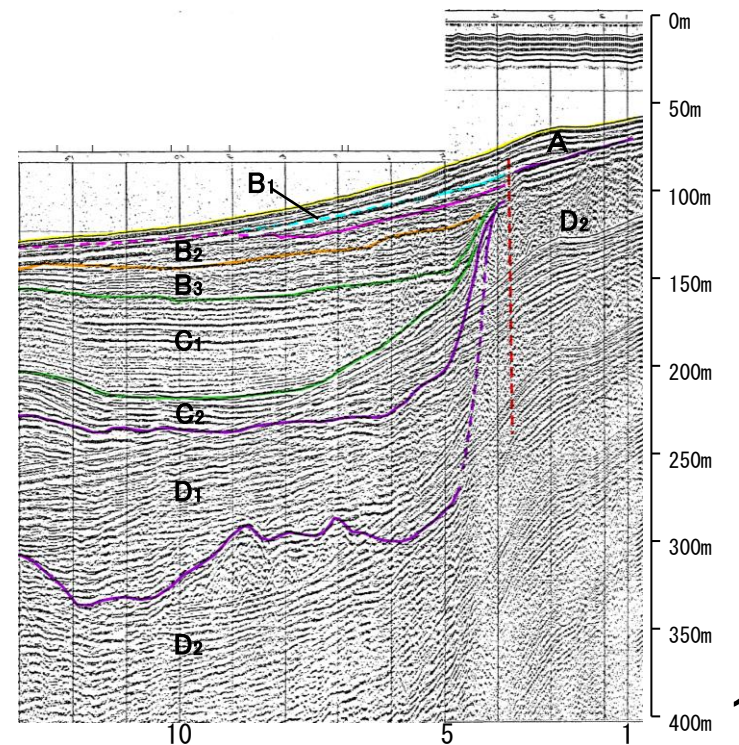
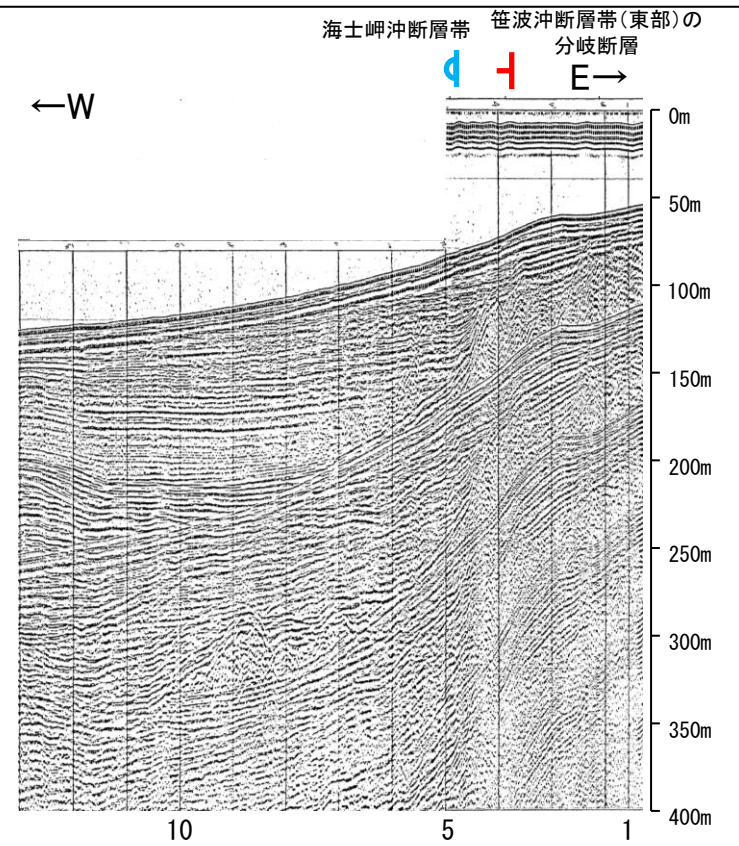
- (測線位置における活動性)
- B₁層以上に変位、変形が認められる
 - B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 - B₁層以上に変位、変形が認められない
- No.4 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No.4-S 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No.8U 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - K22 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - 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 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-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)
 - NI-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。

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	D ₂ 層		

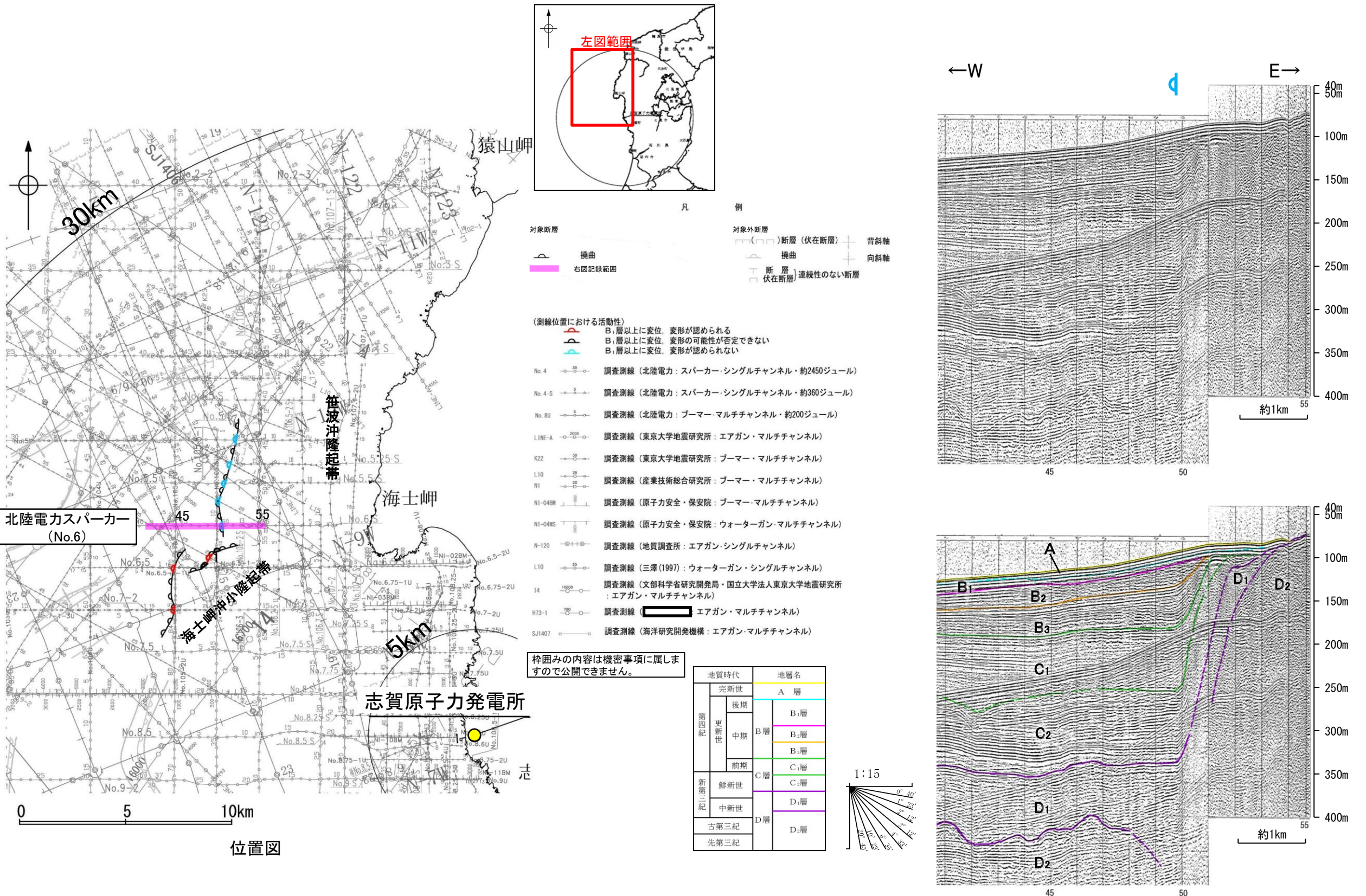


断層(破線は推定) 約1km



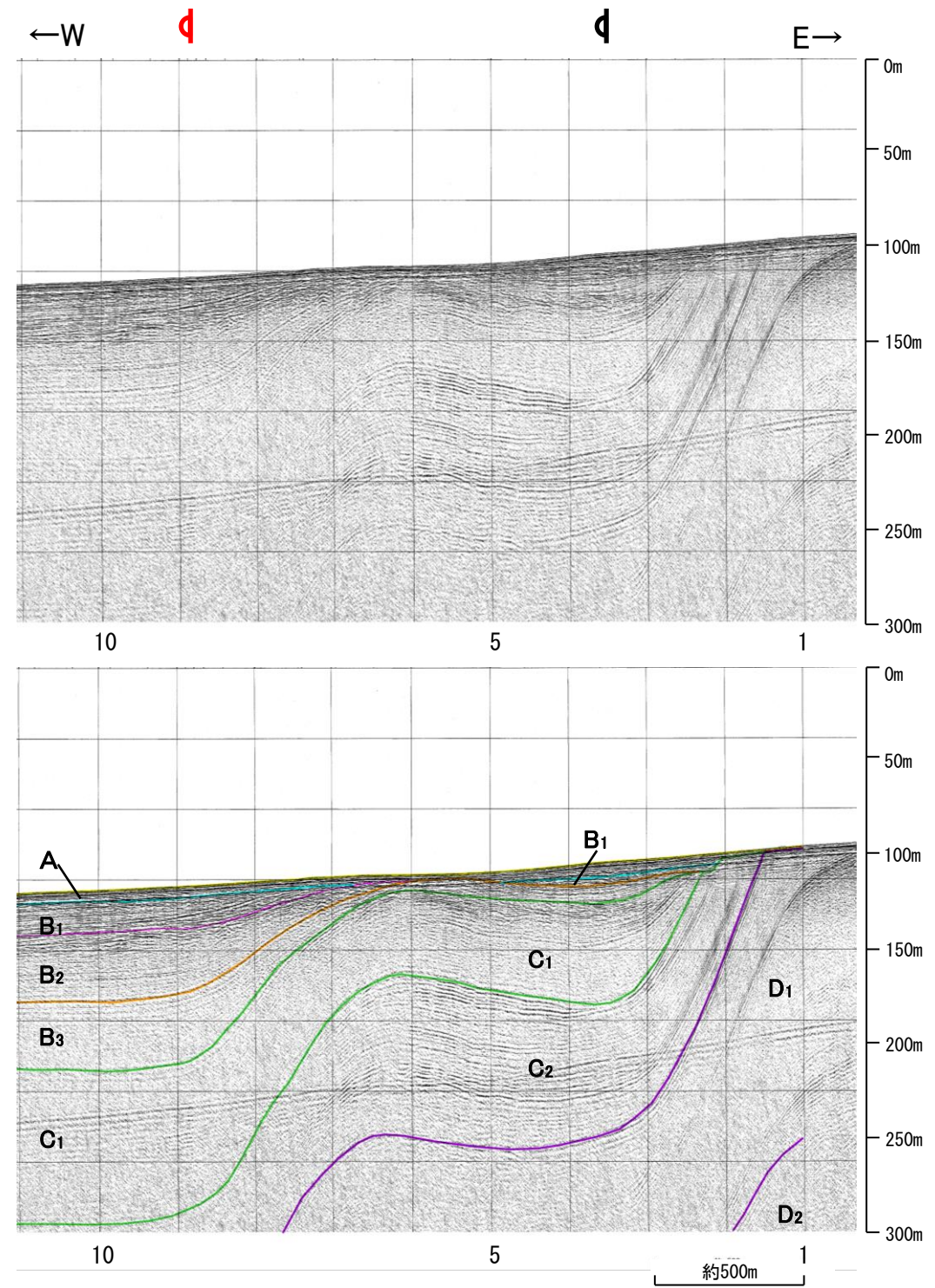
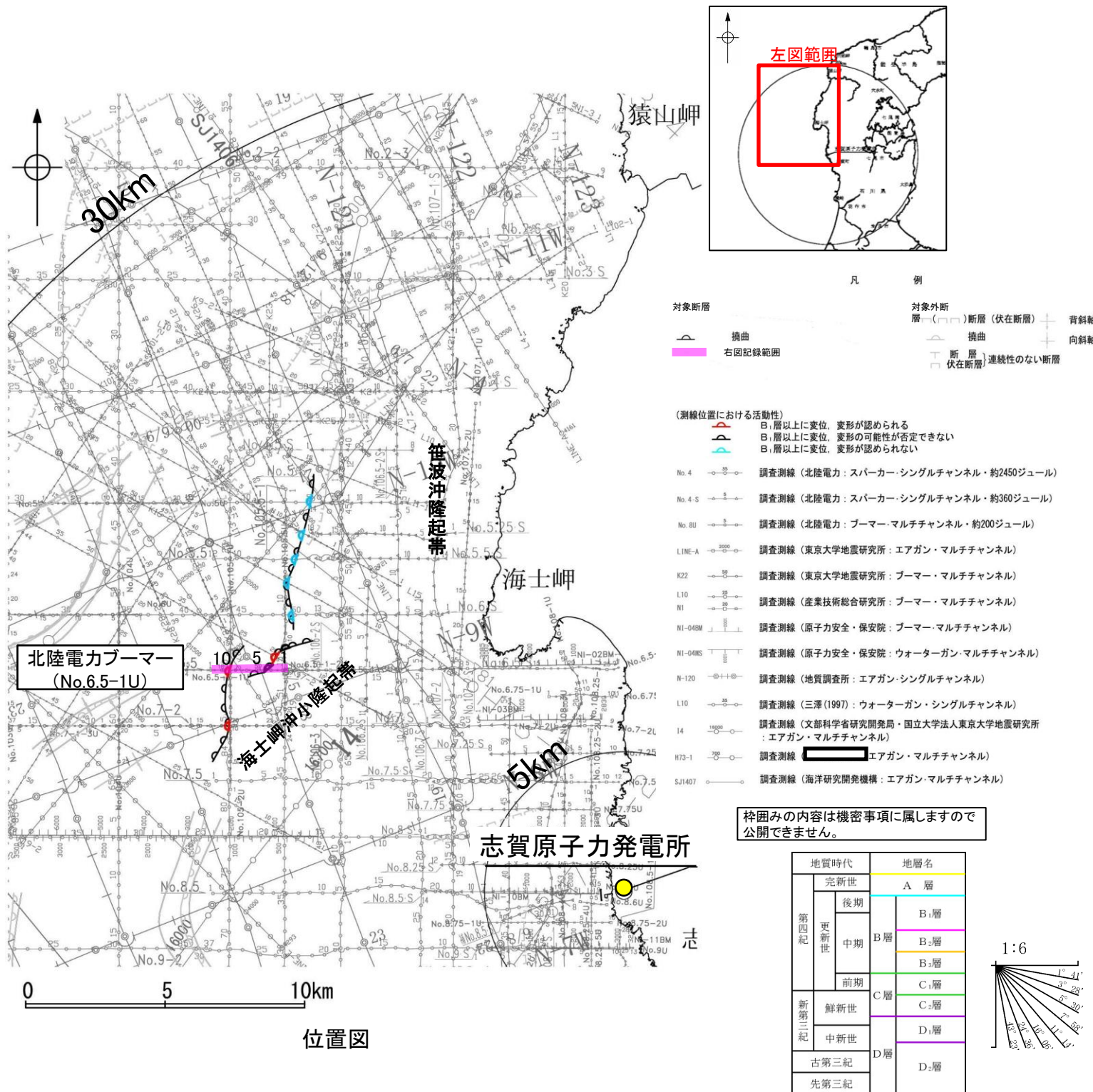
2.6.2 (3) 海士岬沖断層帯の活動性 —No.6測線—

○No.6測線において、笹波沖隆起帯西縁にあたる測点50付近でB₂層基底、B₃層、C₁層、C₂層及びD₁層に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はA層及びB₁層に及んでいないことから、B₁層以上に変位、変形は認められないと判断した。



2.6.2 (3) 海士岬沖断層帯の活動性 -No.6.5-1U測線-

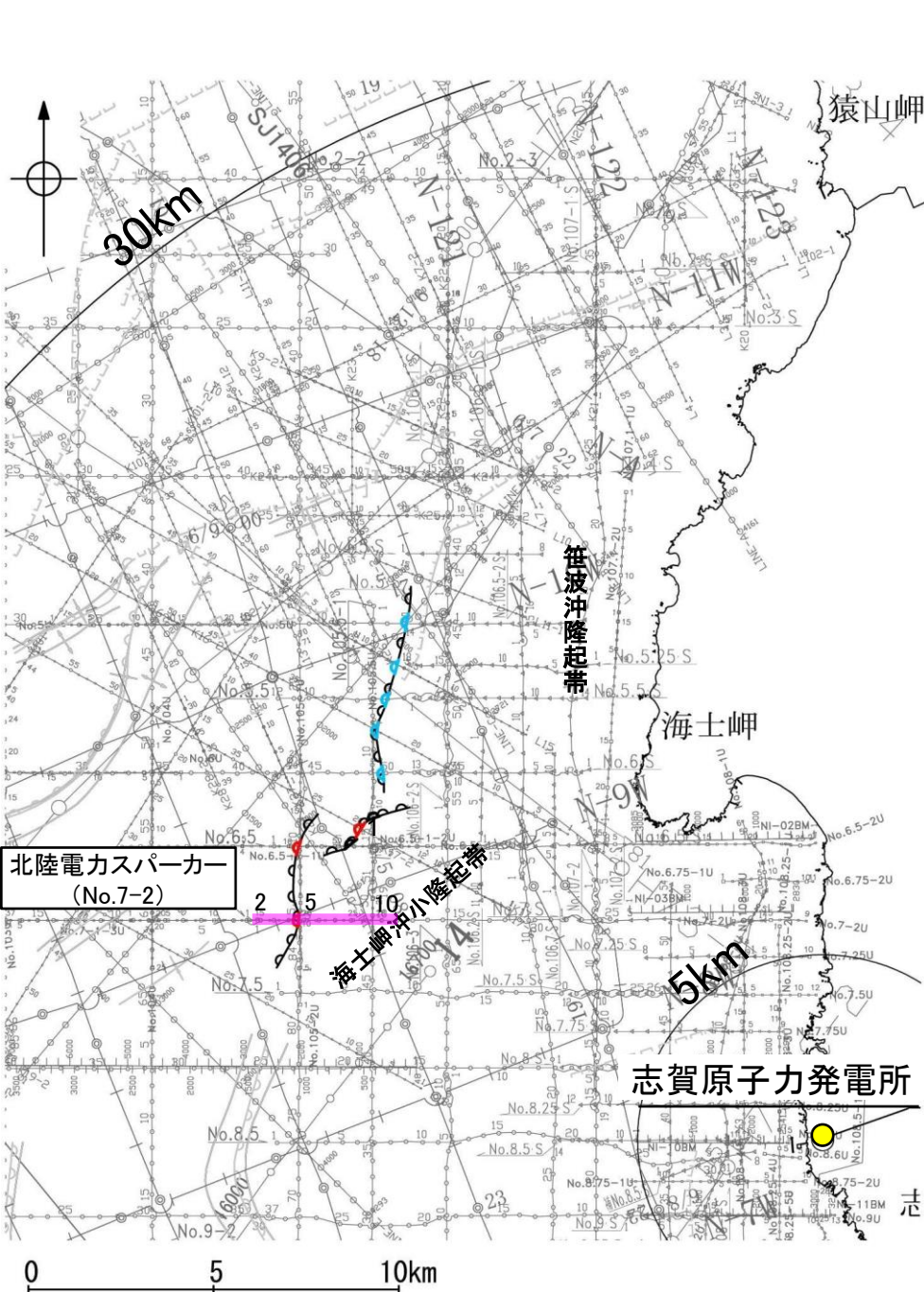
- No.6.5-1U測線において、海士岬沖小隆起帯西縁にあたる測点9付近でB₁層、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層上部に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変位、変形はA層に及んでいないが、B₁層まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。
- また、測点3付近でB₃層、C₁層、C₂層及びD₁層に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。A層及びB₁層は層厚が薄く、内部構造を確認できないことから、B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できないと判断した。



2.6.2 (3) 海士岬沖断層帯の活動性 —No.7-2測線, No.7-1-3U測線—

○No.7-2測線において、海士岬沖小隆起帯西縁にあたる測点5付近でC₂層、D₁層及びD₂層に西落ちの急傾斜部が認められ、本測線とほぼ同位置の分解能の高いNo.7-1-3U測線(次頁)において、測点19付近でB₁層下部、B₂層、B₃層及びC₁層に西落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はB₁層下部まで及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。

【No.7-2測線】



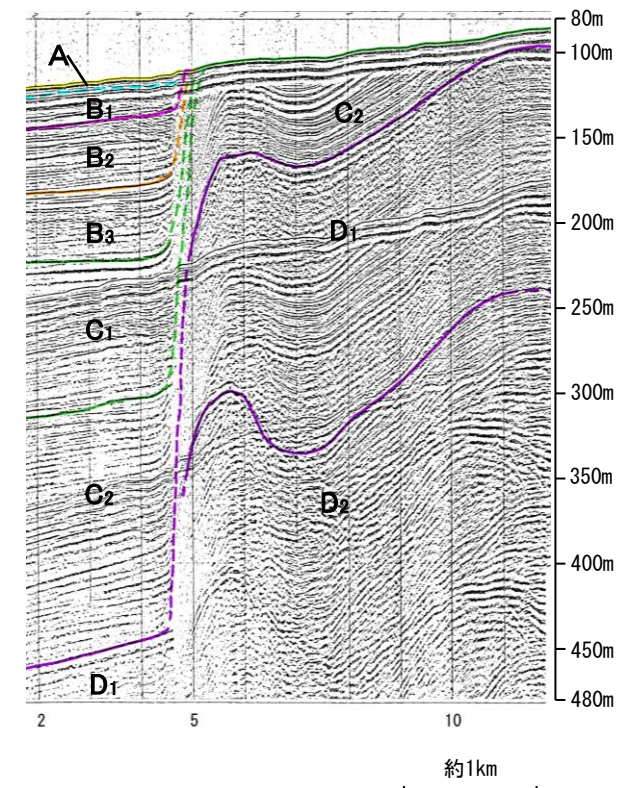
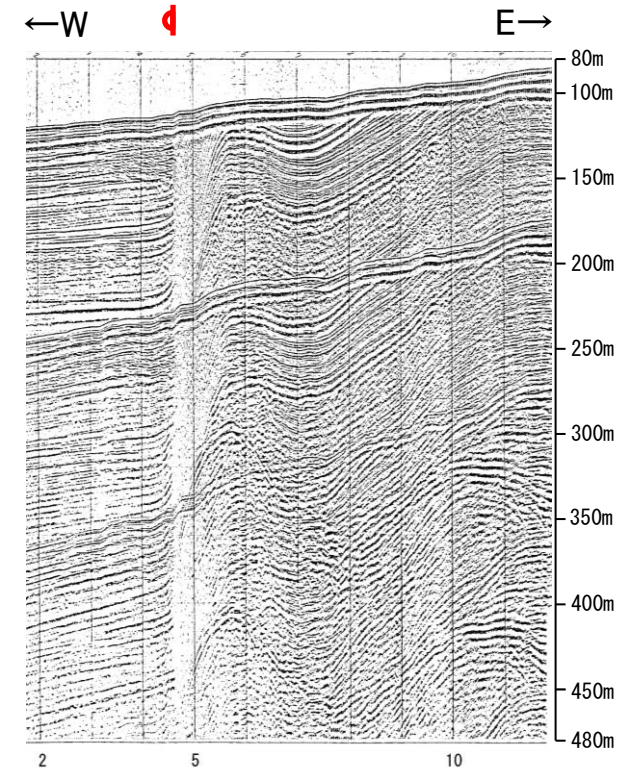
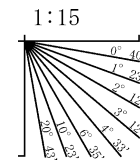
位置図



