

平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）に基づく報告について

平成24年1月27日付け「平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（指示）」（平成24・01・26 原院第1号）に基づき、以下のとおり報告いたします。

内陸地殻内の活断層の連動性の検討において、活断層間の離隔距離が約5キロメートルを超える活断層等その連動性を否定していたものに関し、地形及び地質構造の形成過程（テクトニクス）、応力の状況等を考慮して、連動の可能性について検討しました。

1. 柏崎刈羽原子力発電所

柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺においては、地質調査等の結果に基づき、角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層、悠久山断層、半蔵金付近のリニアメント、柏崎平野南東縁のリニアメント、山本山断層、水上断層、上米山断層、雁海断層、佐渡島棚東縁撓曲、F-B褶曲群、佐渡島南方断層、F-D褶曲群及び高田沖褶曲群を耐震設計上考慮すべき活断層として評価しています。

これらの活断層の連動については、活断層の分布状況や敷地への影響を考慮し、角田・弥彦断層、気比ノ宮断層及び片貝断層の連動（長岡平野西縁断層帯、長さ約91km）並びにF-D褶曲群及び高田沖褶曲群の連動（長さ約55km）を考慮しています¹⁾（図1）。

今回、既に連動を考慮している活断層の延長上に分布する十日町断層帯西部（十日町盆地西縁断層帯）、信濃川断層帯（長野盆地西縁断層帯）、文献に示される親不知沖合の伏在逆断層（以下「親不知海脚西縁断層」という。）及び魚津断層帯についても連動の検討対象とし、地形及び地質構造の形成過程に関する検討、断層間の応力の相互作用に関するシミュレーションを実施しました。その結果、これらの活断層が連動する可能性は低いと評価しました（図2～3、表1～2、添付1～6）。

2. 福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所

福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の敷地周辺においては、地質調査等の結果に基づき、双葉断層、福島盆地西縁断層帯及び井戸沢断層を耐震設計上考慮すべき活断層として評価しています²⁾。

これらの活断層は、互いに直線的に分布するような地質構造上の関連性を有するものではないこと等から、連動について考慮する必要はないものと評価しました（図4）。

なお、平成23年4月11日に福島県浜通りの地震（M7.0）が発生し、井戸沢断層

と湯ノ岳断層に地震断層が現れましたが、この地震による両発電所への影響はありませんでした。

3. 東通原子力発電所

東通原子力発電所の敷地周辺においては、地質調査等の結果に基づき、横浜断層、出戸西方断層、上原子断層、折爪断層、青森湾西岸断層帯、津軽山地西縁断層帯北部、津軽山地西縁断層帯南部、函館平野西縁断層帯、敷地東方沖断層及び恵山沖断層を耐震設計上考慮すべき活断層として評価しています³⁾。

これらの活断層は、互いに直線的に分布するような地質構造上の関連性を有するものではないこと等から、連動について考慮する必要はないものと評価しました(図5)。

今後も、活断層の連動性に関する情報収集に努め、新たな知見については今後の評価に適切に反映してまいります。

以 上

【参考文献】

- 1) 東京電力株式会社(2008): 柏崎刈羽原子力発電所敷地及び敷地周辺の地質・地質構造に係る報告書、平成20年10月。
- 2) 東京電力株式会社(2010): 福島第一原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書(6号原子炉施設の変更)、平成19年4月(平成22年8月一部補正)。
- 3) 東京電力株式会社(2010): 東通原子力発電所 原子炉設置許可申請書 平成18年9月(平成22年11月一部補正)。

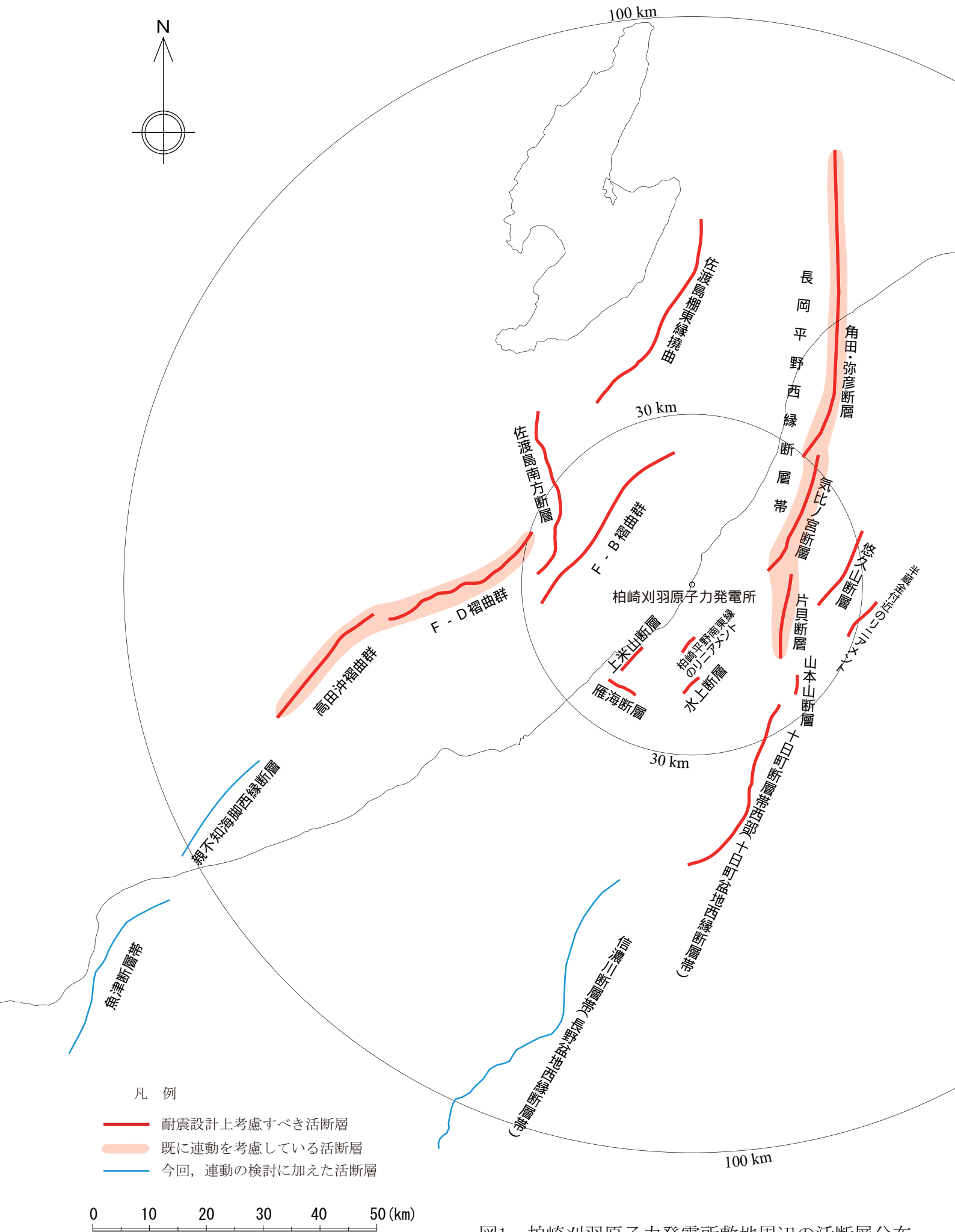














図1 柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の活断層分布

- 凡例
- 東京電力株
 長岡平野西縁断層帯
- 地震調査研究推進本部
 活断層(第四紀後期の活動が確実な区間)
 活断層(第四紀後期の活動が不確かな区間)
- 活断層詳細デジタルマップ(2002)
 活断層(推定活断層を含む)
- 新編 日本の活断層(1991)
 確実度 I
 確実度 II
 確実度 III
- 第四紀逆断層アトラス(2002)
 断層位置が確かな区間
 断層位置が不確かな区間
 変位地形が見えない区間
- 活構造図「新潟」(1984)
 活断層
 推定活断層