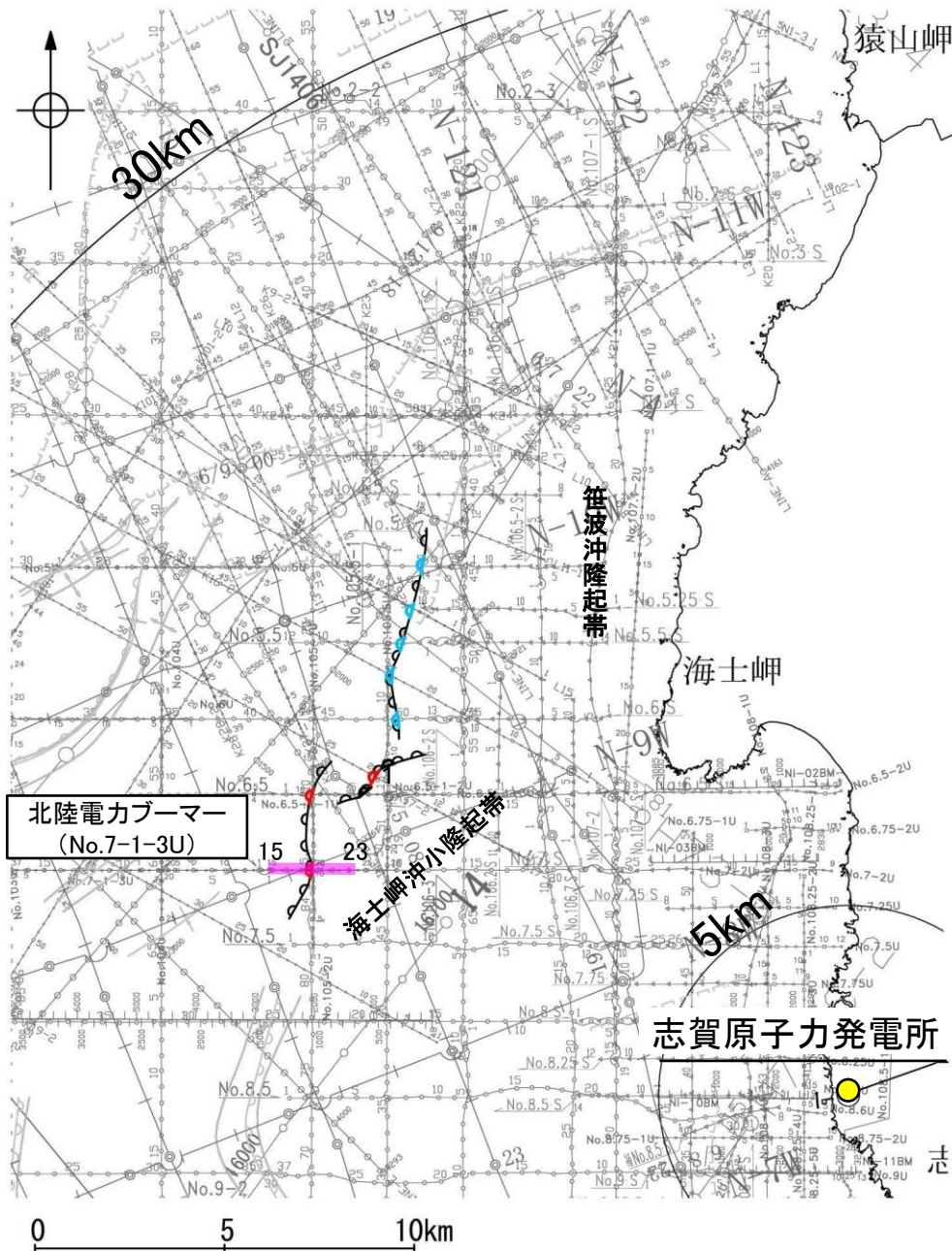
- 凡 例
- 対象断層
 撓曲
 右図記録範囲
- 対象外断層 (伏在断層)
 断層 (伏在断層)
 撓曲
 断層 (連続性のない断層)
 背斜軸
 向斜軸
- (測線位置における活動性)
 B₁層以上に変位、変形が認められる
 B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できない
 B₁層以上に変位、変形が認められない
- No.4 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 No.4-S 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 No.8U 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 LINC-A 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 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-048M 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-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 (三洋(1997): ウォーターガン・シングルチャンネル)
 I4 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
 SJ1407 調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

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



【No.7-1-3U測線】



位置図

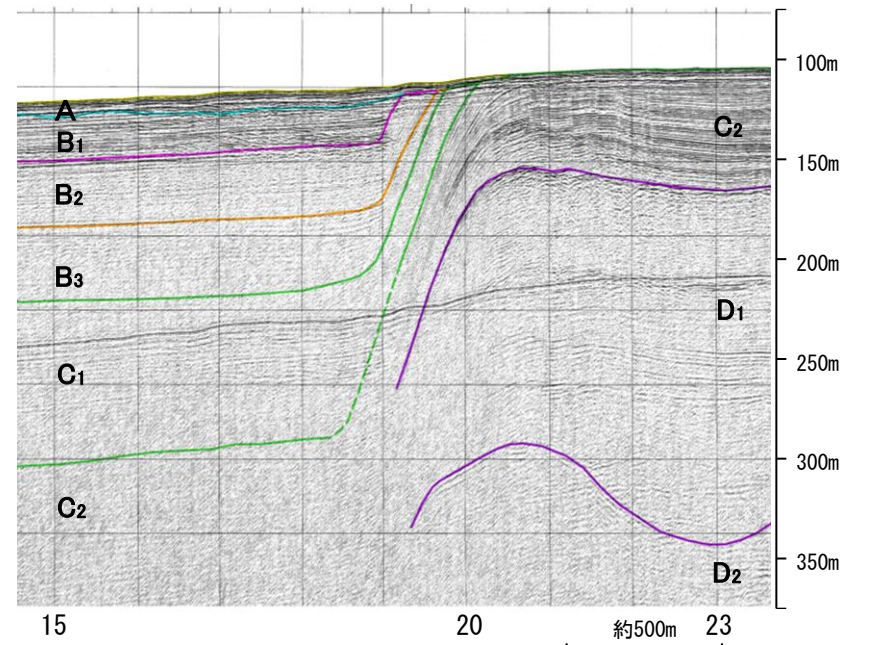
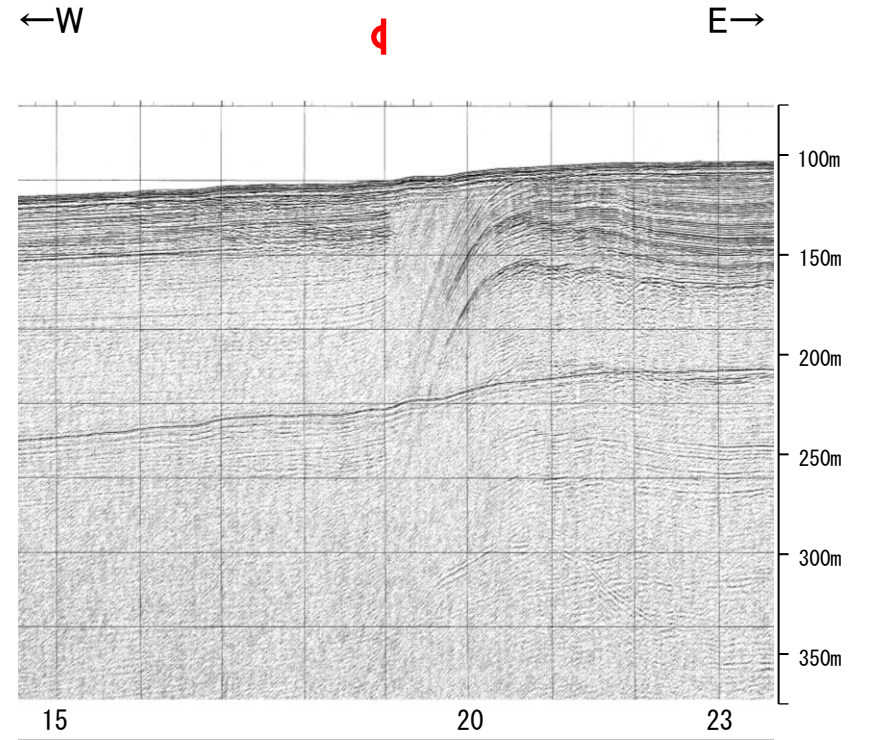
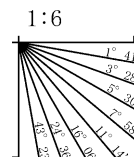


- 凡 例
- 対象断層: 構造 (構造線), 右図記録範囲 (右図記録範囲)
 - 対象外断層: 断層 (伏在断層), 構造 (構造線), 断層 (連続性のない断層), 伏在断層
 - 背斜軸 (背斜軸), 向斜軸 (向斜軸)

- (測線位置における活動性)
- 赤い半円: B₁層以上に変位, 変形が認められる
 - 青い半円: B₁層以上に変位, 変形の可能性が否定できない
 - 黒い半円: 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・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: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A: 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - K22: 調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - L10: 調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - N1: 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)
 - N1-04BM: 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)
 - 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 (三洋(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。

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	C ₂ 層
	中新世	D層	
古第三紀	D層		
先第三紀	D層		



2.6.2 (4) 海士岬沖断層帯の端部 – 北東端調査 L11-1測線 –

○No.5測線で推定した断層の北東方延長にあたるL11-1測線において、海士岬沖断層帯の延長部のA層、B₃層、C₂層及びD₁層に断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

○測点12付近でA層下部及びD₁層に北西落ちの変位が認められることから、断層を推定した。変位、変形はA層に及んでいることからB₁層以上に変位、変形が認められると判断した。この断層は連続性、佐藤ほか(2007a)の知見から笹波沖断層帯(東部)の分岐断層※に相当すると判断した。

※: 笹波沖断層帯(東部)の分岐断層の評価は2.6.1



位置図



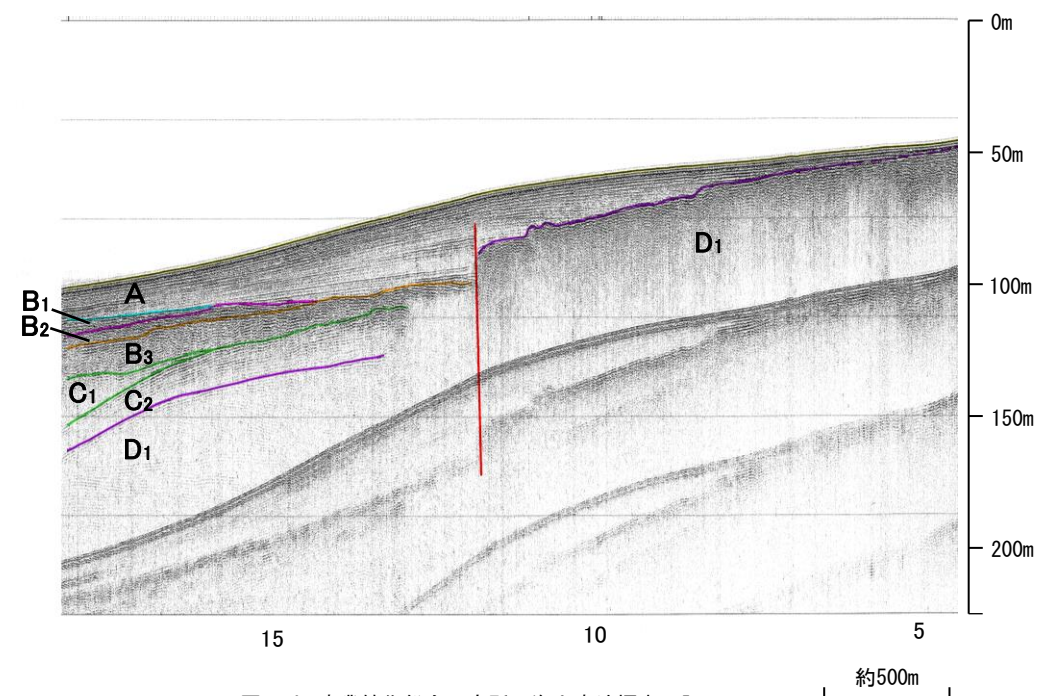
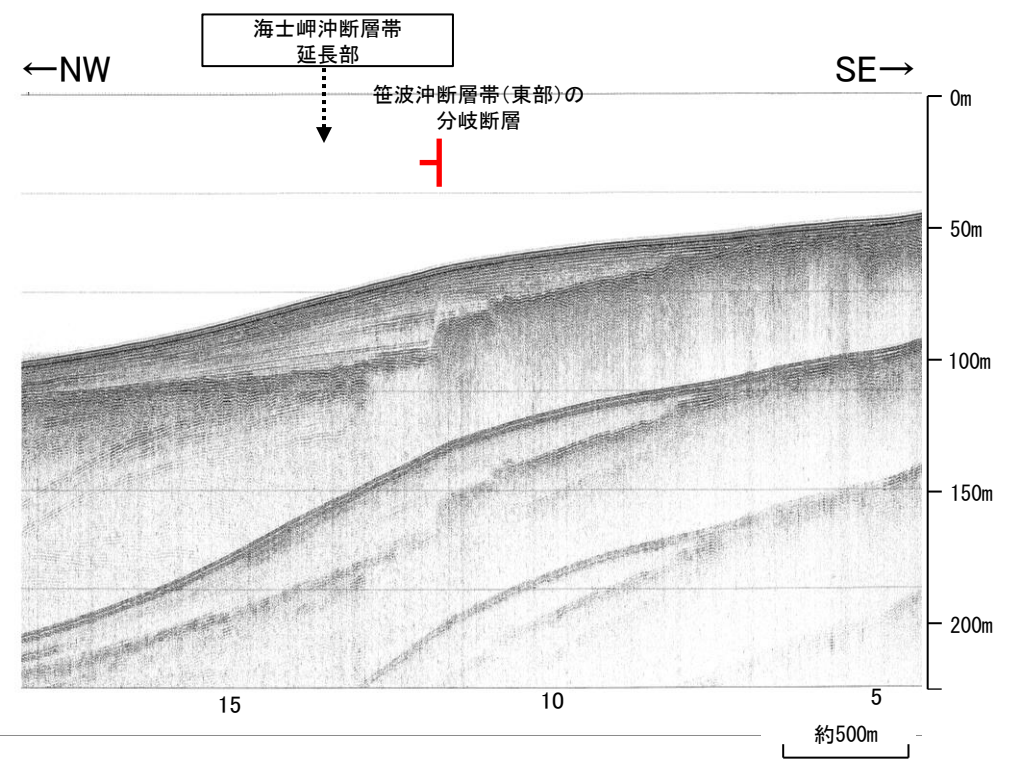
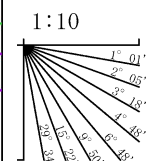
凡例

- | | | |
|--------------|---------------------|---------------------|
| 対象断層 | 対象外断層 | 背斜軸 |
| ┌───┐ 拗曲 | ┌───┐ 断層 (伏在断層) | ┌───┐ 向斜軸 |
| └───┘ 右図記録範囲 | └───┘ 拗曲 | └───┘ 断層 (連続性のない断層) |
| | ┌───┐ 断層 (連続性のない断層) | |
| | └───┘ 伏在断層 | |

- (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: スパークー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 4-S 調査測線 (北陸電力: スパークー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No. 8U 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - K22 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - L10 調査測線 (産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - 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)
 - NI-048M 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-048S 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)
 - I4 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - H73-1 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
 - SJ1407 調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

地質時代		地層名
第四紀	完新世	A層
	後期	B ₁ 層
	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

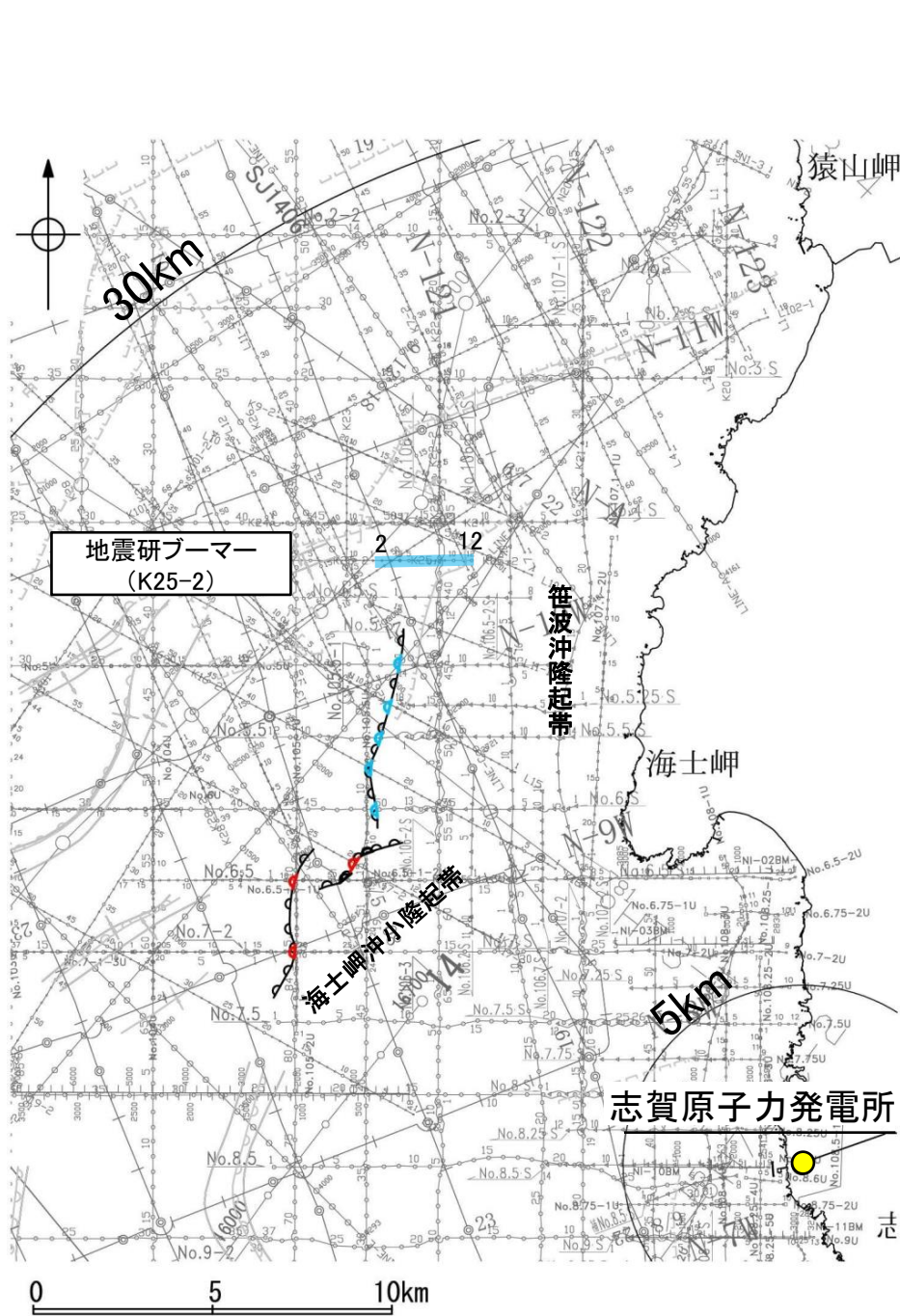


この図面は、産業技術総合研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

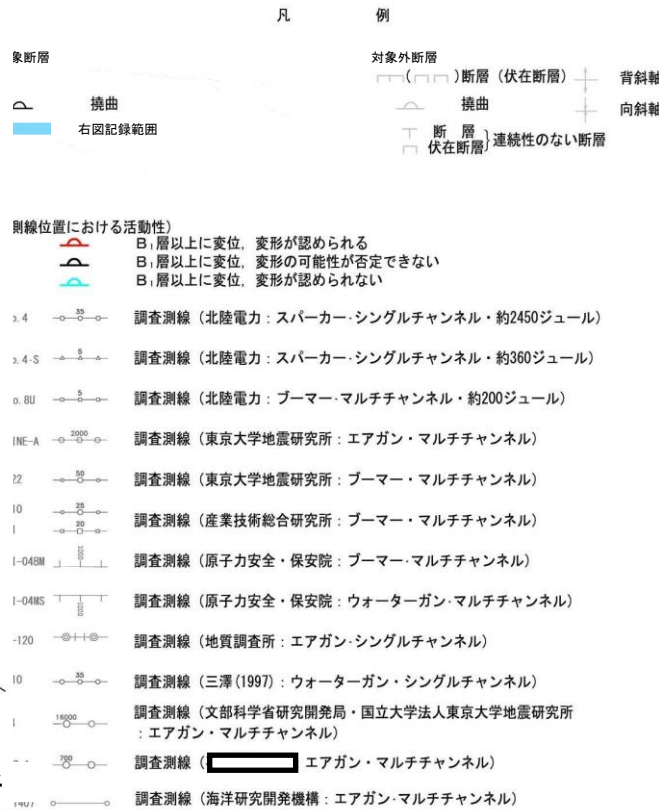
2.6.2 (4) 海士岬沖断層帯の端部 – 北東端調査 K25-2測線 –

○L11-1測線のさらに北東方延長にあたるK25-2測線において、海士岬沖断層帯の延長部のA層及びD₁層に断層等を示唆するような変位、変形は認められない。
 ○測点11付近でA層下部及びD₁層に西落ちの変形が認められることから、断層を推定した。変形はA層に及んでいることからB₁層以上に変位、変形が認められると判断した。この断層は連続性、佐藤ほか(2007a)の知見から笹波沖断層帯(東部)の分岐断層※に相当すると判断した。

※: 笹波沖断層帯(東部)の分岐断層の評価は2.6.1

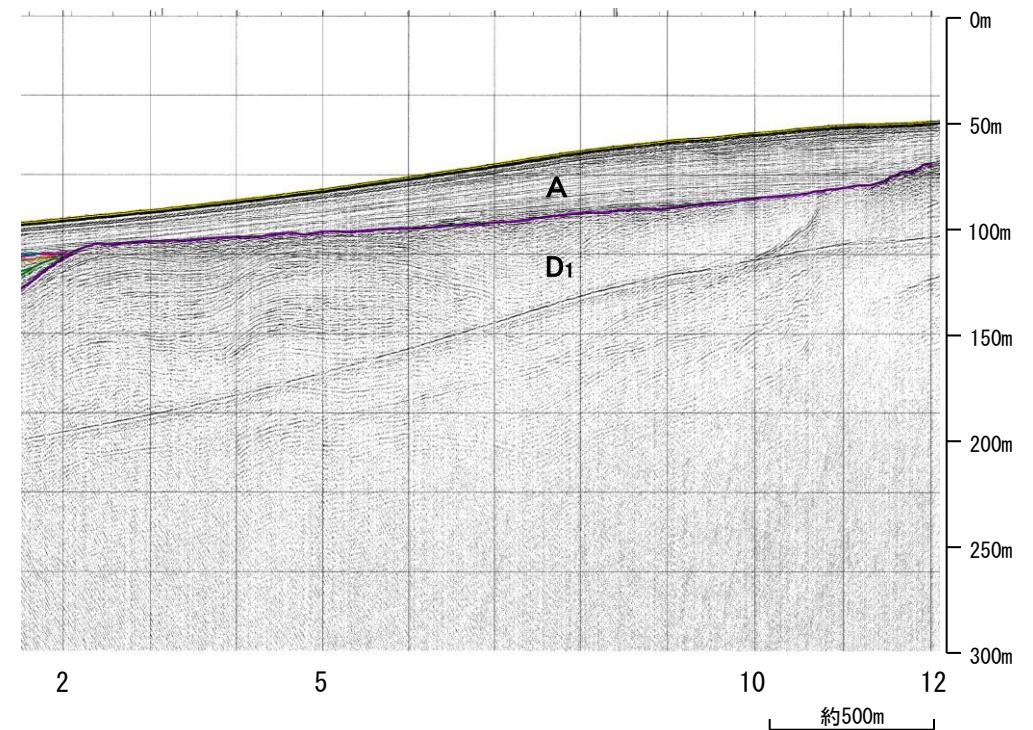
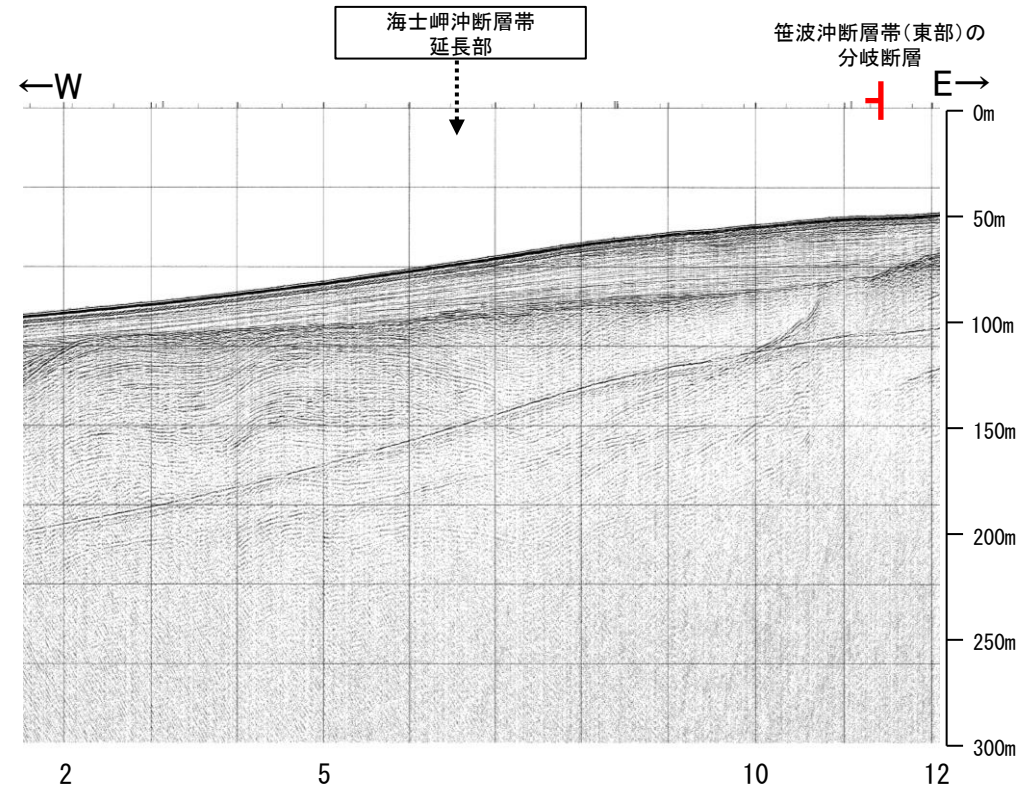
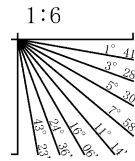


位置図



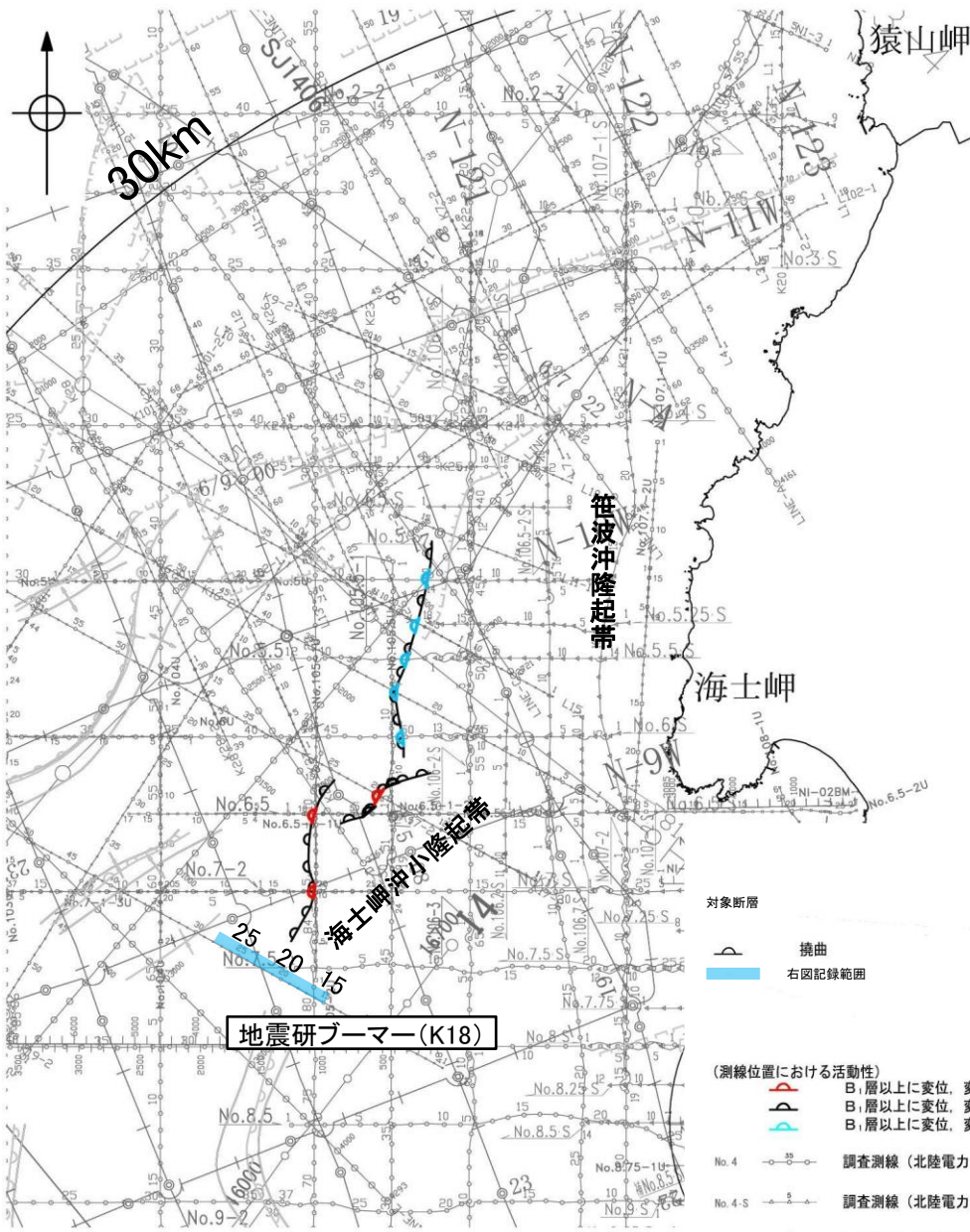
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

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

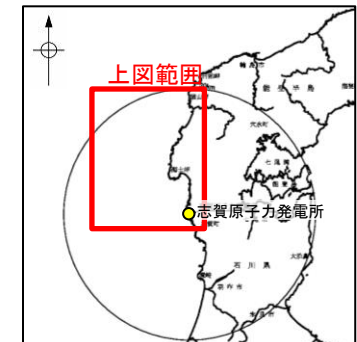


2.6.2 (4) 海士岬沖断層帯の端部 — 南西端調査 K18測線 —

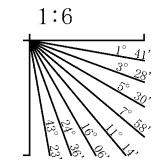
○No.7-2測線で推定した撓曲の南西方延長にあたるK18測線において、いずれの地層も沖側に向かって緩やかに傾斜しており、断層等を示唆するような変位、変形は認められない。



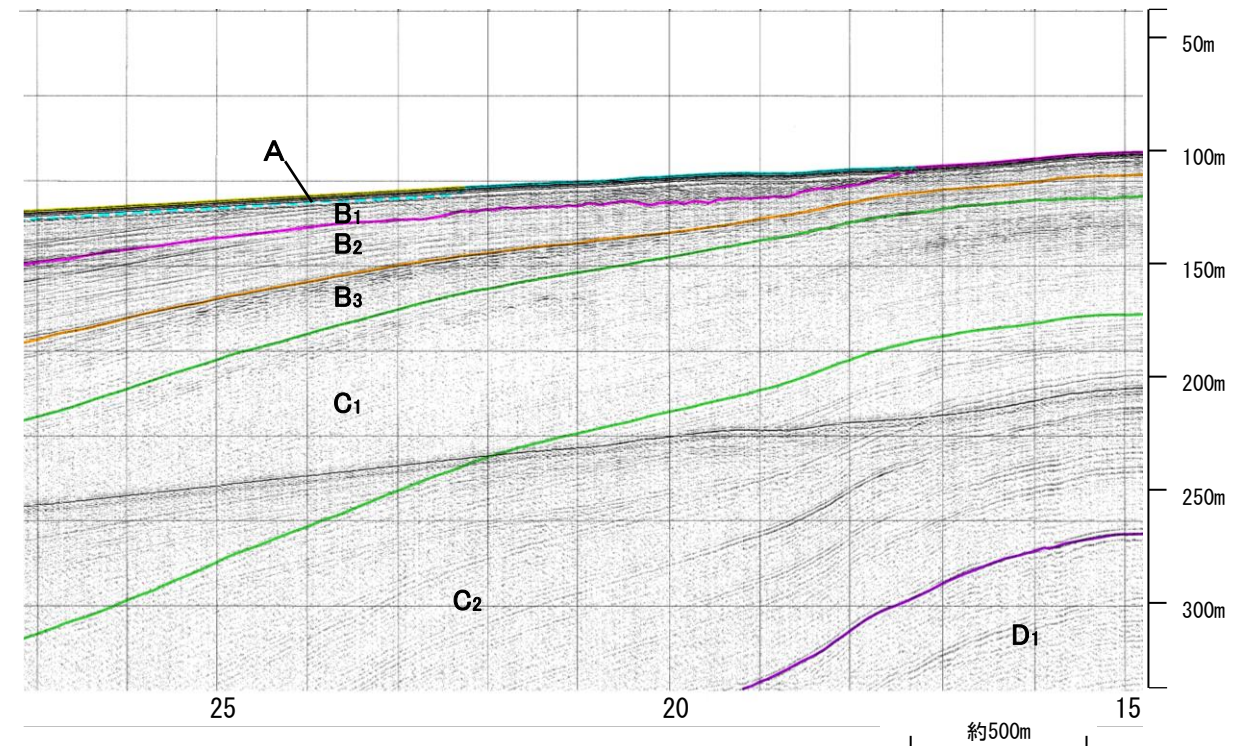
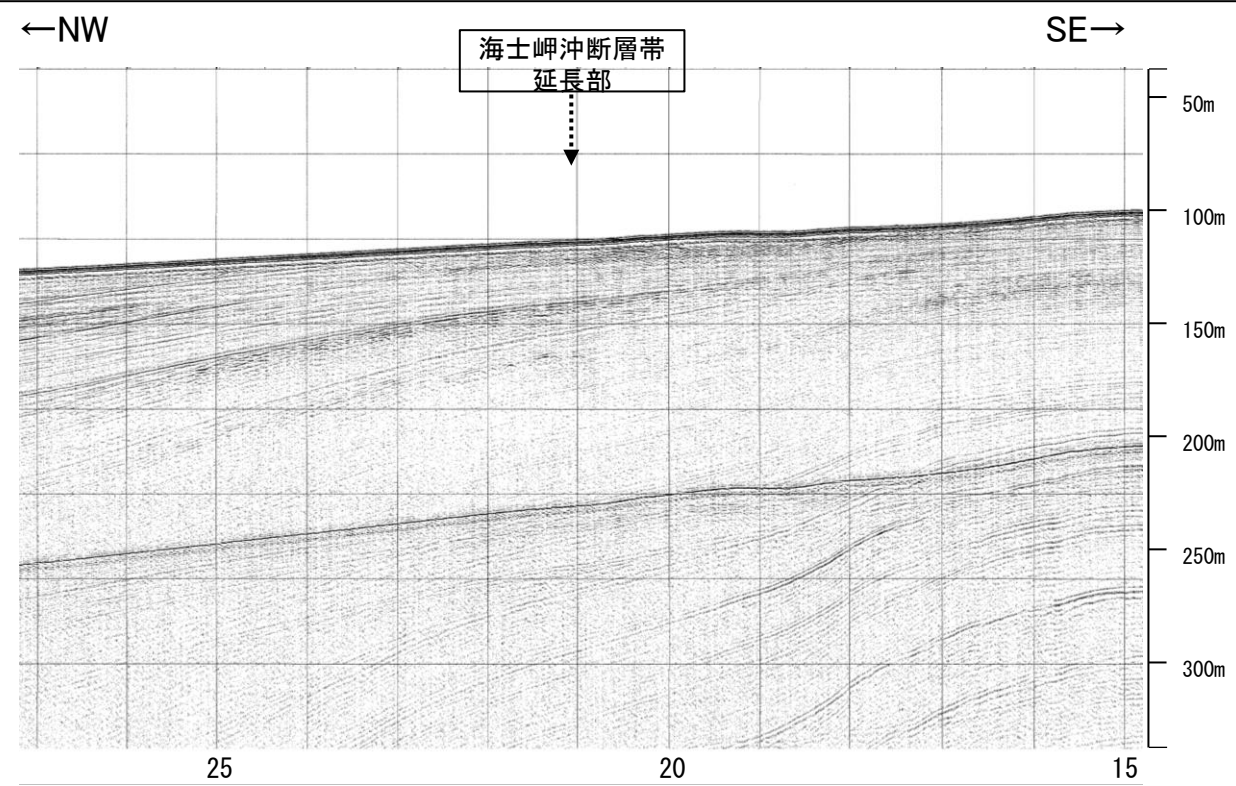
地震研ブーマー(K18) 位置図



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	先第三紀	D ₁ 層	
		D ₂ 層	



- 凡 例
- 対象断層: 撓曲 (右図記録範囲)
 - 対象外断層: 断層 (伏在断層) 背斜軸, 向斜軸, 撓曲, 断層 (連続性のない断層), 伏在断層
- (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・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: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - LINE-A: 調査測線 (東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - K22: 調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - L10: 調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - N1: 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)
 - N1-04BM: 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)
 - I4: 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - H73-1: 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
 - SJ1407: 調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

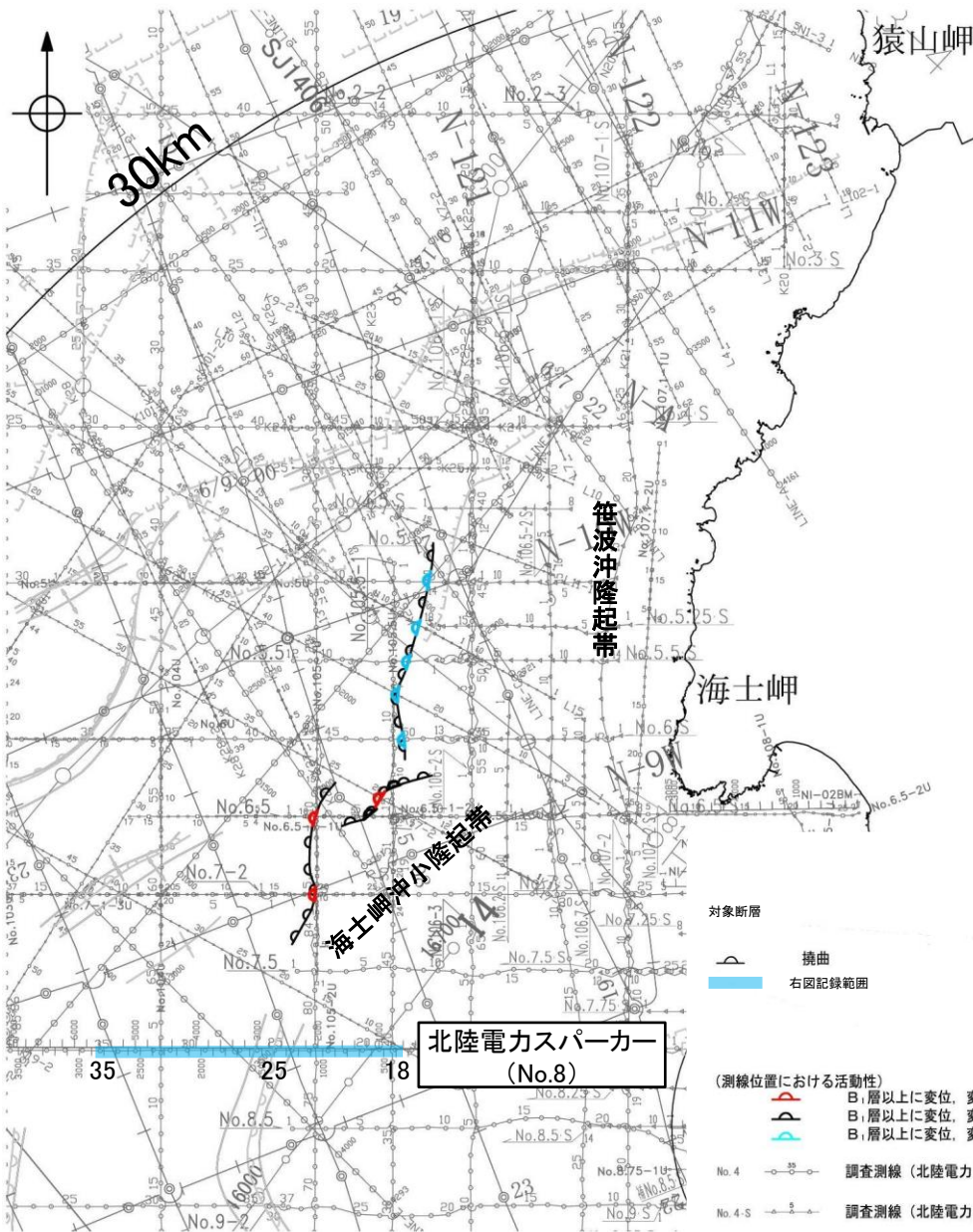


この図面は東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである

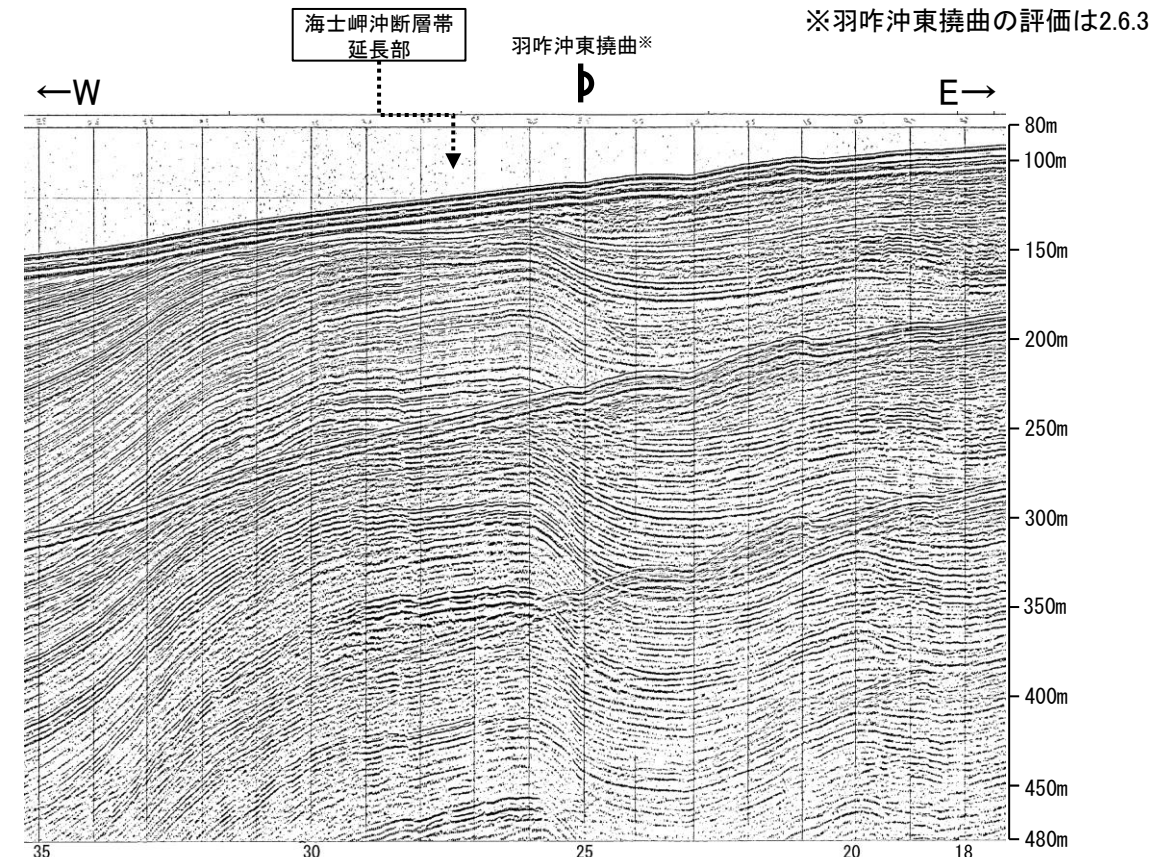
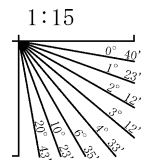
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

2.6.2 (4) 海士岬沖断層帯の端部 — 南西端調査 No.8測線 —

○K18測線のさらに南西方延長にあたるNo.8測線において、いずれの地層にも海士岬沖断層帯に対応する断層等を示唆するような西落ちの変位、変形は認められない。
 ○測点25付近の東落ちの変形から推定される撓曲は、羽咋沖東撓曲として別途評価している。



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



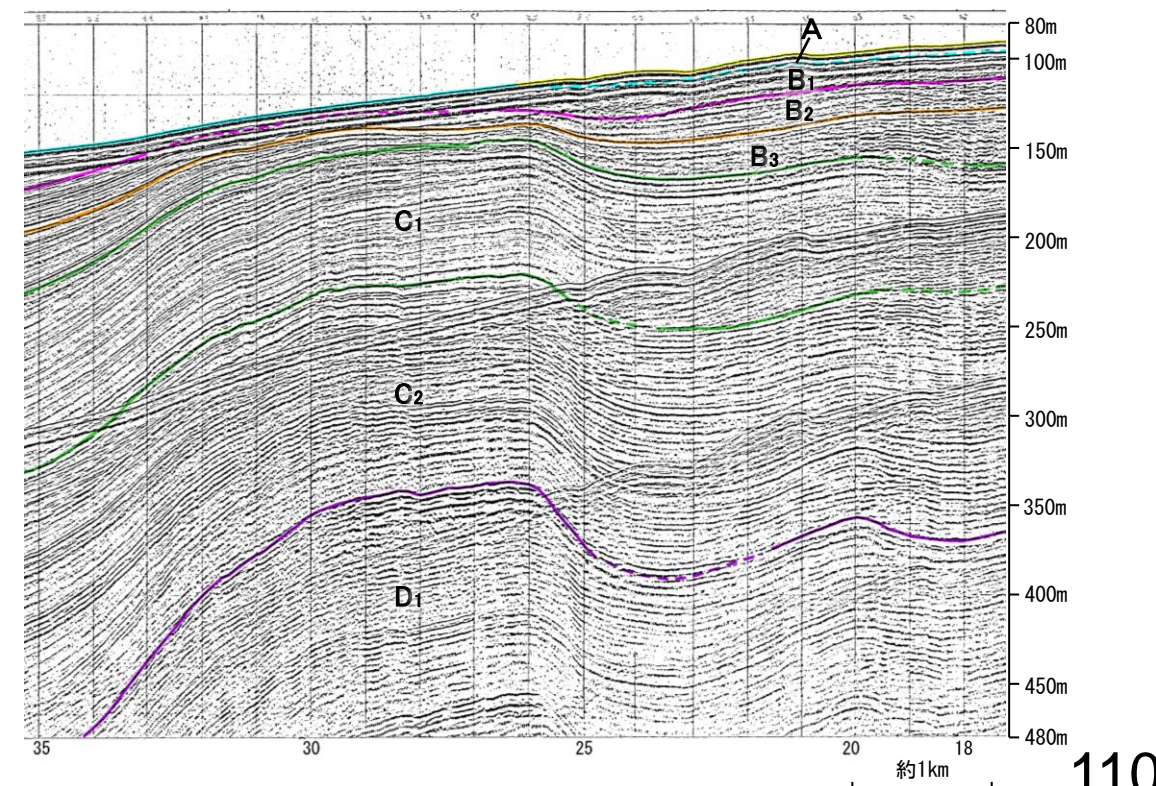
※羽咋沖東撓曲の評価は2.6.3

北陸電力スパーカー (No.8)
 位置図



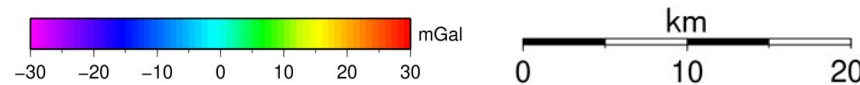
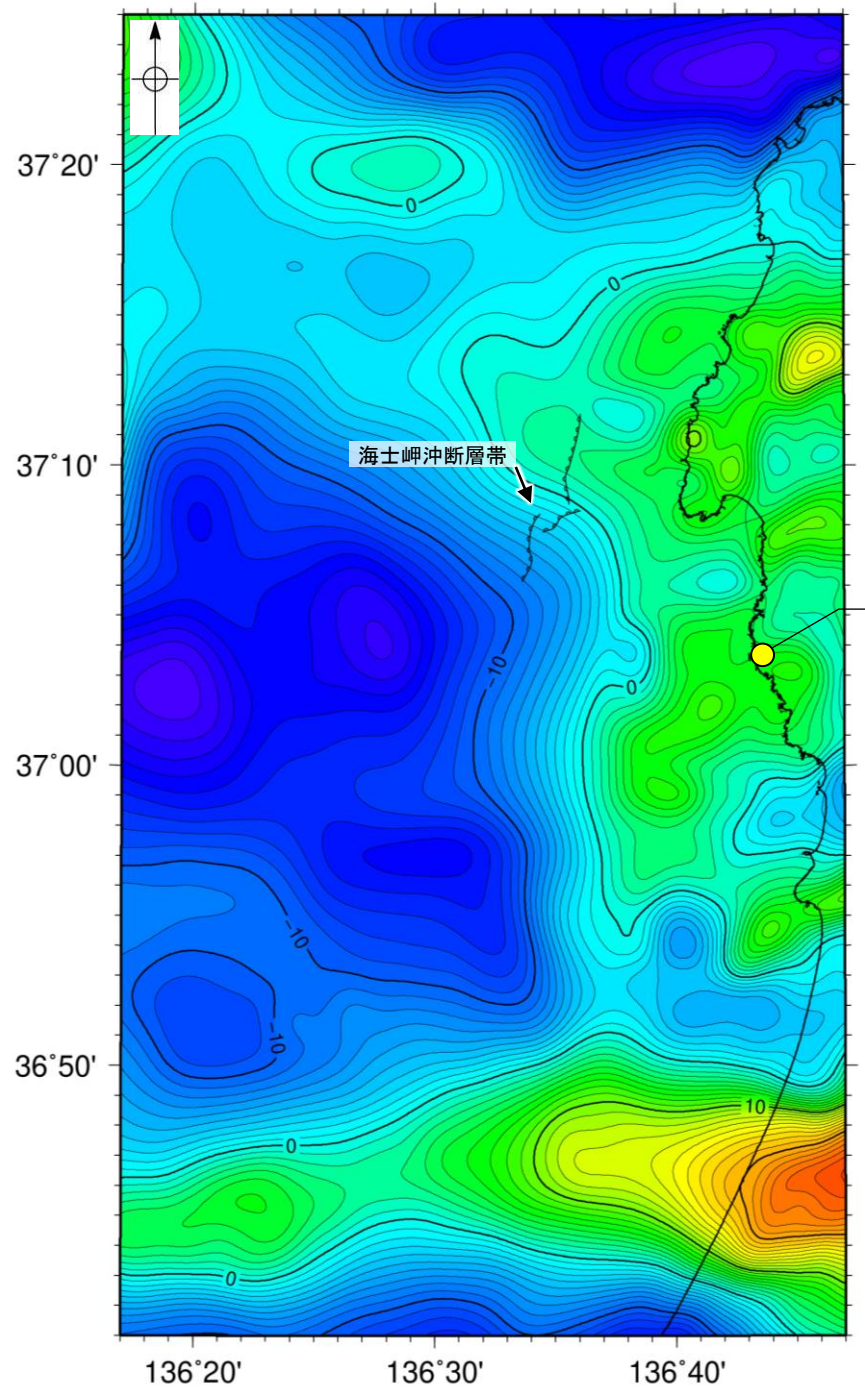
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

- 凡 例
- 対象断層: 撓曲 (右図記録範囲)
 - 対象外断層: 断層 (伏在断層) 青斜軸, 向斜軸
 - 断層 (連続性のない断層)
- (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: スパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No.8U: 調査測線 (北陸電力: 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)
 - NI-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)
 - NI-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)
 - L4: 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)