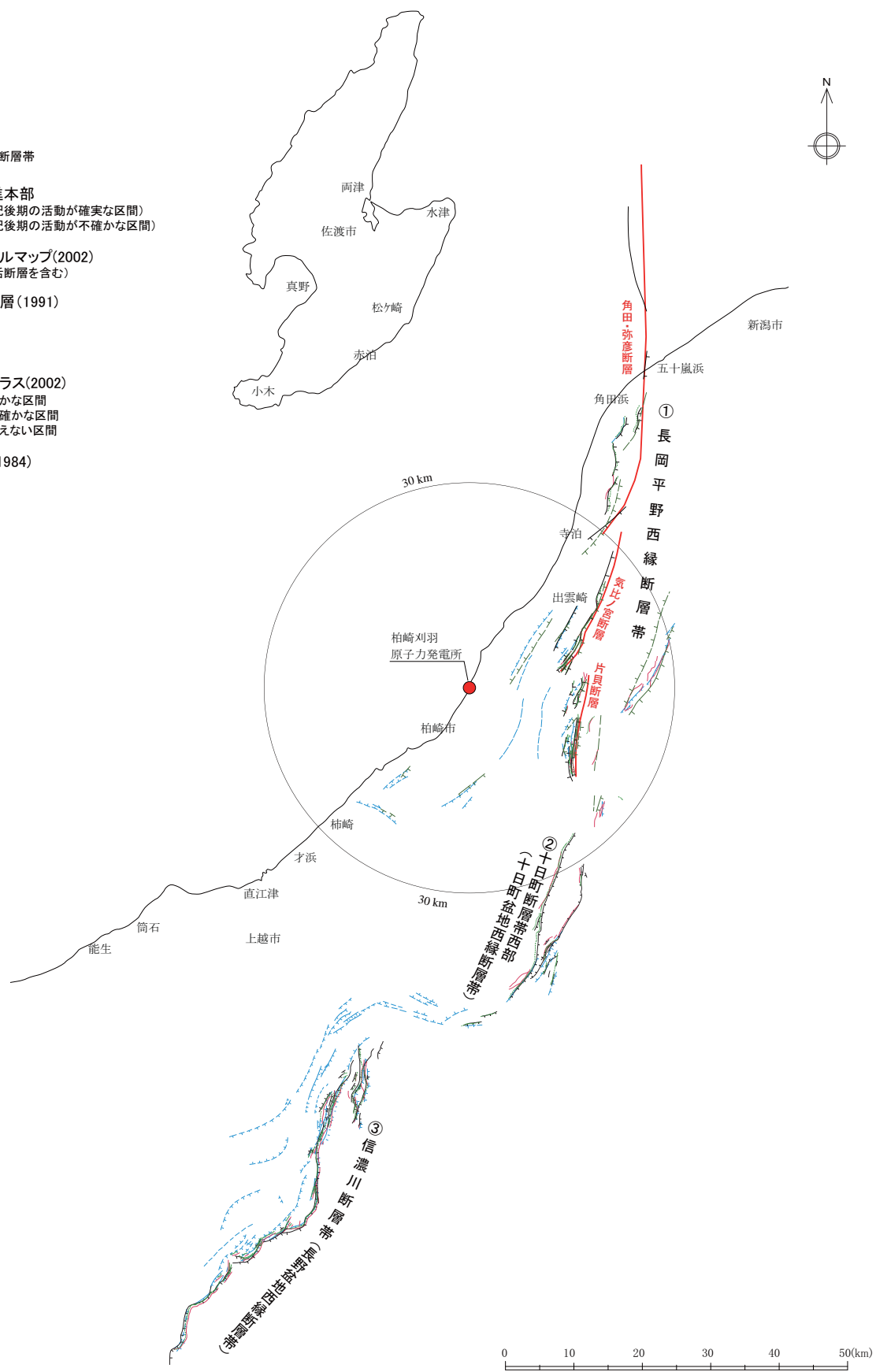


図2 敷地周辺陸域の断層分布

表1 敷地周辺陸域の地質層序表

時代		地層名	主な層相・岩質		
第四紀	完新世	沖積層・新期砂層	礫, 砂, シルト, 粘土, 細~中粒砂		
	更新世	後期	L _{II} 面堆積物	礫, 砂	
			番神砂層	L _I 面堆積物	礫, 砂
			M _{II} 面堆積物	礫, 砂	
		大湊砂層	M _I 面堆積物	中粒砂	
	新世	中期	安田層	シルト, 粘土, 砂	
			青海川層	H面群堆積物	シルト, 粘土, 礫, 砂
		前期	脇野町層・和島層・久米層 大坪層・駒の間層等	シルト, 粘土, 礫, 砂	
	第三紀	鮮新世	魚沼層	砂層・礫層・泥岩互層 安山岩質火山噴出岩類	
			灰爪層	砂岩・泥岩互層 砂質泥岩, 凝灰質泥岩	
中新世		西山層	泥岩, 砂岩・泥岩互層		
		椎谷層	砂岩・泥岩頁岩 安山岩質火山噴出岩類		
中新世	後期	寺泊層	黒色頁岩, 砂岩・頁岩互層 安山岩質火山噴出岩類		
		七谷層	硬質頁岩, 砂岩, 礫岩		
	前期	グリーンタフ	緑色凝灰岩, 安山岩, デイサイト, 流紋岩		
先新第三紀		基盤岩類	花崗岩類 超塩基性岩類		

※米山火山岩類
(安山岩質火山噴出岩類)

⋯ 示標テフラ
 ~ 不整合
 ≋ 同時異相

①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部（十日町盆地西縁断層帯）及び③信濃川断層帯（長野盆地西縁断層帯）

検討項目	検討に用いた調査・解析結果		検討結果	備考
地形及び地質構造の形成過程	文献調査		地震調査研究推進本部（2010）は、①長岡平野西縁断層帯の南方に長さ約 33km の西側隆起の逆断層である②十日町断層帯西部を示している	図 2
			地震調査研究推進本部（2001）は、②十日町断層帯西部の南方に長さ約 58km の西側隆起の逆断層である③信濃川断層帯（長野盆地西縁断層帯）を示している	