2.6.2 (5) 海士岬沖断層帯周辺の重力異常

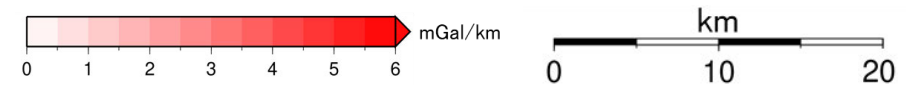
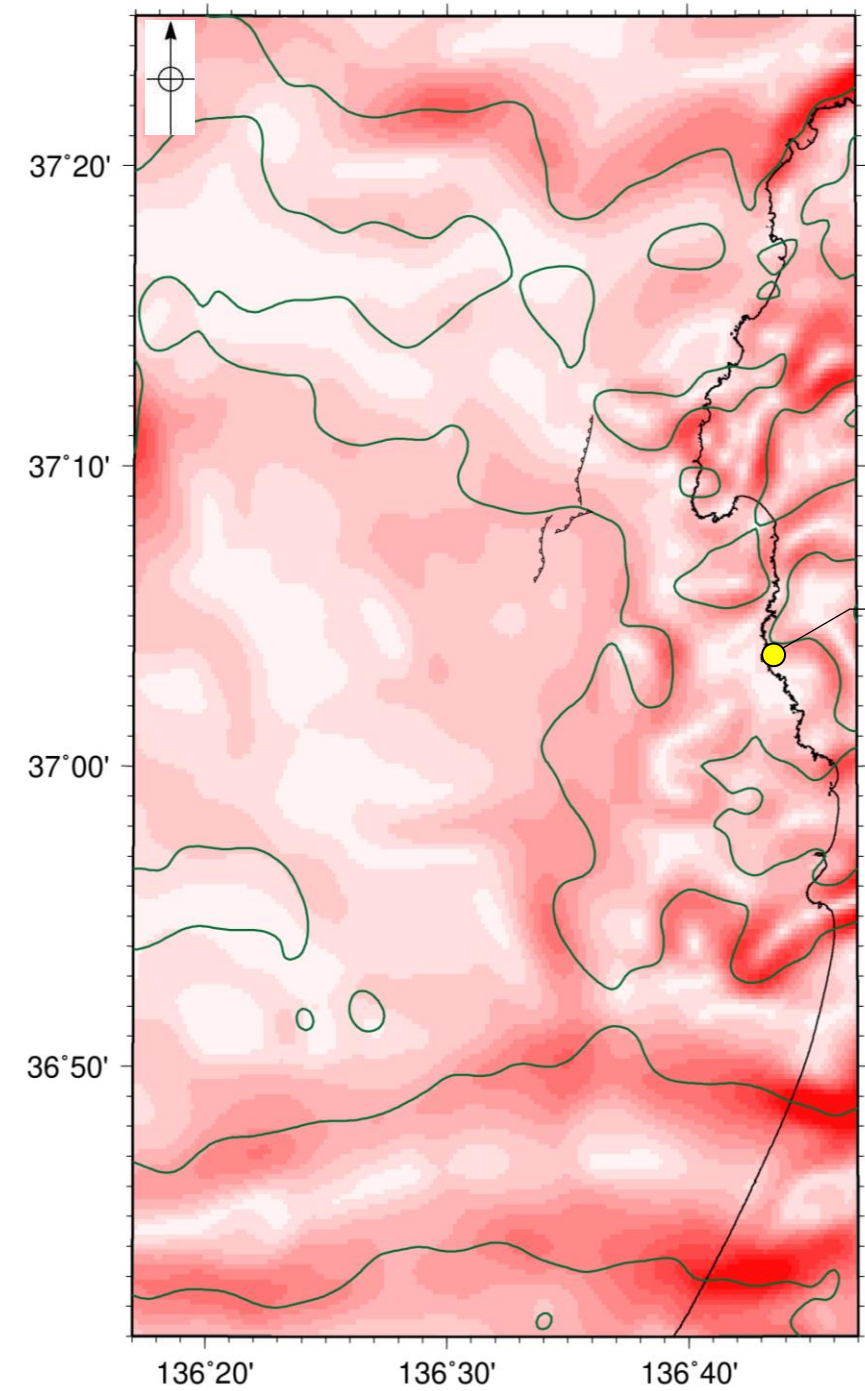
- 海士岬沖断層帯の深部構造を確認するため、ブーゲー異常図及び水平一次微分図を作成した。
- ブーゲー異常図及び水平一次微分図によれば、海士岬沖断層帯に対応するNE-SW走向の重力異常急変部は認められない。



仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal (---)断層 (伏在断層) (---)断層 (伏在断層)
 (---)断層 (伏在断層) (---)断層 (伏在断層)

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。



鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線 (---)断層 (伏在断層) (---)断層 (伏在断層)
 (---)断層 (伏在断層) (---)断層 (伏在断層)

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。

・右図は、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。

2.6.3 羽咋沖東撓曲

2.6.3 (1) 羽咋沖東撓曲の評価結果

【文献調査】(P.114)

- 岡村(2007a)は、N-S方向に、第四紀向斜軸・背斜軸を図示し、ハーフグラベンが隆起した盆地反転構造であり、背斜構造の形状から、東翼基部に西傾斜の第四紀逆断層が伏在すると推定している。
- 国交省ほか(2014)は、羽咋沖東撓曲に対応する位置に、長さが26.0km、西傾斜の逆断層として、津波断層モデルF46を設定している。
- 文科省ほか(2015)は、羽咋沖東撓曲に対応する位置に震源断層モデルとしてKZ1(走向:177度、傾斜:60度、断層長さ:25.8km)を設定している。

【活動性評価】

- 羽咋沖東撓曲は、東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な褶曲構造である(P.115)。
- 海上音波探査の結果、B₁層、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層、D₁層及びD₂層に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定し、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した(P.116~119)。

→羽咋沖東撓曲は、文献調査の結果、岡村(2007a)等から西傾斜(約60°)の逆断層と推定され、海上音波探査の結果からも、東落ちの変形が認められることから、逆断層と仮定した場合、西傾斜の逆断層と推定される。

→文献調査及び海上音波探査の結果、羽咋沖東撓曲は、走向がN-S方向、西傾斜(約60°)の逆断層と推定され、後期更新世以降の活動が否定できないと評価。

【長さの評価】

■北端(P.120, 121)

【海上音波探査】

- K18測線において、羽咋沖東撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。
- K18測線のさらに北方のNo.7測線には、海士岬沖断層帯に対応する変形は認められるが、羽咋沖東撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。

→K18測線を北端と評価。

■南端(P.122, 123)

【海上音波探査】

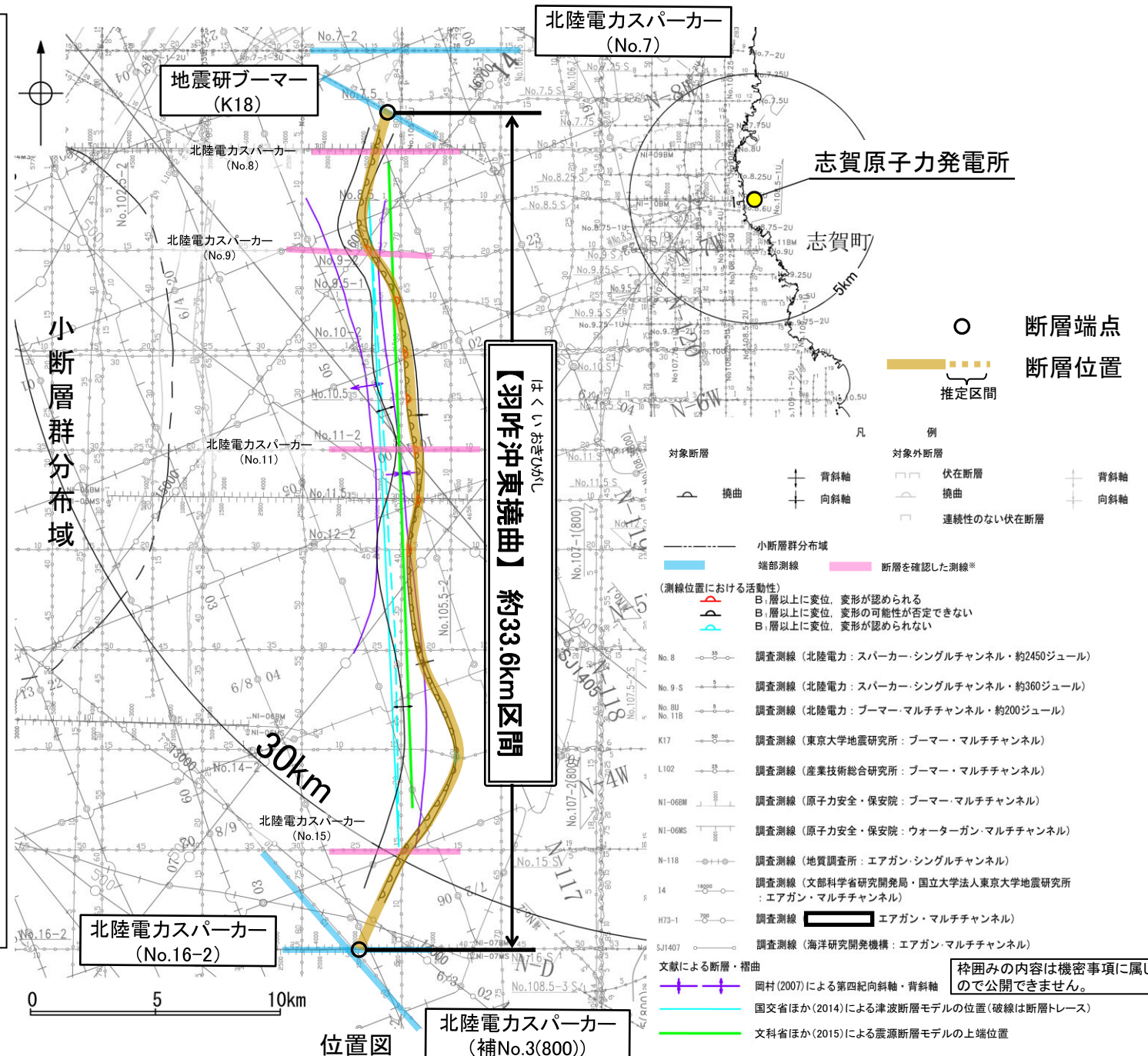
- No.16-2測線、補No.3(800)において、いずれの地層にも断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

→No.16-2測線を南端と評価。

■重力探査(P.124)

- 重力異常の急変部は、海上音波探査で推定された羽咋沖東撓曲にほぼ対応している。

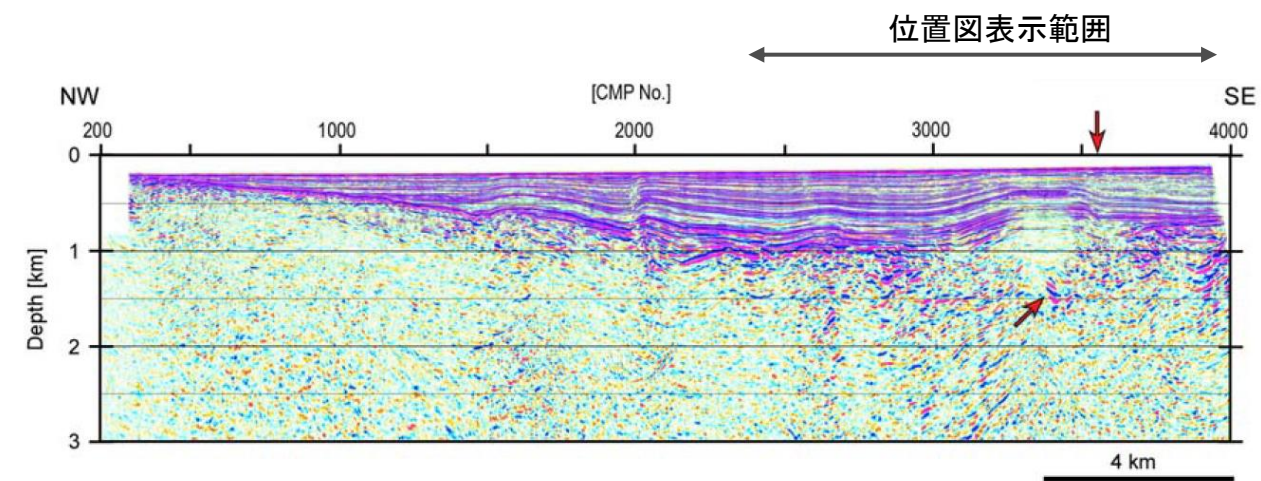
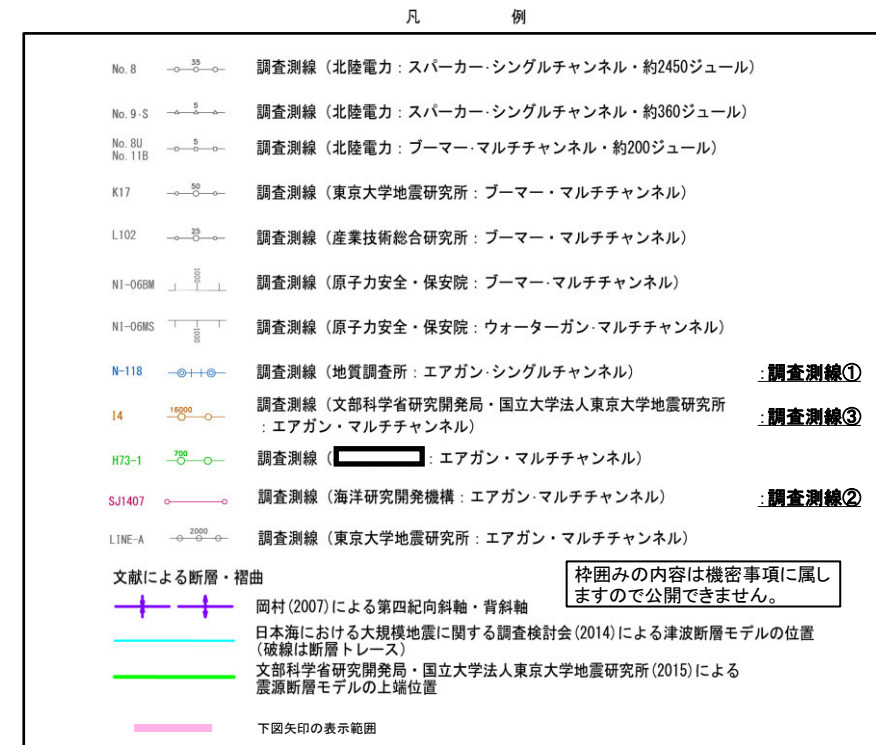
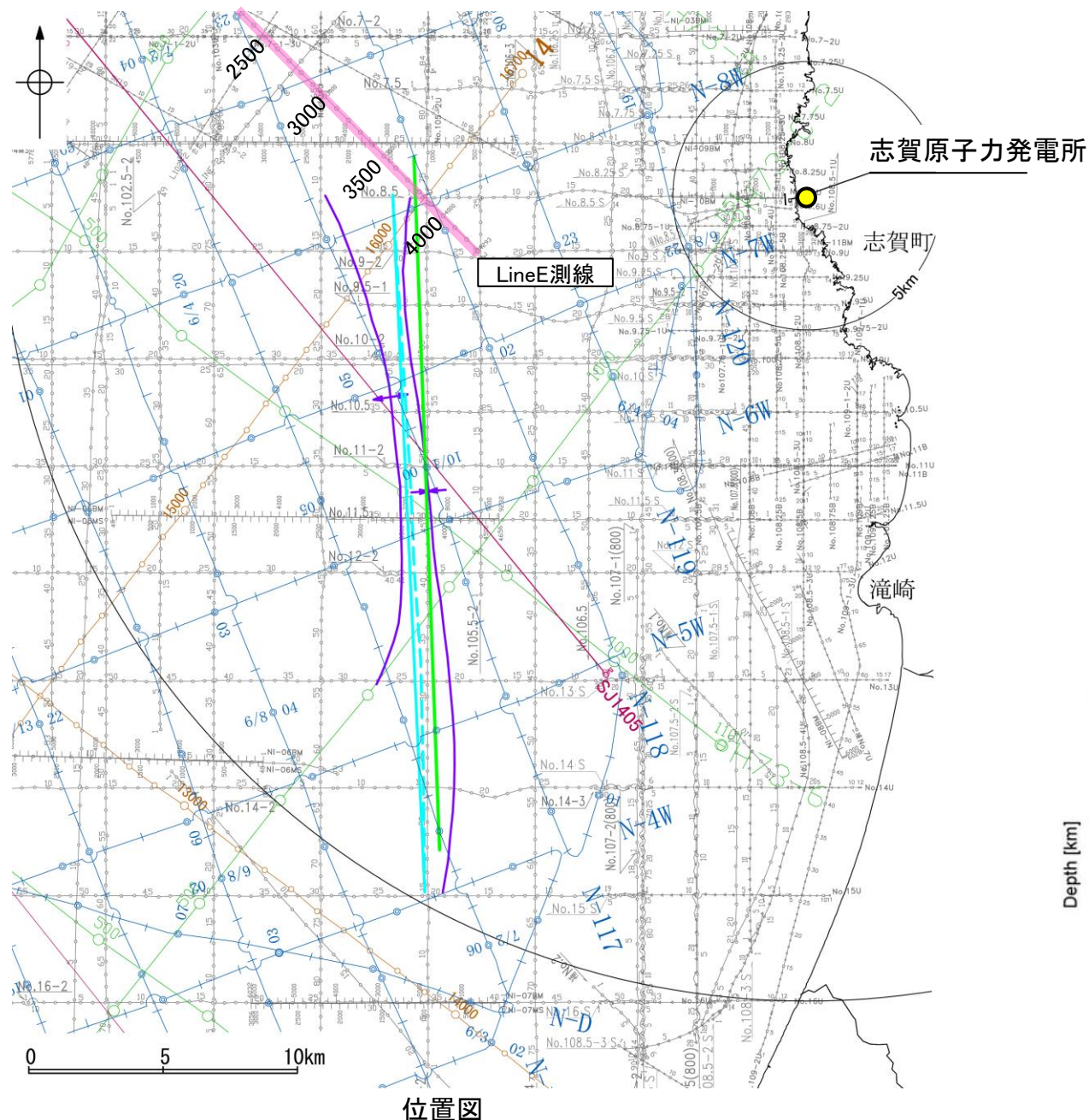
→K18測線(北端)からNo.16-2測線(南端)までの約33.6km区間を評価。



羽咋沖東撓曲は後期更新世以降の活動が否定できず、その長さとして約33.6km区間を評価する。

2.6.3 (2) 羽咋沖東撓曲の文献調査

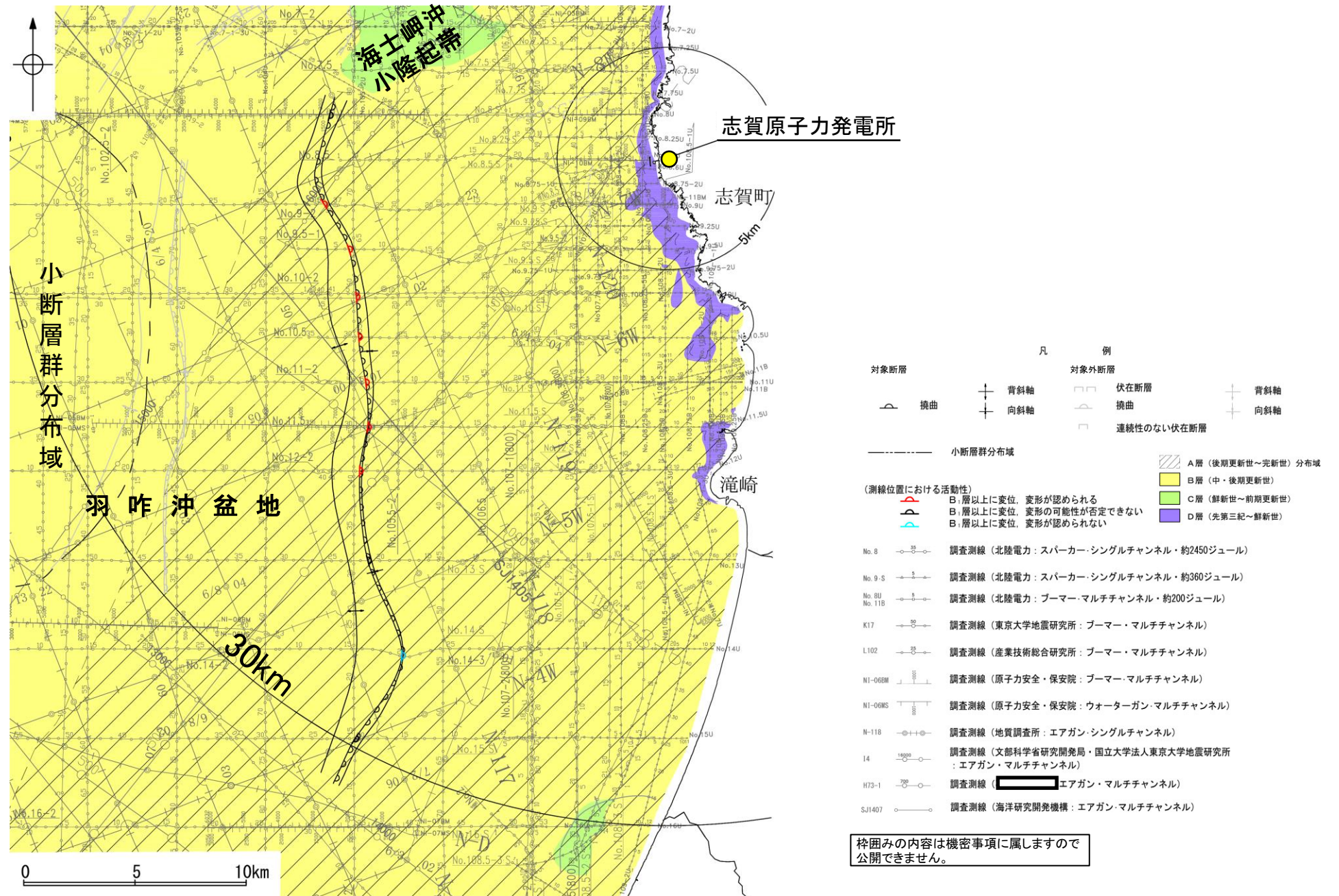
- 岡村(2007a)は、産業技術総合研究所(地質調査所)による調査(調査測線①)から、N-S方向に、第四紀向斜軸・背斜軸を図示し、これらはかつてのハーフグラベンが隆起した盆地反転構造であり、背斜構造の形状から、東翼基部に西傾斜の第四紀逆断層が伏在すると推定している。また、岡村(2007b)は、この逆断層について、かつての正断層が逆断層として再活動した可能性が高いと記載している。
- 国交省ほか(2014)は、産業技術総合研究所による調査(調査測線①)及び海洋研究開発機構による調査結果(調査測線②)から、羽咋沖東撓曲に対応する位置に、断層モデルとしてF46(走向:177度、傾斜:60度、断層長さ:26.0km)を設定し、西傾斜の逆断層としている。
- 文科省ほか(2015)は、文科省ほか(2014)による調査(調査測線③)の他、産業技術総合研究所による調査(調査測線①)、石油開発公団による調査及び海洋研究開発機構による調査(調査測線②)の結果から、岡村(2007a)及び国交省ほか(2014)が示した構造に対応する位置に、震源断層モデルとしてKZ1(走向:177度、傾斜:60度、断層長さ:25.8km)を設定し、佐藤ほか(2007b)及び佐藤ほか(2014)から見かけ55°の西傾斜の逆断層と判断している。文科省ほか(2021)では、活動性の評価を確実性Cクラス(変形を受けている最新期の地層の年代が第四紀前期である可能性がある)としている。
- その他、桜井ほか(1971)は海上保安庁水路部によって実施された反射法地震探査、田中(1979)は通産省等により実施された反射法地震探査の解釈から、羽咋沖東撓曲の一部区間に断層を図示している。



Line E測線(赤矢印はKZ1とその延長)
(文科省ほか, 2015)

2.6.3 (3) 羽咋沖東撓曲の活動性 – 羽咋沖東撓曲周辺の地質図 –

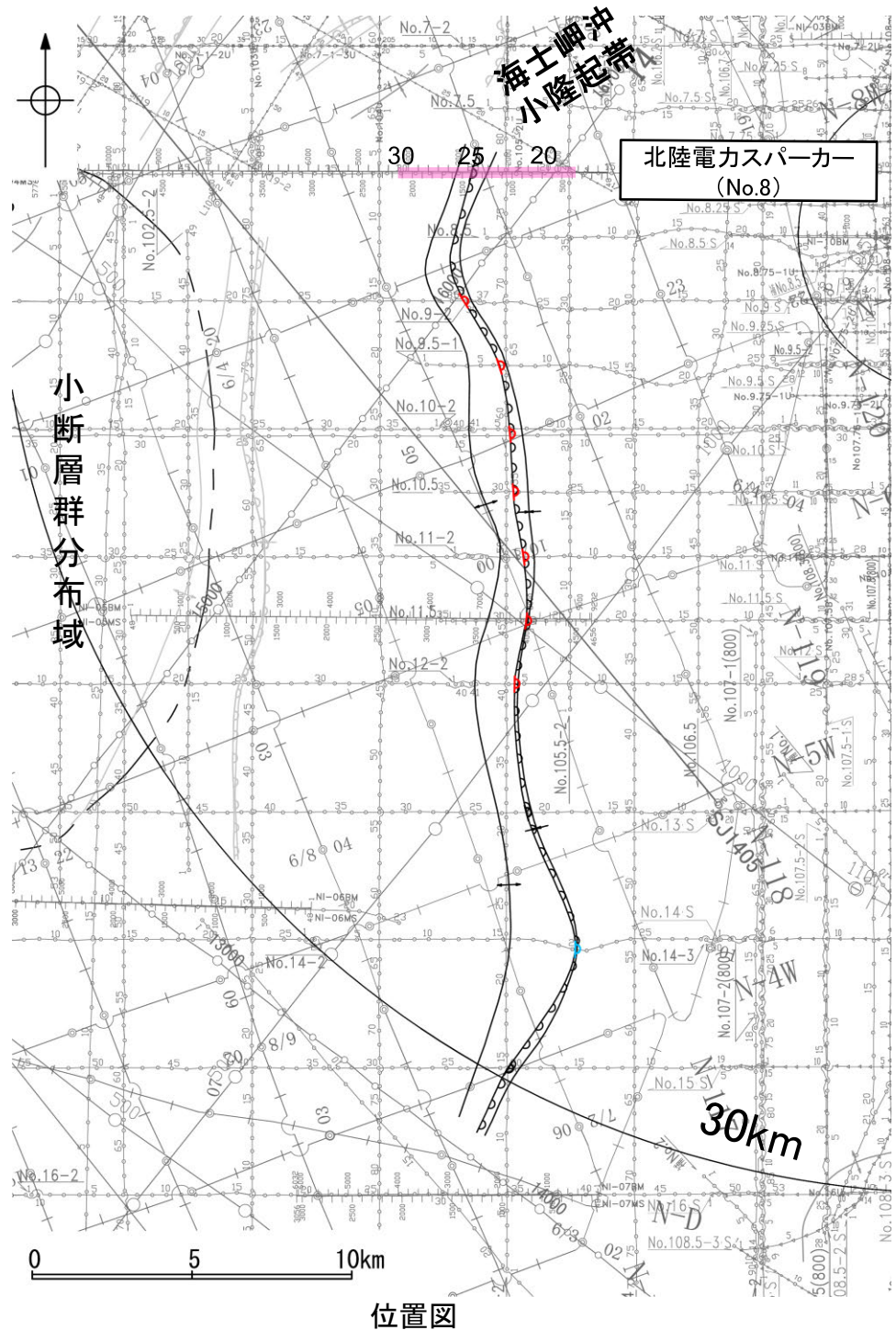
- 羽咋沖東撓曲は、羽咋沖盆地(岡村, 2007a)内に分布し、東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な褶曲構造である。
- 羽咋沖東撓曲周辺には、C層及びB層が厚く堆積し、羽咋沖東撓曲の北端付近には、C層の隆起(海士岬沖小隆起帯)が認められる。



羽咋沖東撓曲周辺の地質図

2.6.3 (3) 羽咋沖東撓曲の活動性 —No.8測線—

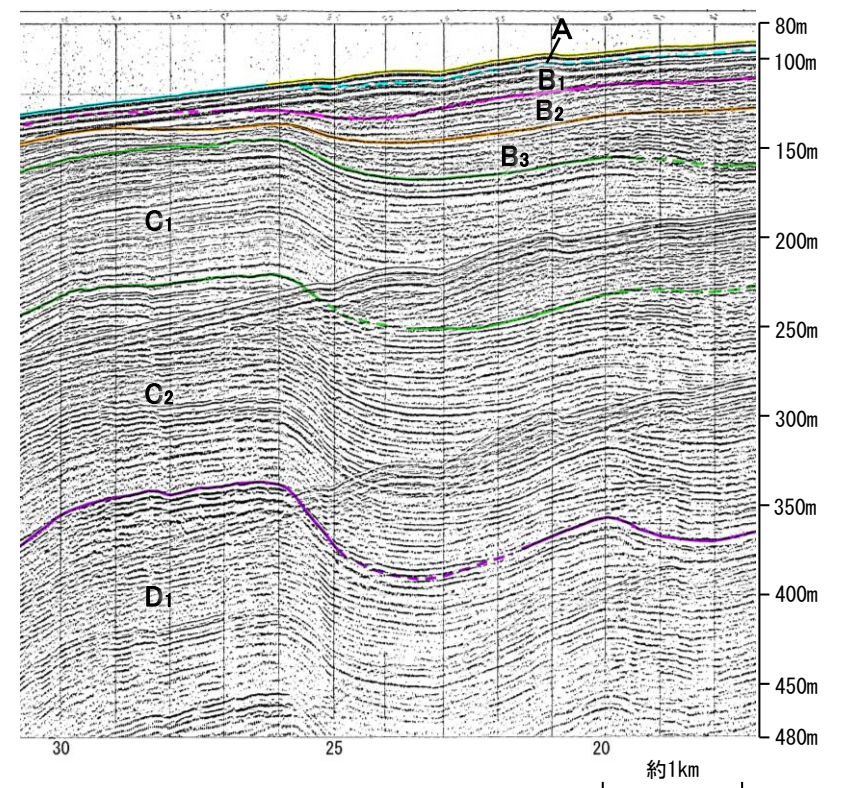
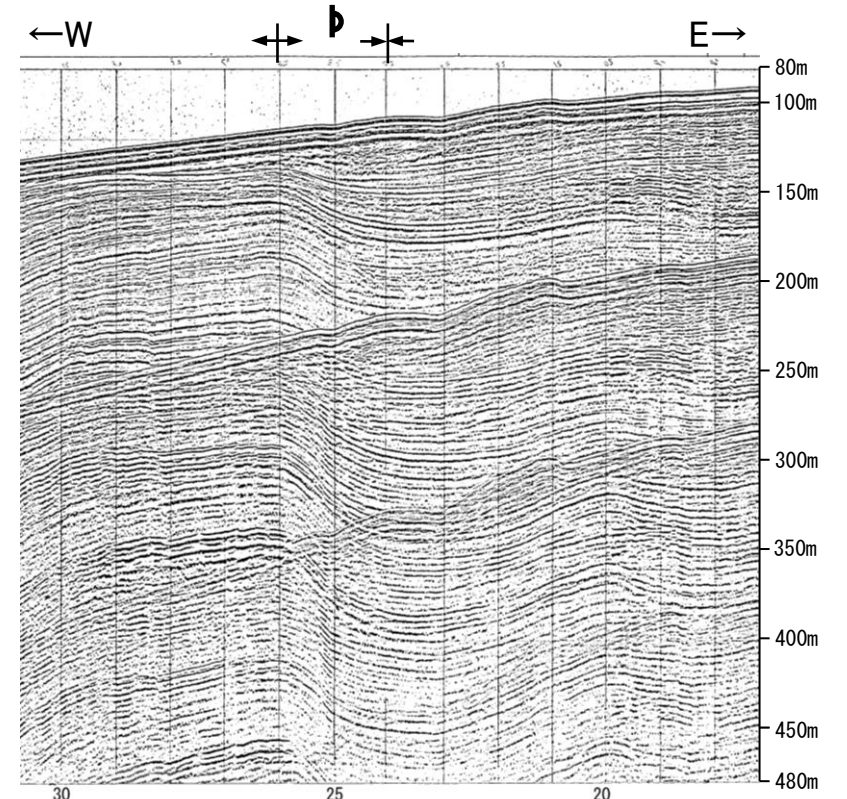
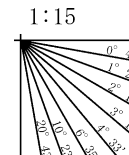
○No.8測線において、測点25付近でB₁層基底、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層及びD₁層に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変位、変形はA層及びB₁層内部に及んでいないが、B₁層基底まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できないと判断した。



- 凡 例
- 対象断層: 撓曲 (curvature), 背斜軸 (anticline axis), 向斜軸 (syncline axis)
 - 対象外断層: 伏在断層 (blind fault), 撓曲 (curvature), 連続性のない伏在断層 (discontinuous blind fault), 背斜軸 (anticline axis), 向斜軸 (syncline axis)
 - 小断層群分布域 (Small fault zone distribution area)
 - 右図記録範囲 (Right figure recording range)
- (測線位置における活動性)
- Red arrow: B₁層以上に変位、変形が認められる (Displacement and deformation recognized above B₁ layer)
 - Blue arrow: B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できない (Displacement and deformation possibility cannot be denied above B₁ layer)
 - Green arrow: B₁層以上に変位、変形が認められない (Displacement and deformation not recognized above B₁ layer)
- No. 8: 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 9-S: 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No. 8U, No. 11B: 調査測線 (北陸電力: 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)
 - 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)

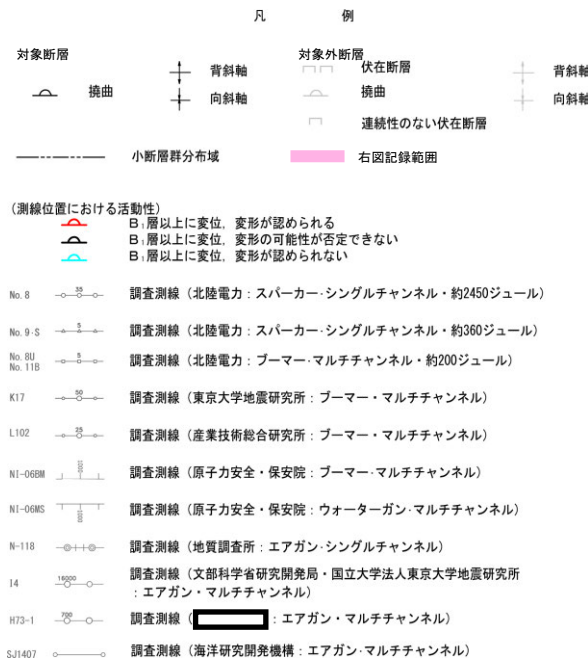
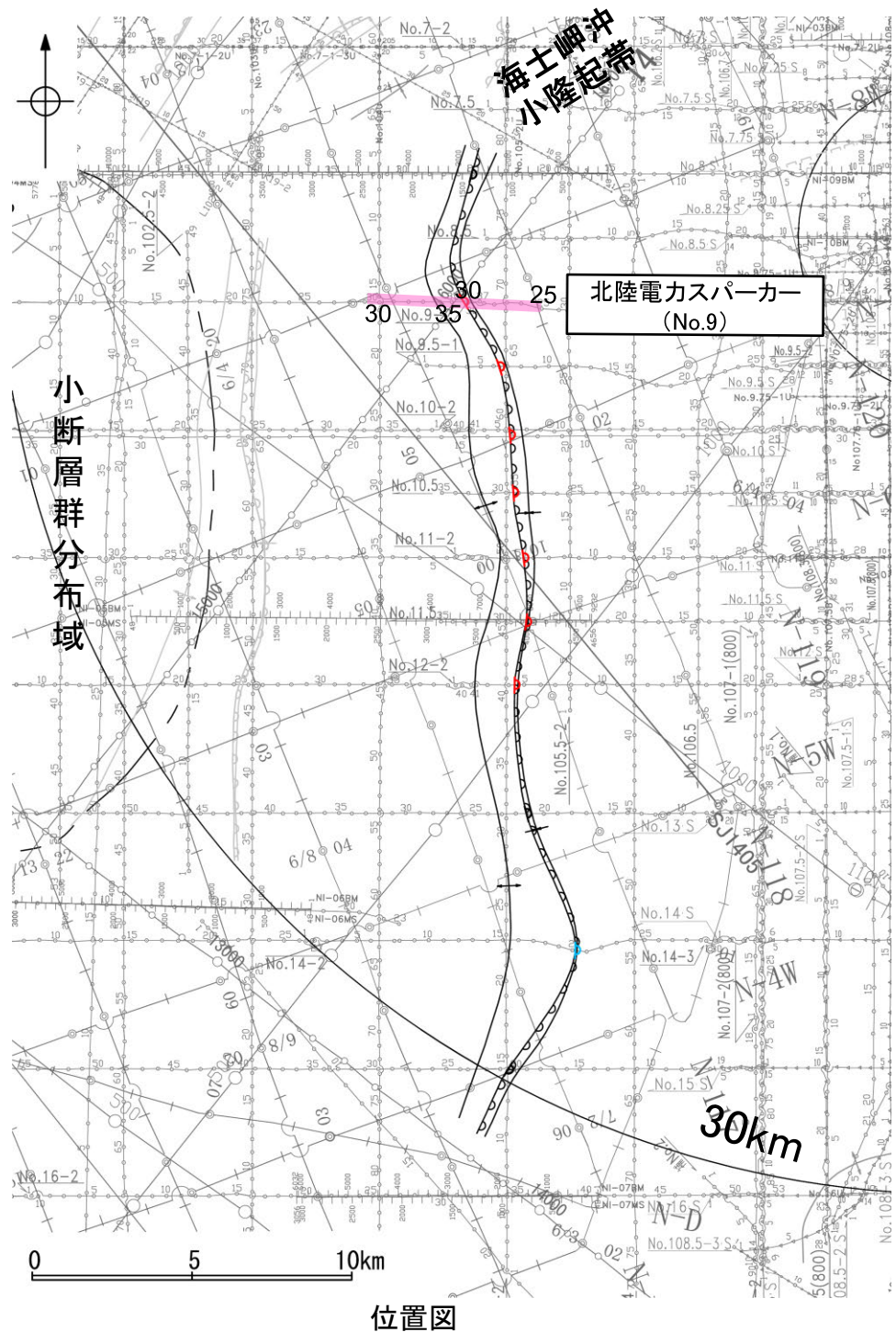
地質時代		地層名	
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	鮮新世	C ₁ 層	
新第三紀	中新世	C ₂ 層	
	古第三紀	D ₁ 層	
先第三紀		D ₂ 層	

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



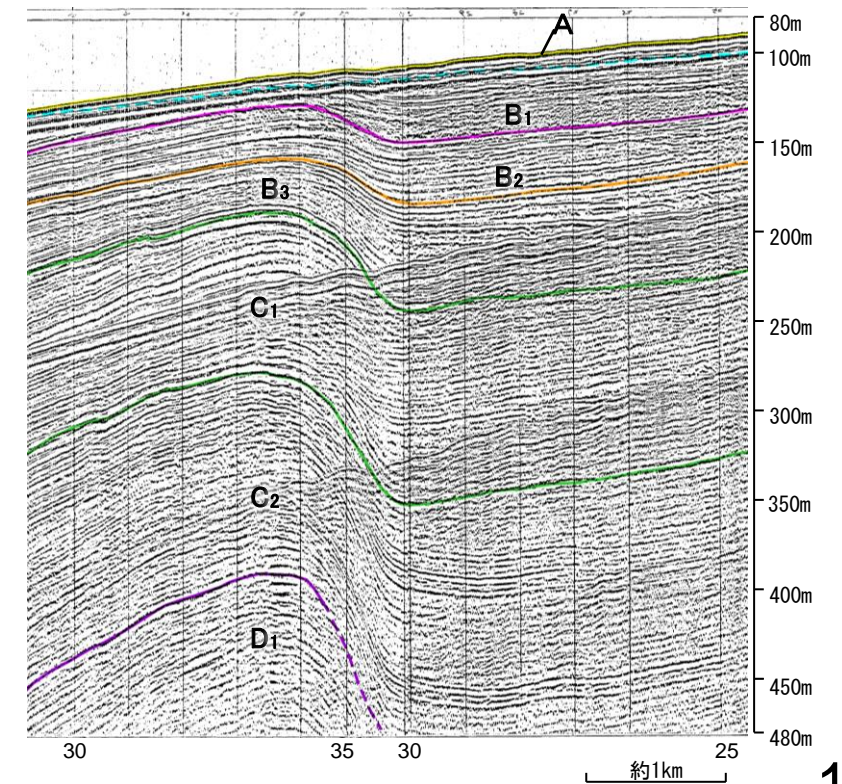
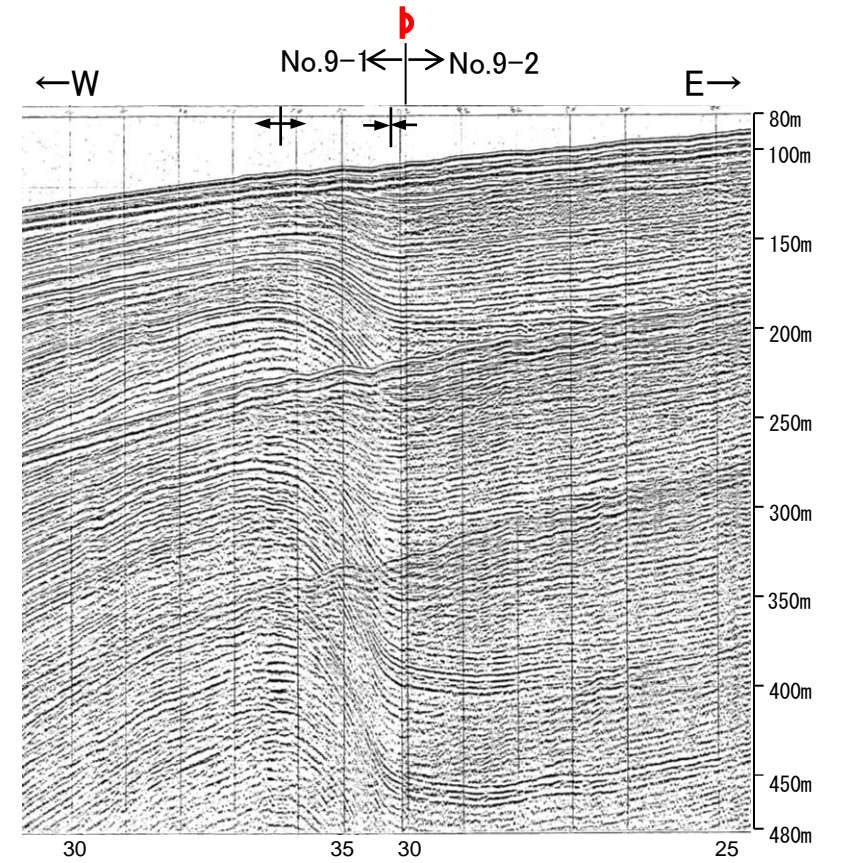
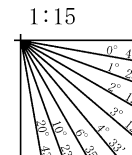
2.6.3 (3) 羽咋沖東撓曲の活動性 —No.9測線—

○No.9測線において、測点36付近(No.9-1測線)でB₁層、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はA層に及んでいないが、B₁層まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。



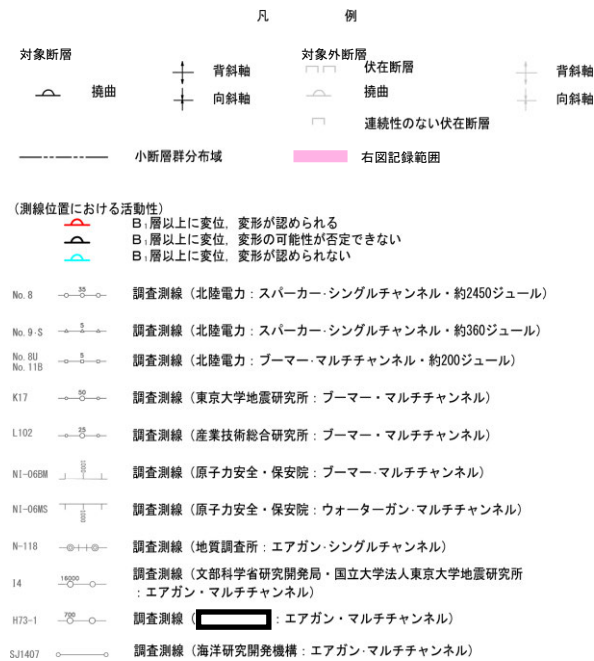
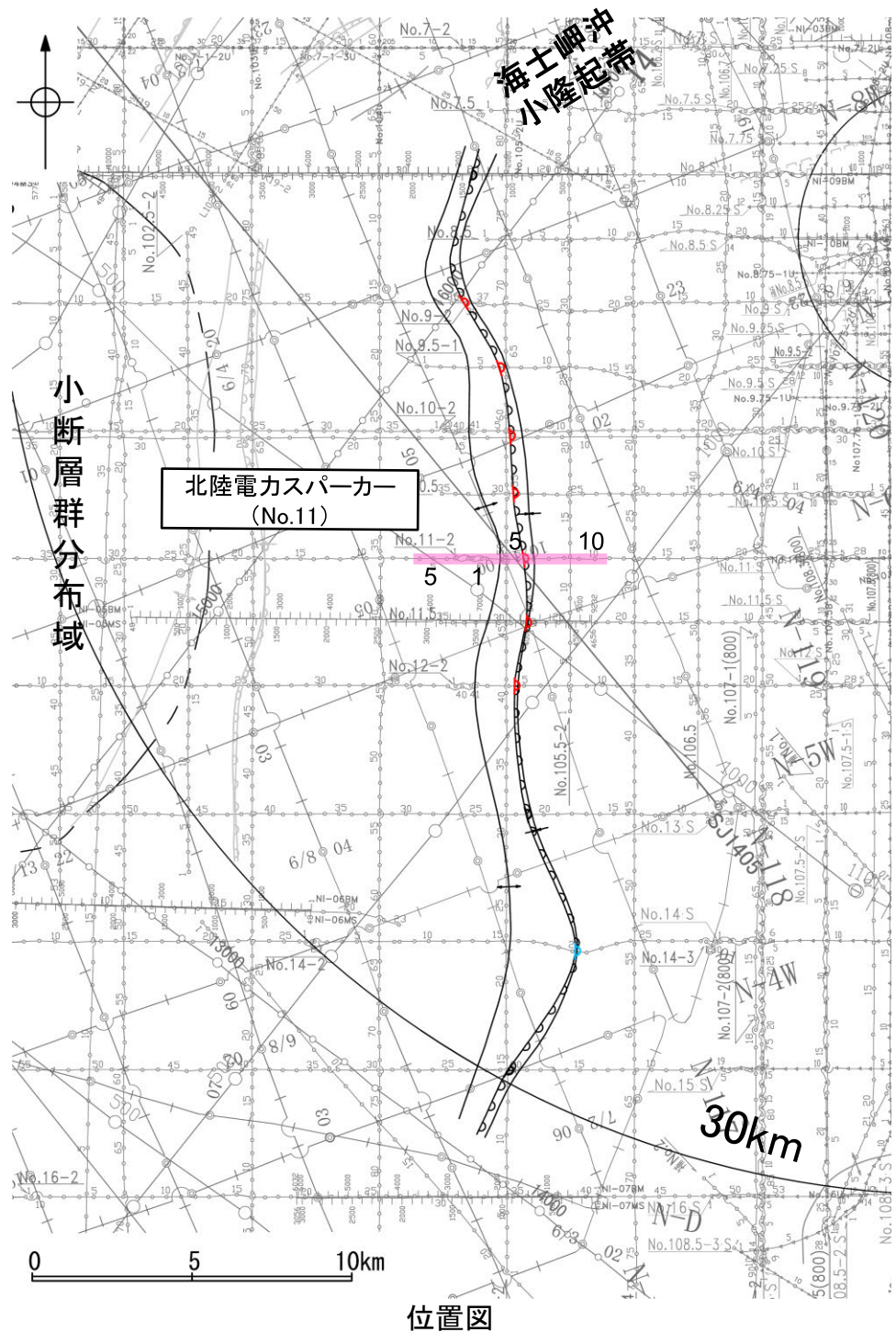
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	第三紀	鮮新世	C ₁ 層
		中新世	C ₂ 層
D ₁ 層			
古第三紀	D ₂ 層		
先第三紀	D ₃ 層		

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。



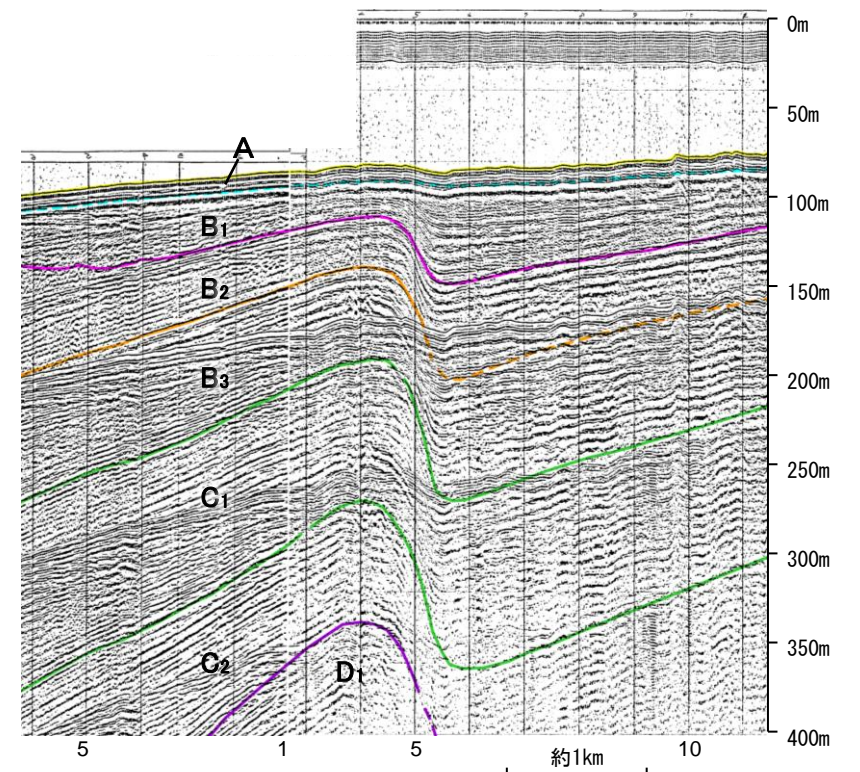
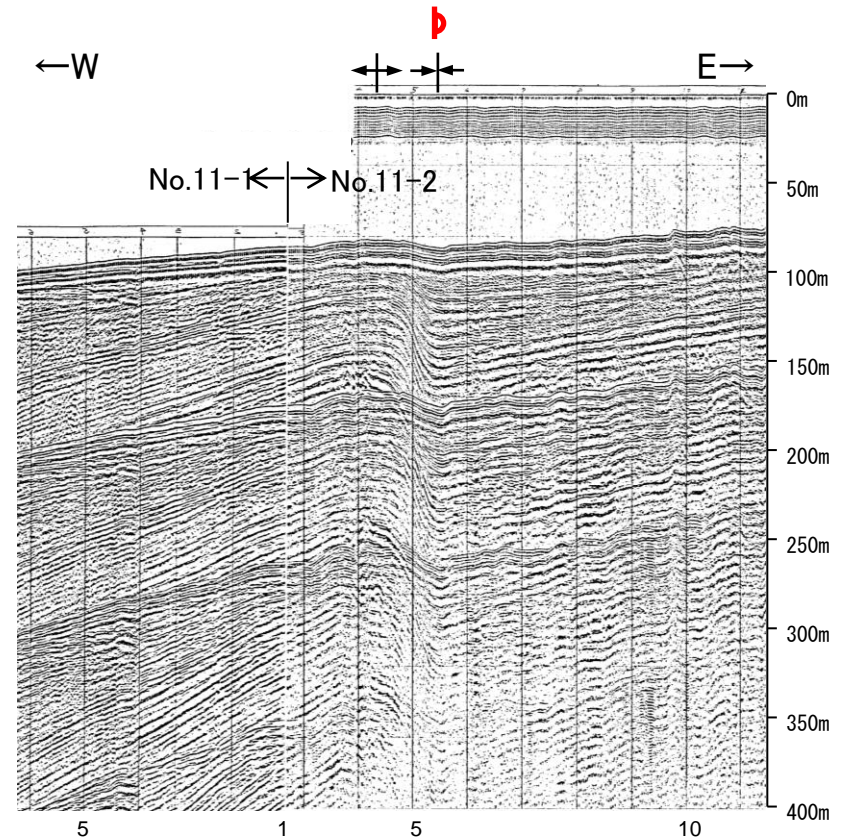
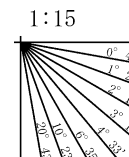
2.6.3 (3) 羽咋沖東撓曲の活動性 —No.11測線—

○No.11測線において、測点5付近(No.11-2測線)でB₁層下部、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層上部に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はA層及びB₁層上部に及んでいないが、B₁層下部まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。



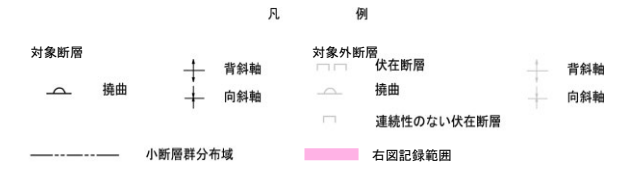
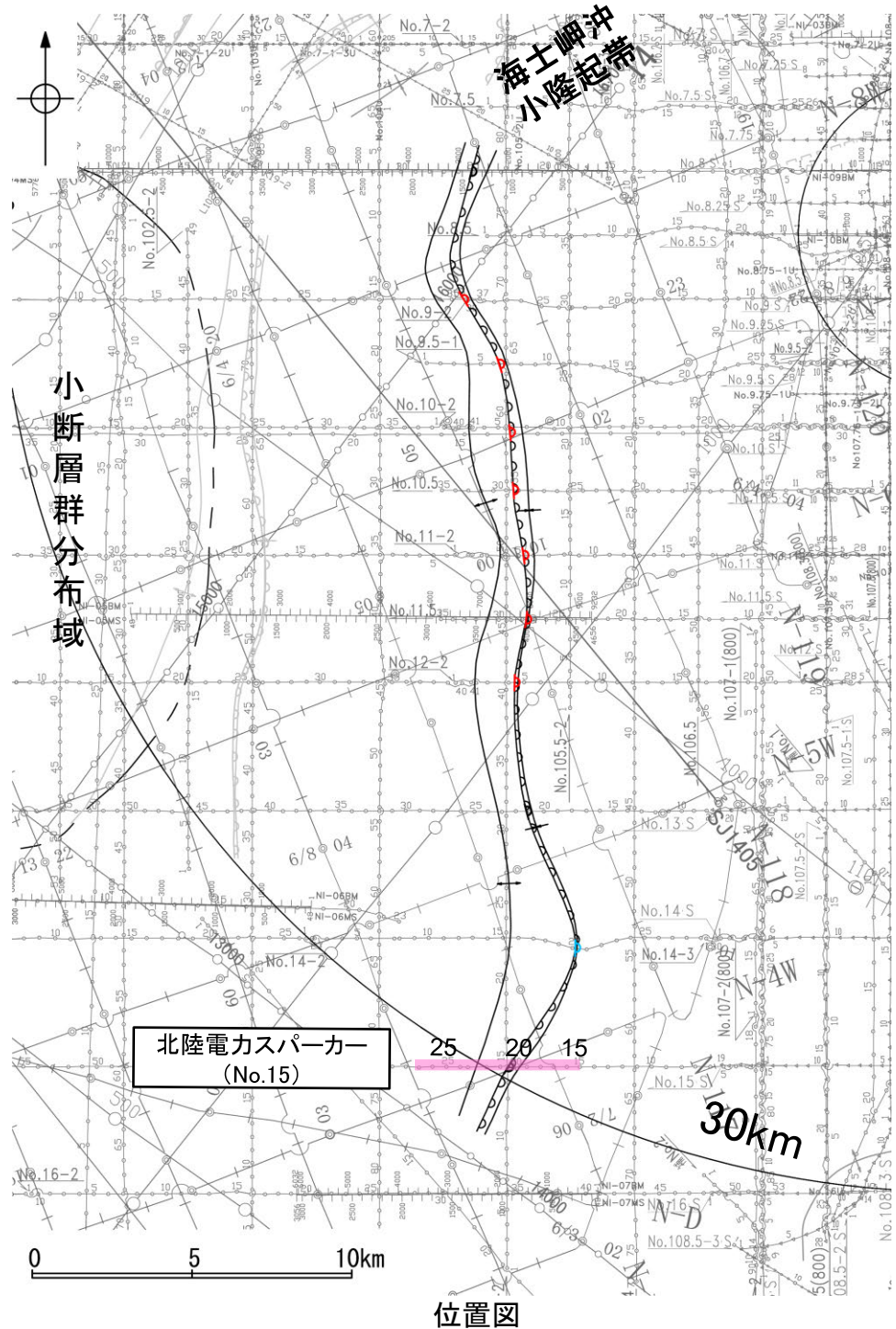
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	第三紀	鮮新世	C ₁ 層
		中新世	C ₂ 層
D ₁ 層			
古第三紀		D ₂ 層	
先第三紀	D ₃ 層		

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。



2.6.3 (3) 羽咋沖東撓曲の活動性 —No.15測線—

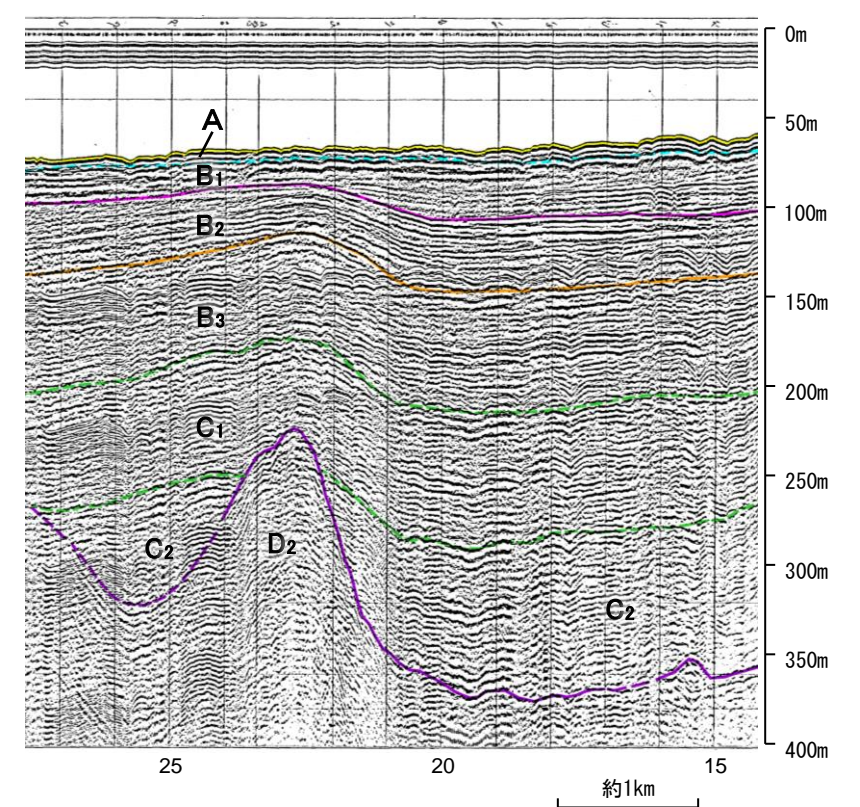
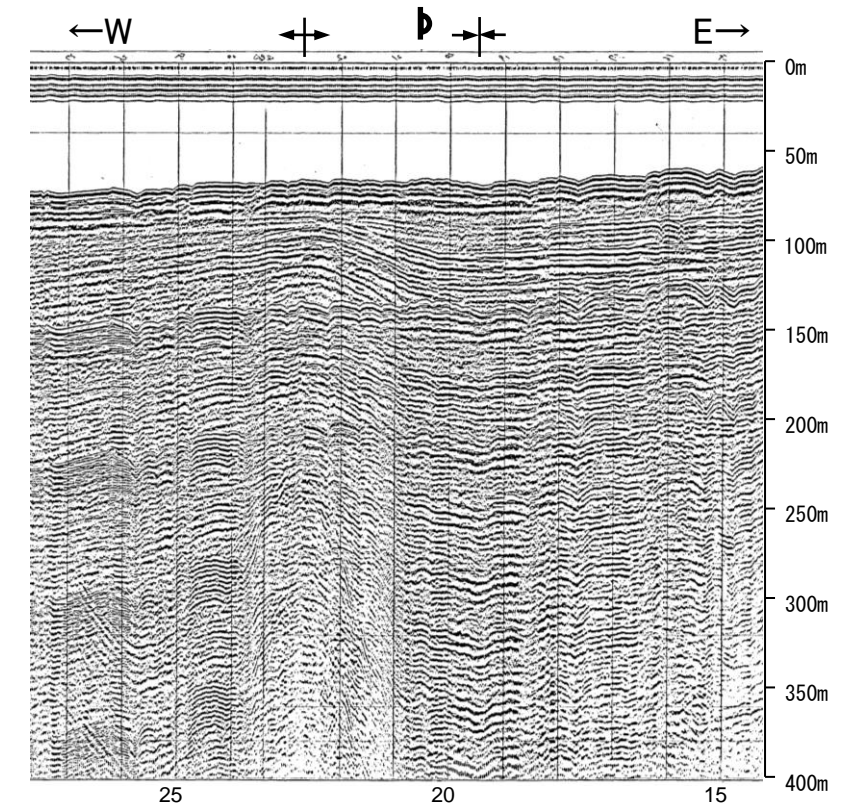
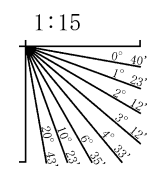
○No.15測線において、測点20付近でB₁層基底、B₂層、B₃層、C₁層、C₂層及びD₂層に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定した。変形はA層及びB₁層内部に及んでいないが、B₁層基底まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形の可能性が否定できないと評価した。



- (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. 8 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 9: S 調査測線 (北陸電力: スパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No. 8U No. 11B 調査測線 (北陸電力: 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)
 - 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)

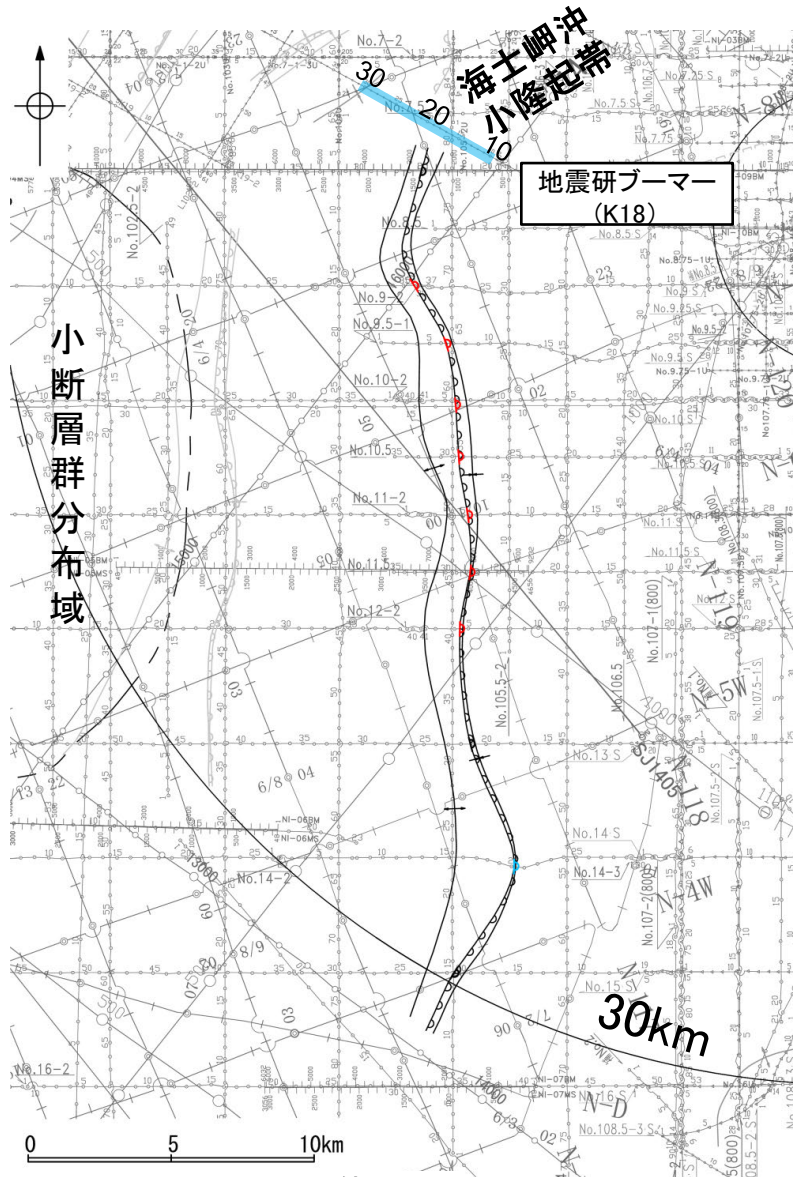
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	第三紀	鮮新世	C ₁ 層
中新世		C ₂ 層	
		D ₁ 層	
古第三紀		D ₂ 層	
先第三紀	D ₂ 層		

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

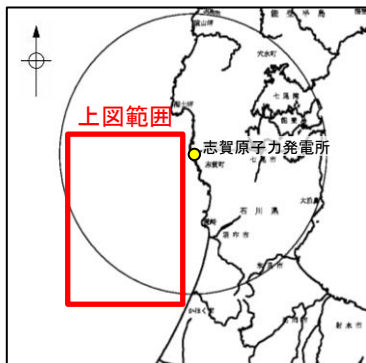


2.6.3 (4) 羽咋沖東撓曲の端部 —北端調査 K18測線—

- No.8測線で推定した撓曲の北方延長にあたるK18測線の測点19付近は、海士岬沖小隆起帯から南西に続く隆起部の北西斜面にあたり、分布する地層は沖側に向かって緩やかに傾斜している。
- 北方延長部付近に、羽咋沖東撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。



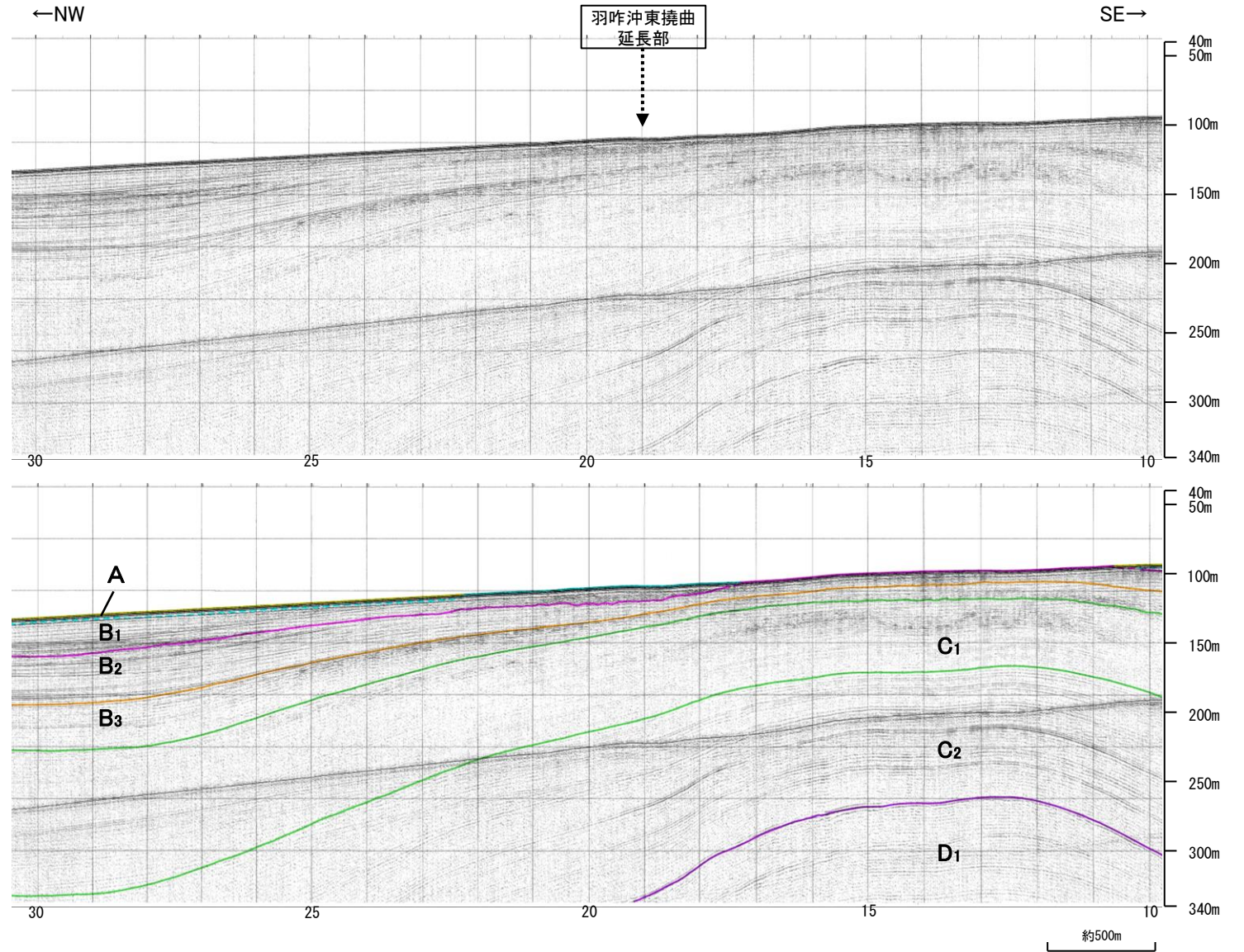
位置図



- 対象断層
- 撓曲
 - 小断層群分布域
- (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
- 対象外断層
- 伏在断層
 - 撓曲
 - 連続性のない伏在断層
 - 右図記録範囲
- 凡例
- 青斜軸
 - 向斜軸
 - 背斜軸
 - 向斜軸

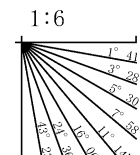
- 凡例
- No. 8 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 9.5 調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
 - No. 8B 調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - K17 調査測線 (東京大学地震研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - L102 調査測線 (産業技術総合研究所: ブーマー・マルチチャンネル)
 - NI-06M 調査測線 (原子力安全・保安院: ブーマー・マルチチャンネル)
 - NI-06MS 調査測線 (原子力安全・保安院: ウォーターガン・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)

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

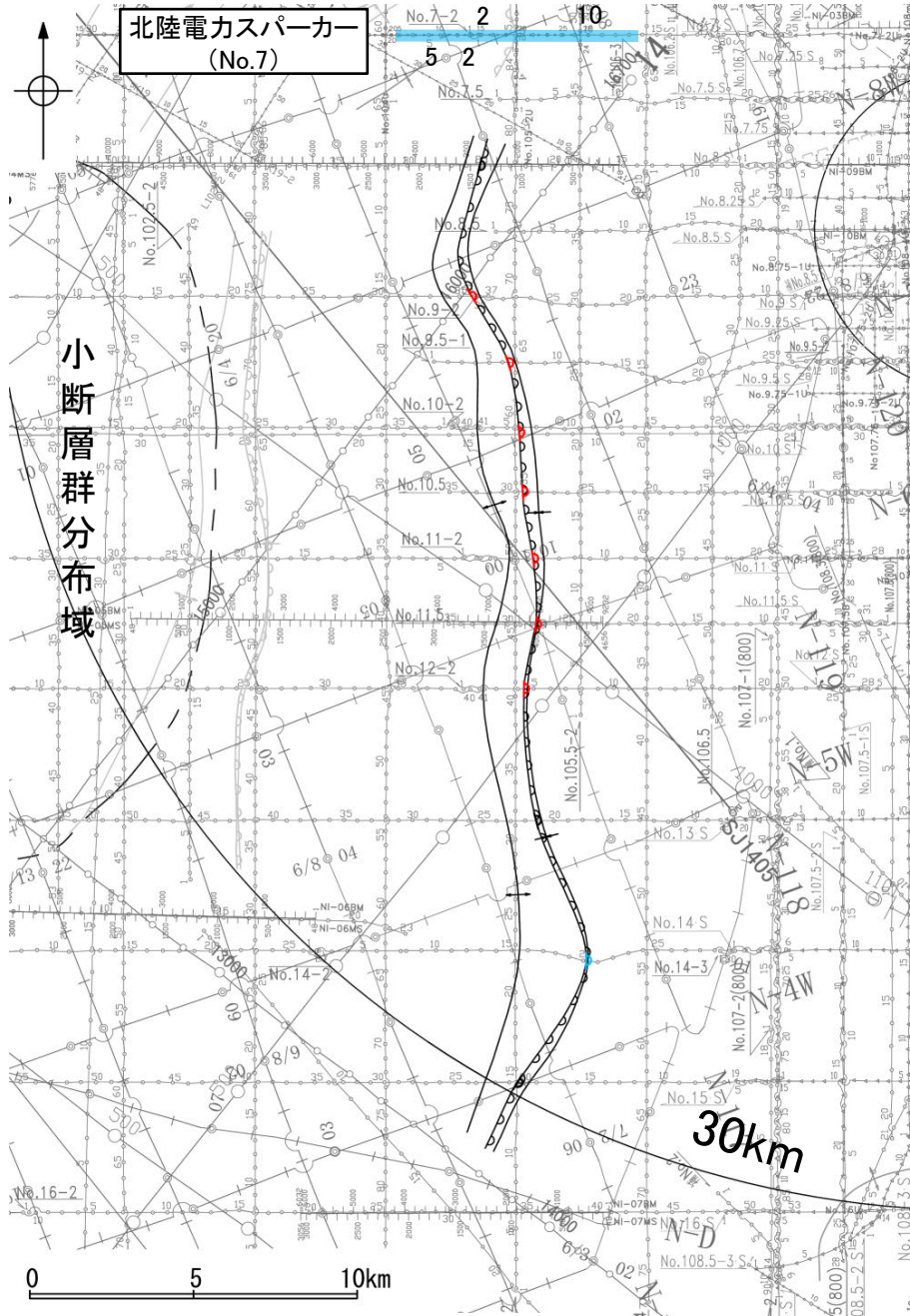
・この図面は、東京大学地震研究所の海上音波探査の記録を北陸電力が独自に解析・作成したものである



2.6.3 (4) 羽咋沖東撓曲の端部 —北端調査 No.7測線—

○K18測線のさらに北方延長にあたるNo.7測線において、羽咋沖東撓曲を示唆するような東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な褶曲構造は認められない。
 ○測点5付近の西落ちの撓曲は、海士岬沖断層帯として別途評価している。

※海士岬沖断層帯の評価は2.6.2



位置図



左図範囲

凡例

- | | | | | | |
|---------|-----|-----|------------|-----|-----|
| 対象断層 | + | 背斜軸 | 対象外断層 | + | 背斜軸 |
| 撓曲 | + | 向斜軸 | 伏在断層 | + | 向斜軸 |
| 小断層群分布域 | --- | | 撓曲 | --- | |
| | | | 連続性のない伏在断層 | --- | |
| | | | 右図記録範囲 | --- | |

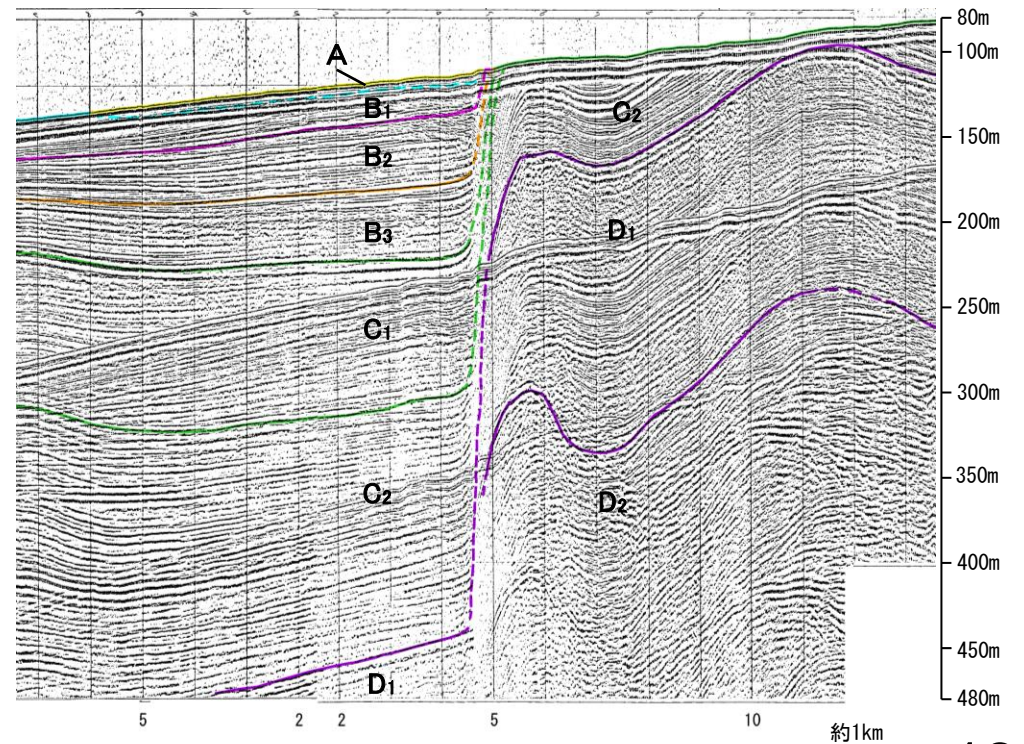
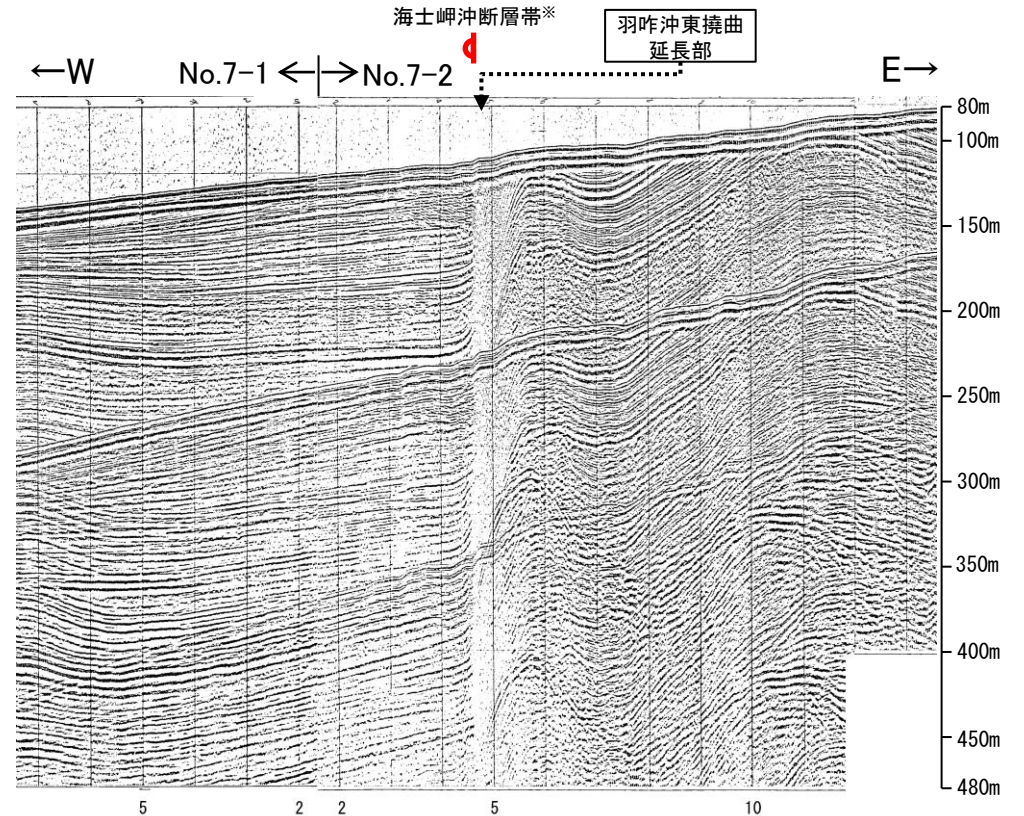
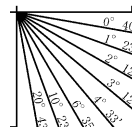
(測線位置における活動性)

- | | |
|-------------------|--|
| No. 8 | 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. 9-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
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) |
| 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) |
| SJ407 | 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
	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	D ₂ 層		

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

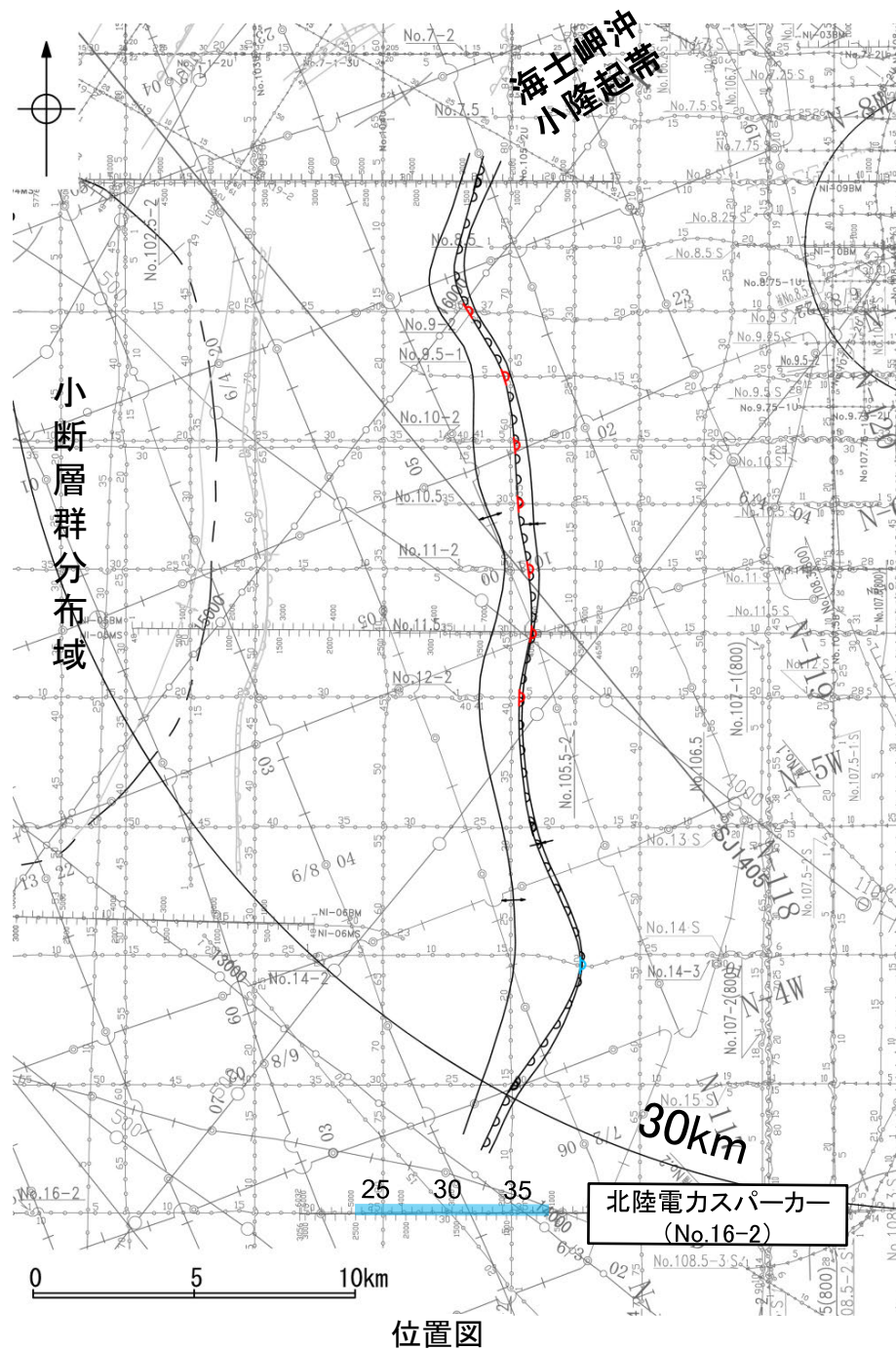
1:15



約1km

2.6.3 (4) 羽咋沖東撓曲の端部 —南端調査 No.16-2測線—

○No.15測線で推定した撓曲の南方延長にあたるNo.16-2測線において、いずれの地層にも断層等を示唆するような変位、変形は認められない。



位置図

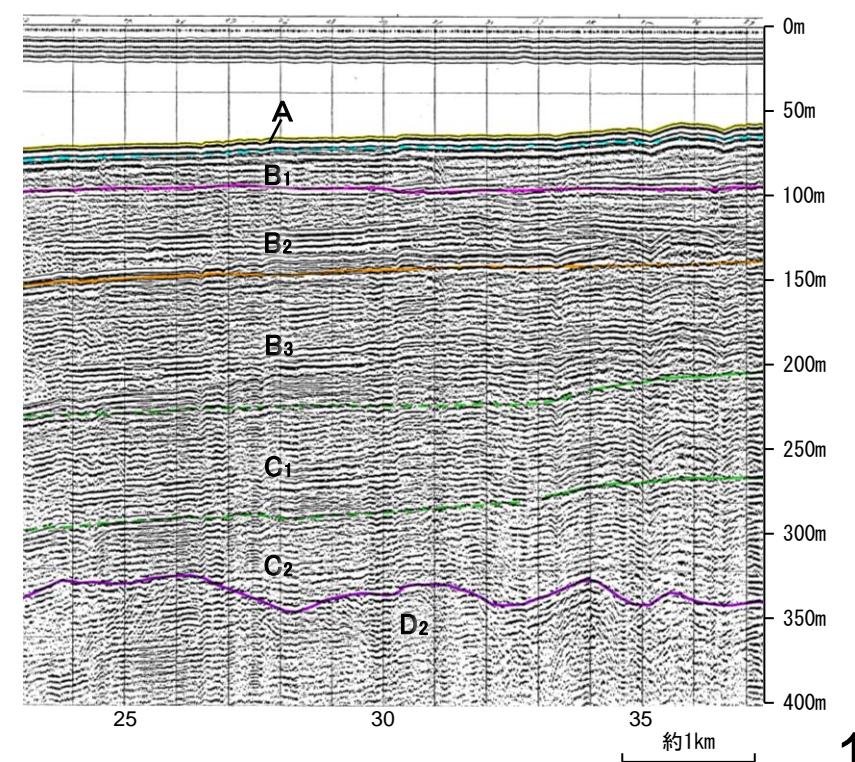
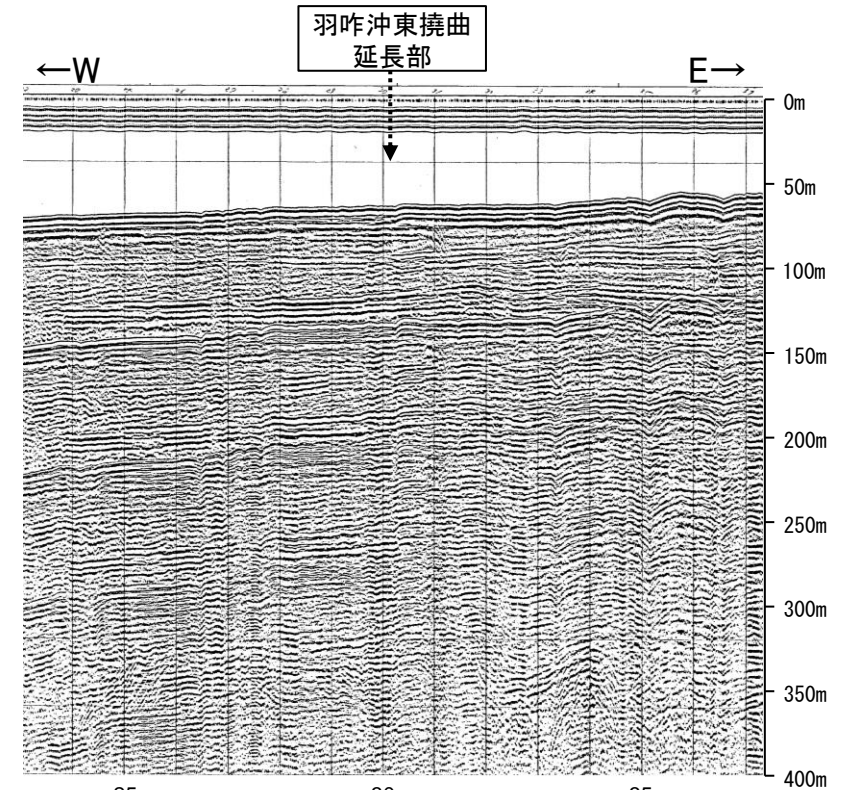
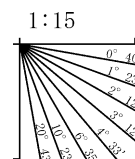


左図範囲

- 凡 例
- 対象断層: 撓曲 (curvature), 背斜軸 (anticline axis), 向斜軸 (syncline axis)
 - 対象外断層: 伏在断層 (blind fault), 撓曲 (curvature), 連続性のない伏在断層 (discontinuous blind fault)
 - 小断層群分布域 (Small Fault Zone Distribution Area)
 - 右図記録範囲 (Right Figure Recording Area)
- (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. 8: 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. 9-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, 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)
 - 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)
 - W-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)

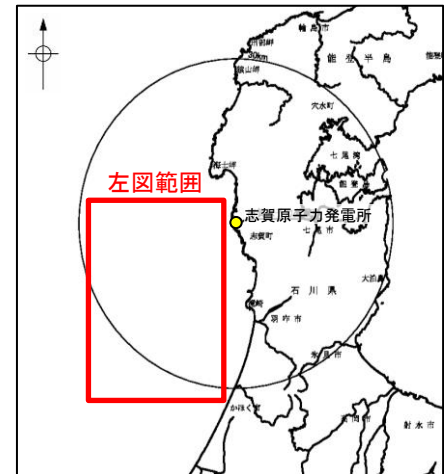
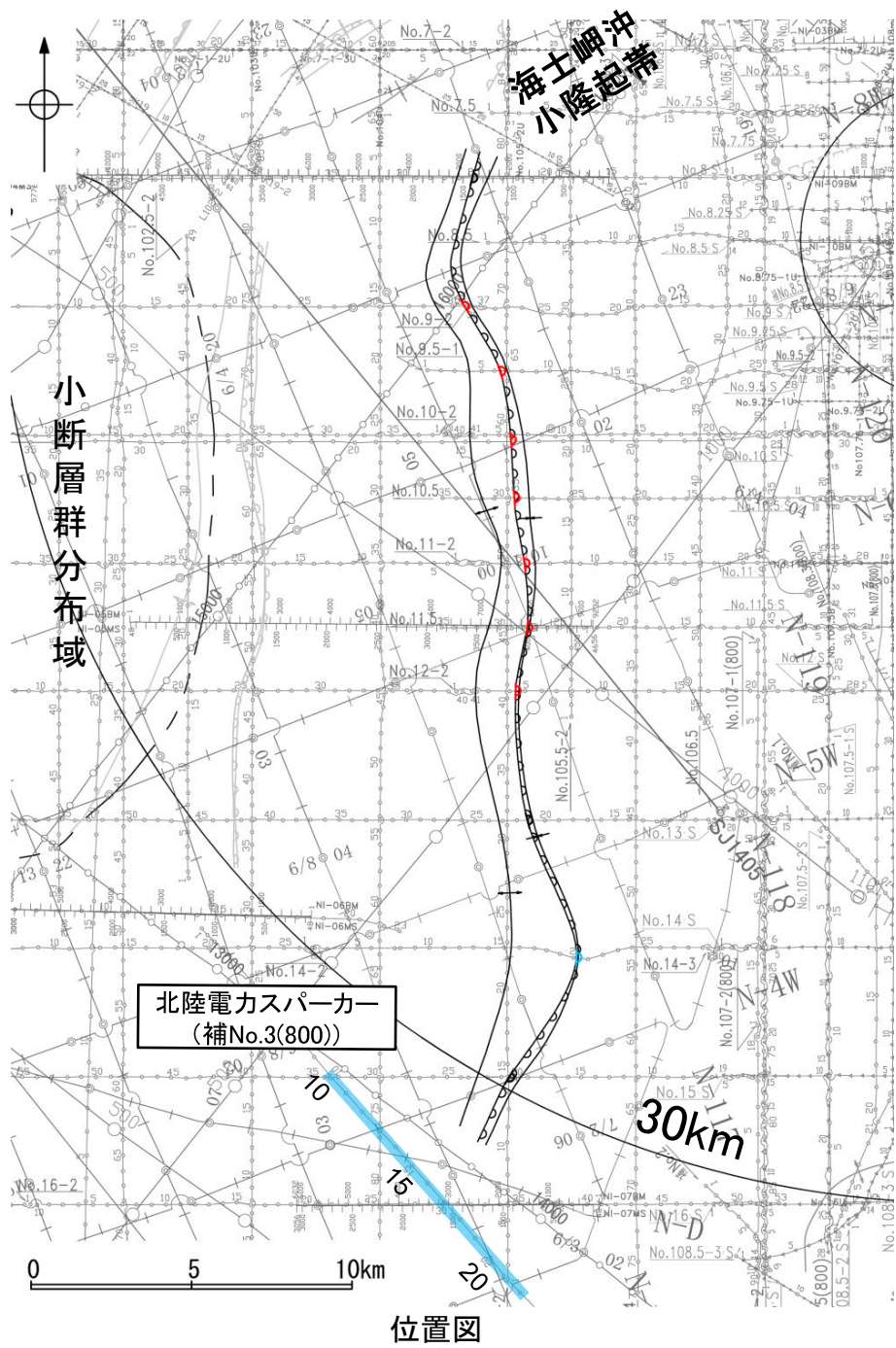
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

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
古第三紀		D ₁ 層	
	先第三紀	D ₂ 層	



2.6.3 (4) 羽咋沖東撓曲の端部 —南端調査 補No.3(800)測線—

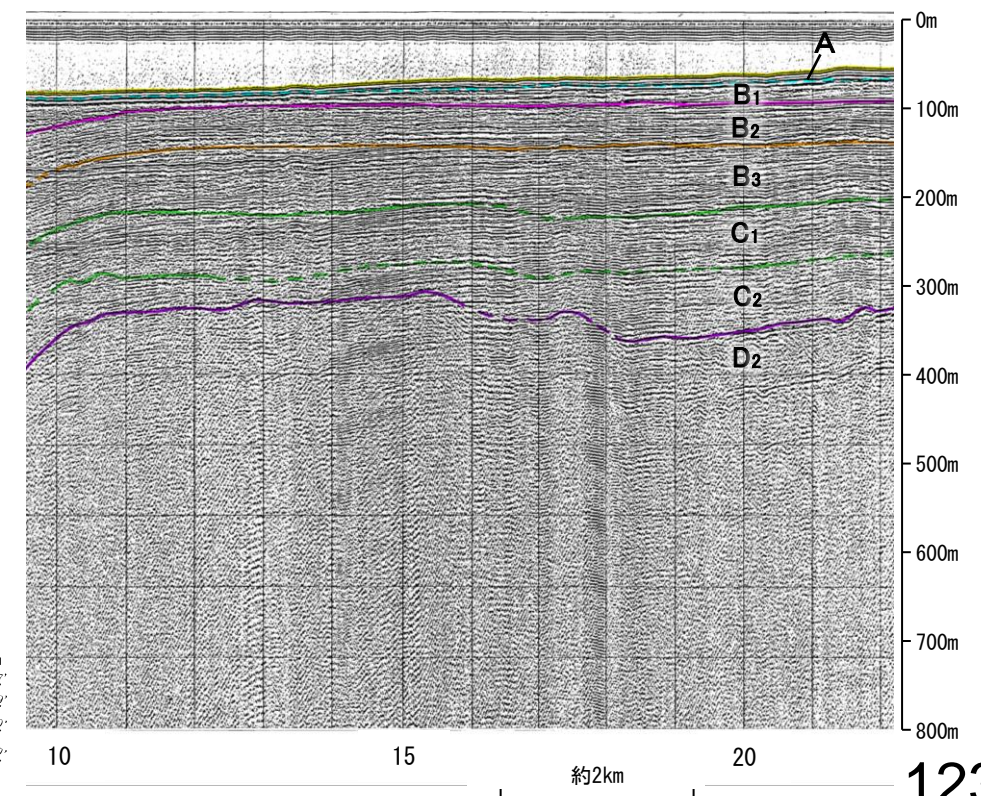
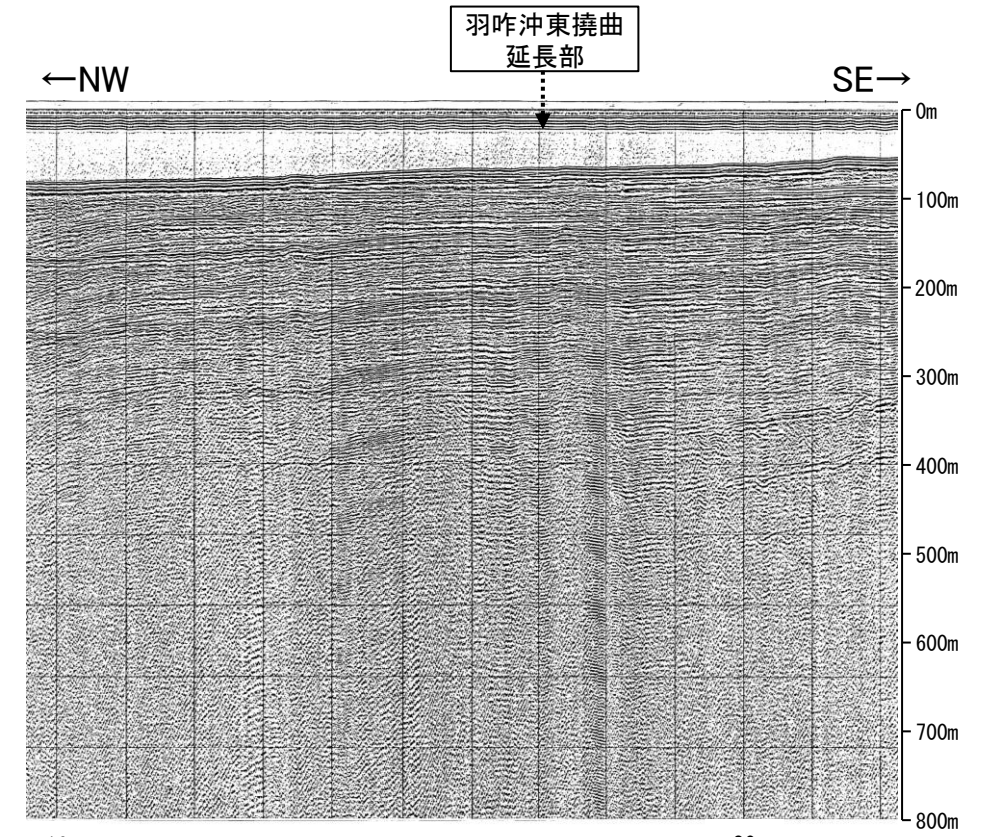
○No.15測線で推定した撓曲の南方延長にあたる補No.3(800)測線において、いずれの地層にも断層等を示唆するような変位、変形は認められない。



- 凡例
- | | | | |
|---------|-----|------------|-----|
| 対象断層 | 背斜軸 | 対象外断層 | 背斜軸 |
| 撓曲 | 向斜軸 | 伏在断層 | 向斜軸 |
| | | 撓曲 | |
| | | 連続性のない伏在断層 | |
| 小断層群分布域 | | 右図記録範囲 | |
- (測線位置における活動性)
- 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)
 - 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)
 - 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - 調査測線 (東京大学地震研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (産業技術総合研究所: プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (原子力安全・保安院: ウォーターガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (地質調査所: エアガン・シングルチャンネル)
 - 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所: エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (海洋研究開発機構: エアガン・マルチチャンネル)

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。

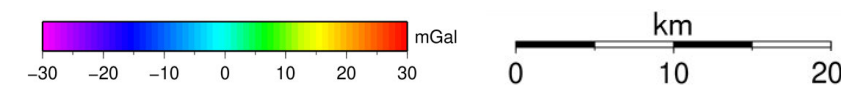
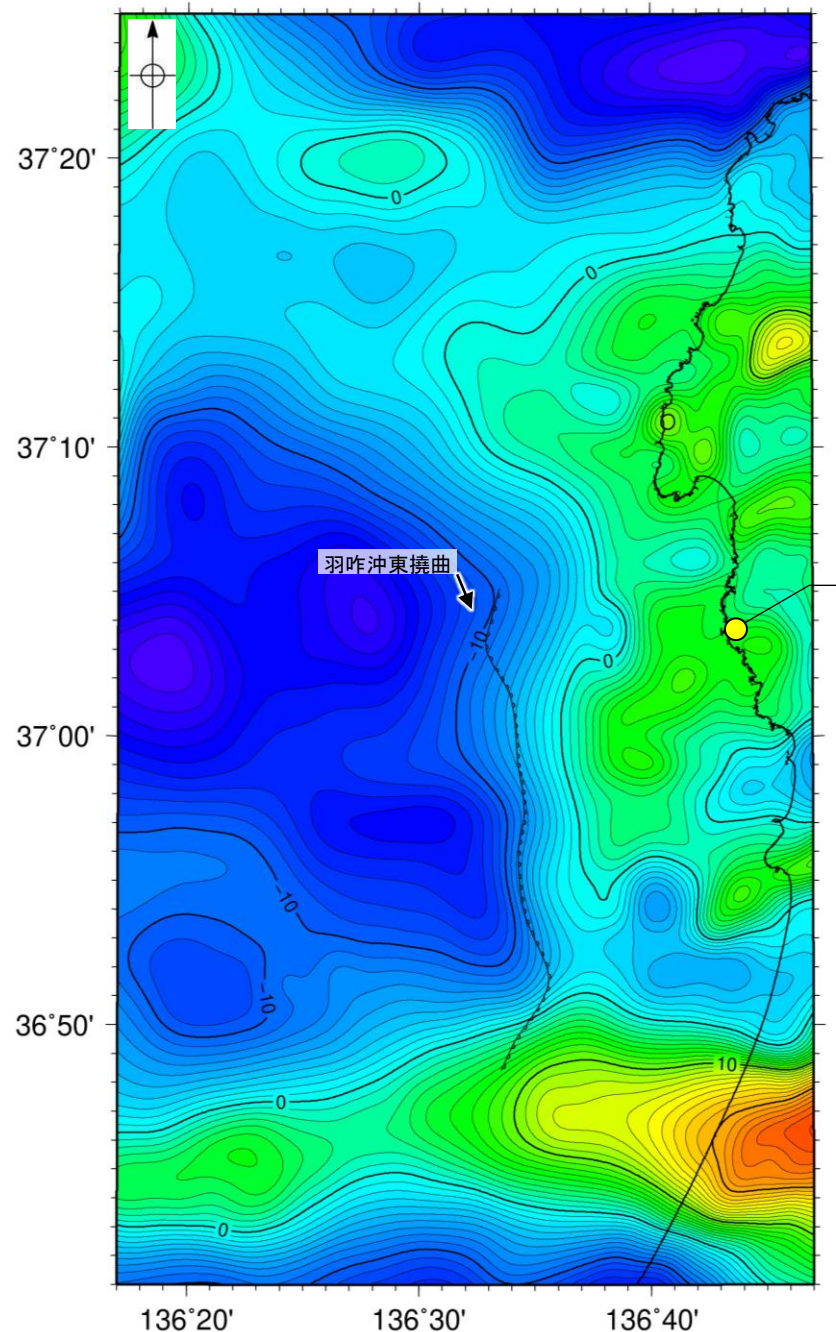
地質時代	地層名		
第四紀	完新世	A層	
	更新世	後期	B ₁ 層
		中期	B ₂ 層
		前期	B ₃ 層
	第三紀	鮮新世	C ₁ 層
中新世		C ₂ 層	
		D層	D ₁ 層
古第三紀	D ₂ 層		
先第三紀			



2.6.3 (5) 羽咋沖東撓曲周辺の重力異常

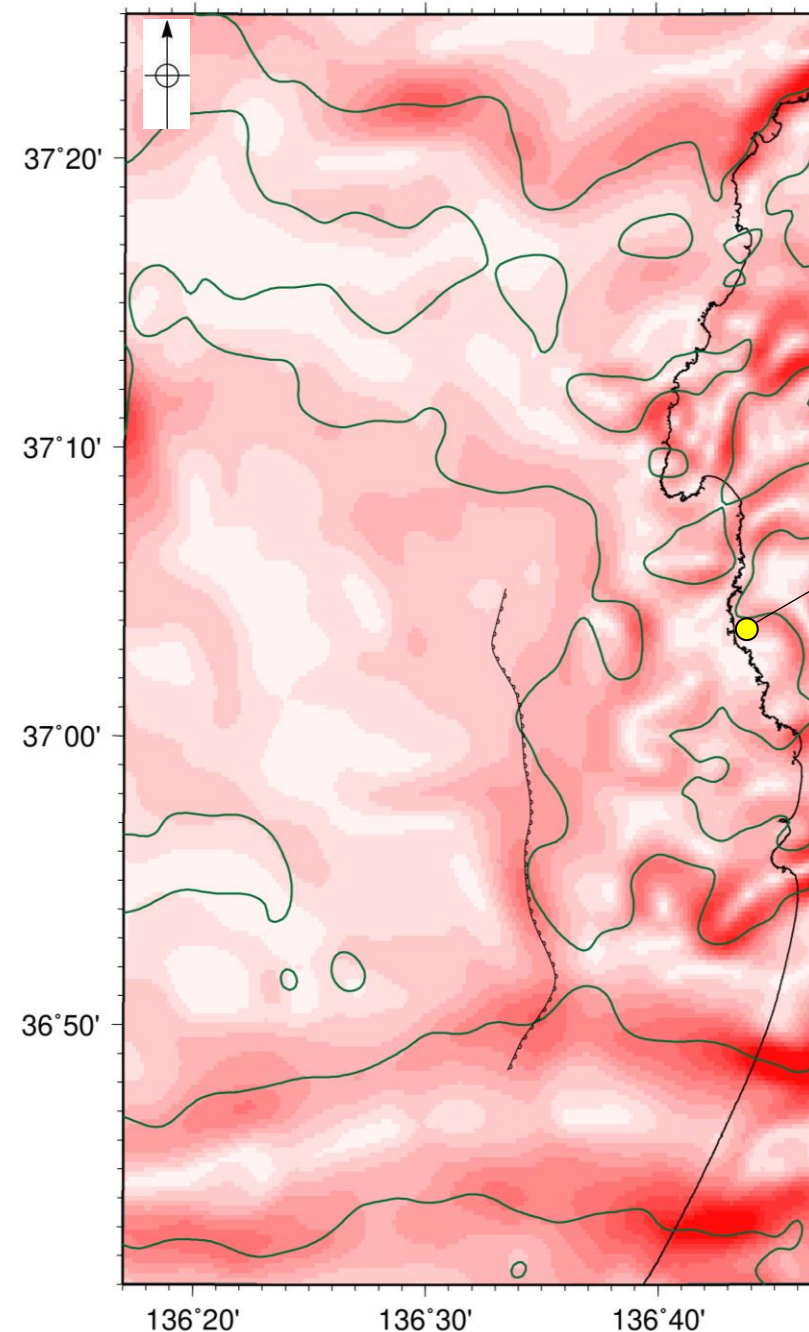
○羽咋沖東撓曲の深部構造を確認するため、ブーゲー異常図、水平一次微分図を作成した。

○ブーゲー異常図及び水平一次微分図によれば、羽咋沖東撓曲沿いに重力異常急変部が分布するが、海上音波探査から推定される隆起側とは逆となる東側の重力異常値が高い傾向が認められる。岡村(2007a)によれば、羽咋沖東撓曲は、盆地反転構造であるとされており、この傾向はもとは西側低下の正断層として形成され、その後に西側隆起の逆断層として再活動したことを示唆する。



仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal () 断層 (伏在断層) 撓曲

ブーゲー異常図



鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線 () 断層 (伏在断層) 撓曲

水平一次微分図

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

・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長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。

2.6.4 羽咋冲西撓曲

2.6.4 (1) 羽咋沖西撓曲の評価結果

【文献調査】(P.127)

- 岡村(2007a)は、N-S方向に、第四紀向斜軸・背斜軸を図示し、これらはハーフグラベンが隆起した盆地反転構造であり、背斜構造の形状から、東翼基部に西傾斜の第四紀逆断層が伏在していると推定している。
- 国交省ほか(2014)は、羽咋沖西撓曲に対応する位置に、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。
- 文科省ほか(2015)は、羽咋沖西撓曲に対応する位置に震源断層モデルとしてKZ2(走向:184度、傾斜:60度、断層長さ:17.4km)を設定している。

【活動性評価】

- 羽咋沖西撓曲は、東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な褶曲構造である(P.128)。
- 海上音波探査の結果、B₁層下部、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層に東落ちの変形が認められることから撓曲を推定し、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した(P.129~131)。

→羽咋沖西撓曲は、文献調査の結果、岡村(2007a)等から西傾斜(約60°)の逆断層と推定され、海上音波探査の結果からも、東落ちの変形が認められることから、逆断層と仮定した場合、西傾斜の逆断層と推定される。

→文献調査及び海上音波探査の結果、羽咋沖西撓曲は、走向がN-S方向、西傾斜(約60°)の逆断層と推定され、後期更新世以降の活動が否定できないと評価。

【長さの評価】

■北端(P.132, 133)

【海上音波探査】

- No.8測線において、羽咋沖西撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。
- No.8測線のさらに北方のNo.7-1測線には、筈波沖断層帯(西部)に対応する変形は認められるが、羽咋沖西撓曲を示唆するような変位、変形は認められない。

→No.8測線を北端と評価。

■南端(P.134, 135)

【海上音波探査】

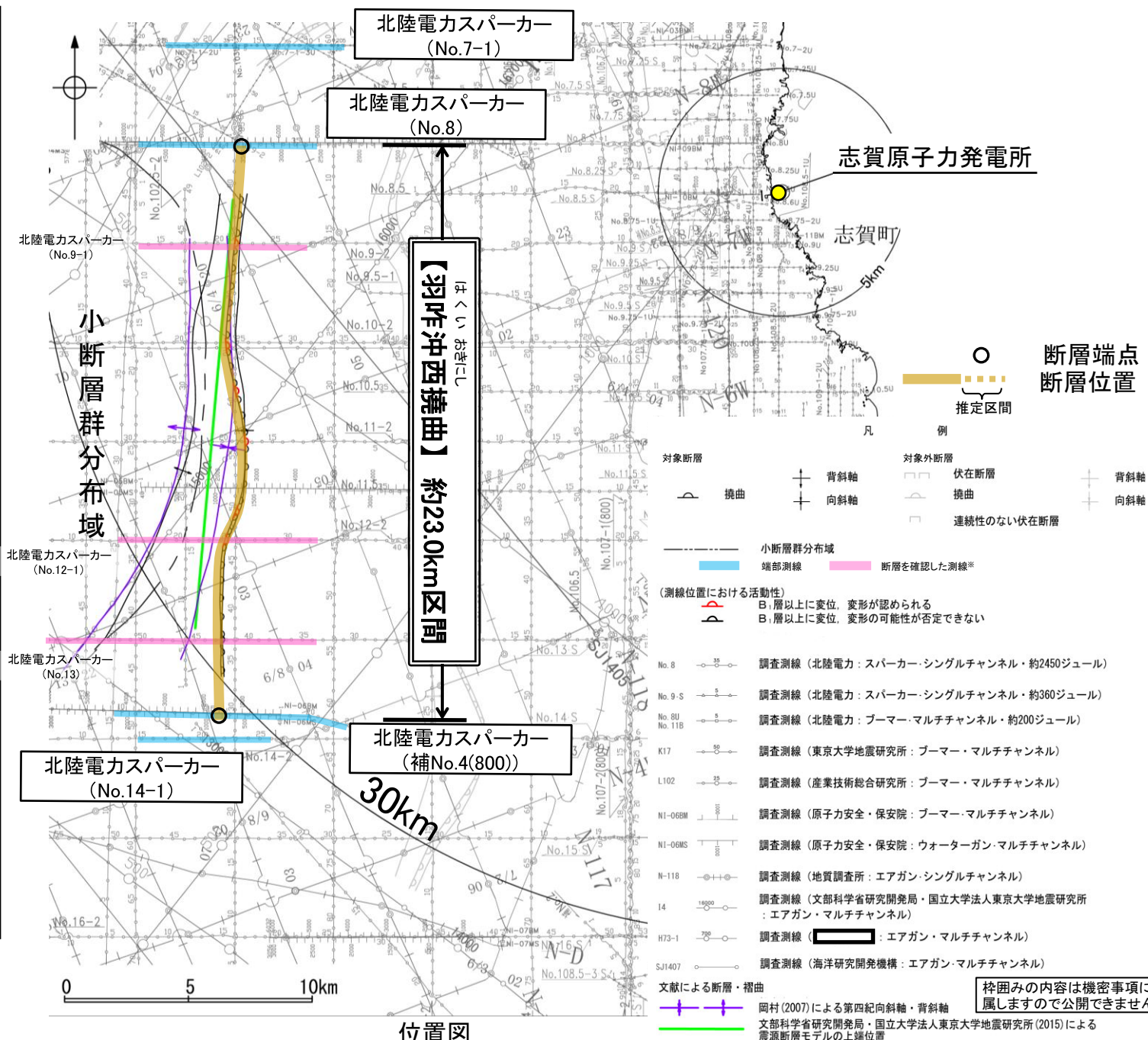
- 補No.4(800)測線、No.14-1測線において、いずれの地層にも断層等を示唆するような変位、変形は認められない。

→補No.4(800)測線を南端と評価。

■重力探査(P.136)

- 羽咋沖西撓曲に対応する重力異常急変部は認められない。

→No.8測線(北端)から補No.4(800)測線(南端)までの約23.0km区間を評価。

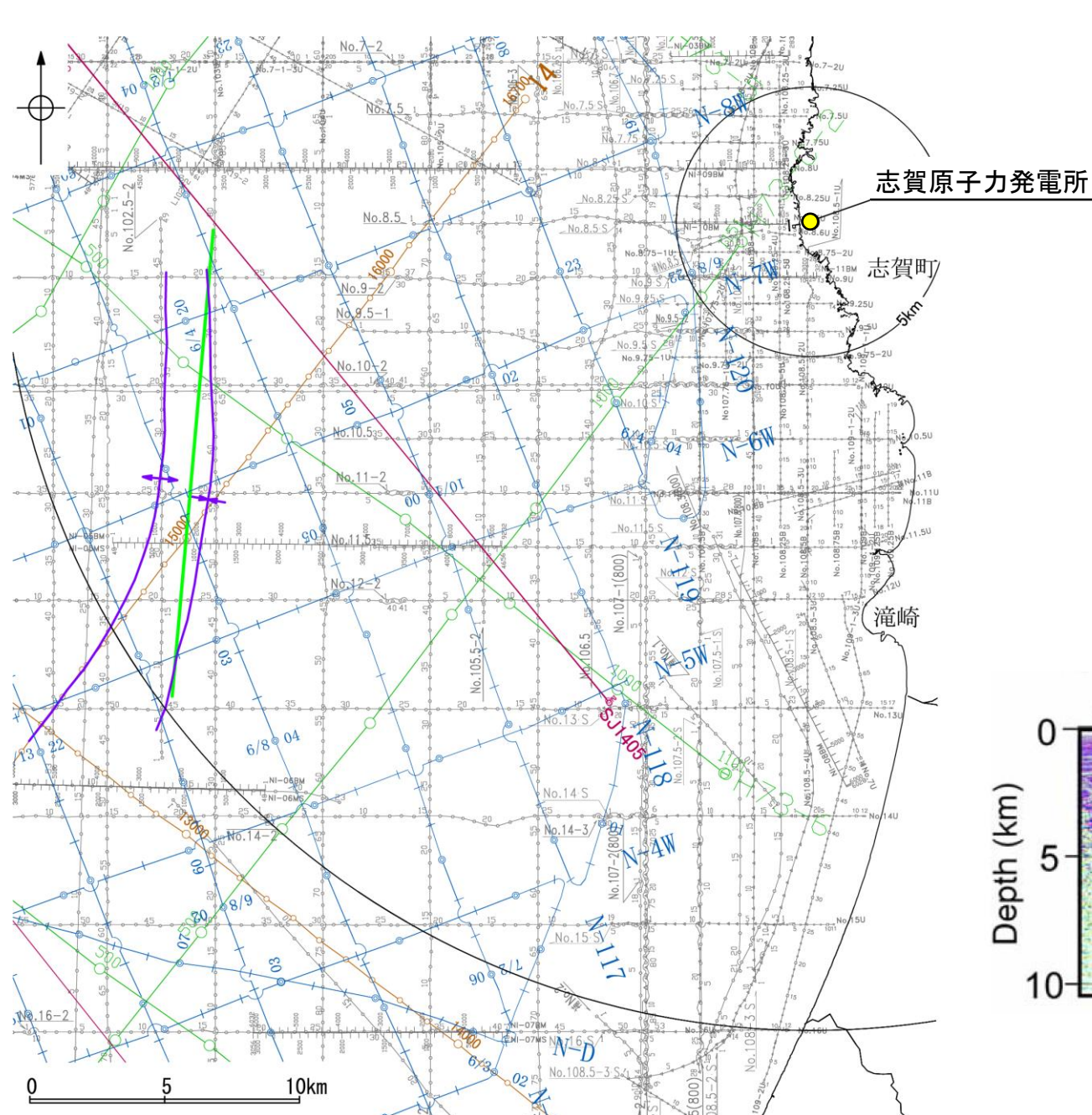


羽咋沖西撓曲は後期更新世以降の活動が否定できず、その長さとして約23.0km区間を評価する。

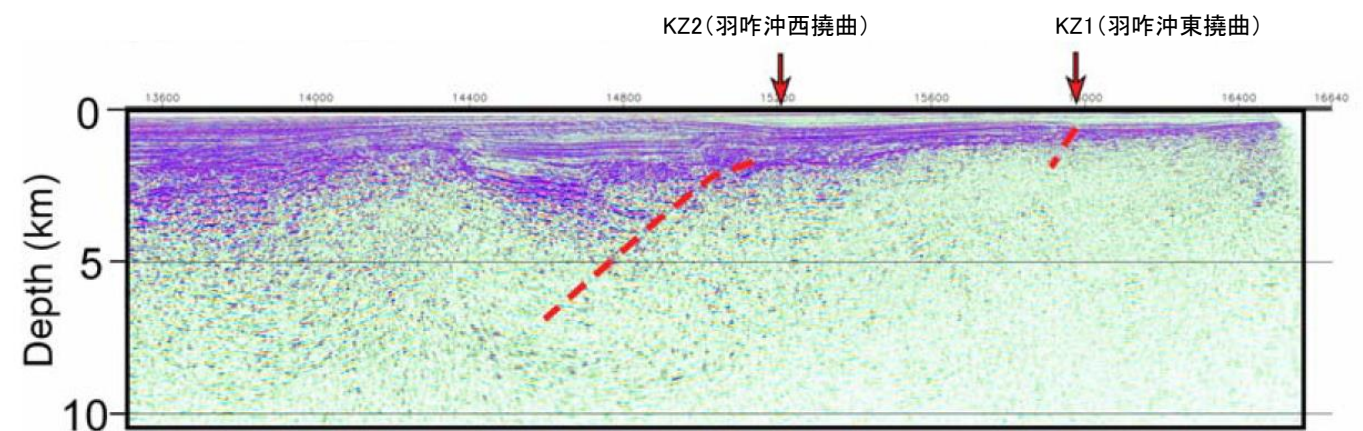
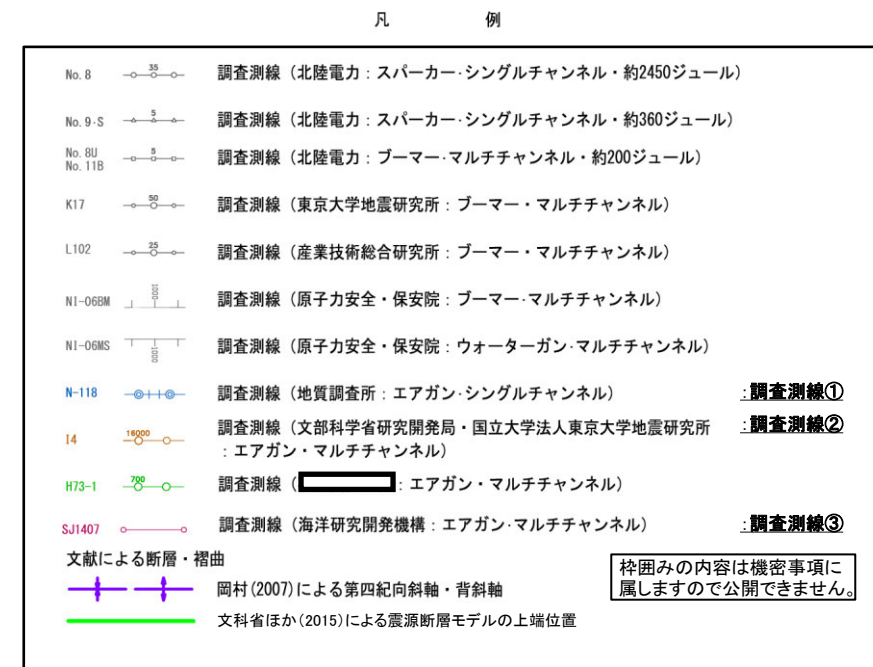
※: 以外の羽咋沖西撓曲を確認した音波探査記録はデータ集2

2.6.4 (2) 羽咋沖西撓曲の文献調査

- 岡村(2007a)は、産業技術総合研究所(地質調査所)による調査(調査測線①)から、N-S方向に、第四紀向斜軸・背斜軸を図示し、これらはかつてのハーフグラベンが隆起した盆地反転構造であり、背斜構造の形状から、東翼基部に西傾斜の第四紀逆断層が伏在すると推定している。また、岡村(2007b)は、この逆断層について、かつての正断層が逆断層として再活動した可能性が高いと記載している。
- 国交省ほか(2014)は、羽咋沖西撓曲に対応する位置に、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。
- 文科省ほか(2015)は、文科省ほか(2014)による調査(調査測線②)の他、産業技術総合研究所による調査(調査測線①)、石油開発公団による調査及び海洋研究開発機構による調査(調査測線③)の結果から、岡村(2007a)が示した構造に対応する位置に、震源断層モデルとしてKZ2(走向:184度、傾斜:60度、断層長さ:17.4km)を設定し、佐藤ほか(2014)の調査から60°の西傾斜の断層と判断している。文科省ほか(2021)では、活動性の評価を確実性Cクラス(変形を受けている最新期の地層の年代が第四紀前期である可能性がある)としている。



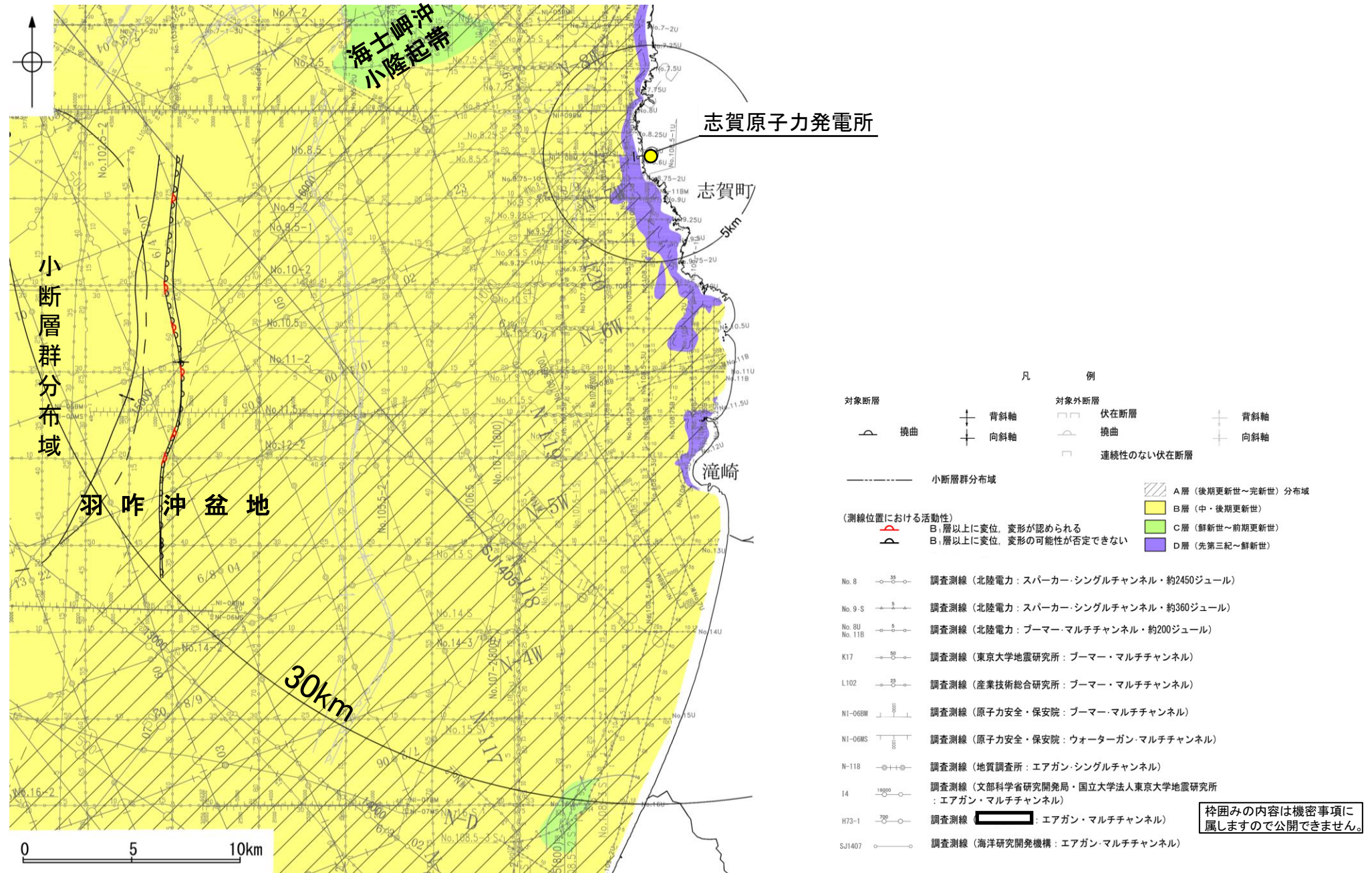
位置図



I4測線(赤矢印は断層, 北東側はKZ1, 南西側はKZ2とその延長)
(文科省ほか(2015)に一部加筆)

2.6.4 (3) 羽咋沖西撓曲の活動性 – 羽咋沖西撓曲周辺の地質図 –

- 羽咋沖西撓曲は、羽咋沖盆地(岡村, 2007a)内に分布し、東翼が急傾斜で幅が狭く、西翼が緩傾斜で幅が広い非対称な褶曲構造である。
- 羽咋沖西撓曲周辺には、C層及びB層が厚く堆積し、一部でA層が認められなくなる。



羽咋沖西撓曲周辺の地質図

2.6.4 (3) 羽咋沖西撓曲の活動性 —No.9-1測線—

○No.9-1測線において、測点21.5付近でB₁層下部、B₂層、B₃層、C₁層及びC₂層に東落ちの変形が認められることから、撓曲を推定した。変形はB₁層上部に及んでいないが、B₁層下部まで変形は及んでいることから、B₁層以上に変位、変形が認められると判断した。



位置図



- 凡 例
- 対象断層
 - ┌ 撓曲
 - └ 小断層群分布域
 - 対象外断層
 - ┌ 伏在断層
 - └ 撓曲
 - └ 連続性のない伏在断層
 - 背斜軸
 - ┌ 背斜軸
 - └ 向斜軸
 - 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)
 - 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)
 - 調査測線 (北陸電力：プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - 調査測線 (東京大学地震研究所：プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (産業技術総合研究所：プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (原子力安全・保安院：プーマー・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (原子力安全・保安院：ウォーターガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (地質調査所：エアガン・シングルチャンネル)
 - 調査測線 (文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所：エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (エアガン・マルチチャンネル)
 - 調査測線 (海洋研究開発機構：エアガン・マルチチャンネル)

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