	変動地形的調査	空中写真判読	①長岡平野西縁断層帯の南部（片貝断層）に対応して数条の L _A 、L _B 及び一部 L _C リニアメントが、②十日町断層帯西部の北部に対応して L _B 、一部 L _A 及び L _C リニアメントがそれぞれ判読されるが、その間においてリニアメントは判読されない	表 1 添付図 1-1
			①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部との離隔距離は約 10km である	
	地表地質調査	地表踏査	①長岡平野西縁断層帯の南部（片貝断層）及び②十日町断層帯西部の北部においては、片貝・真人背斜東翼部の地層が急傾斜を示すのに対して、両断層帯の間においては同背斜西翼部の地層が急傾斜となっており、地質構造が異なる	表 1 添付図 1-2
	地球物理学的調査	反射法地震探査（P 波） 反射法地震探査（S 波）	①長岡平野西縁断層帯の中部（気比ノ宮断層）においては、沖積層堆積以降の断層活動による鉛直単位変位量は約 2m～約 3m と推定される	
地表地質調査	ボーリング調査		表 1 添付図 1-3	
応力の状況	断層間の応力の相互作用（ ΔCFF ）に基づく連動の平均発生間隔 [※]		角田・弥彦断層、気比ノ宮断層及び片貝断層（①長岡平野西縁断層帯）が連動する平均発生間隔は約 7 万年となっているのに対して、①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部、①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部及び③信濃川断層帯が連動する平均発生間隔は、いずれも 200 万年以上となっている	添付 6
総合評価			<ul style="list-style-type: none"> 地形及び地質構造の形成過程に関する検討結果によると、①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部との間にリニアメントは判読されず、両断層帯の間において地質構造が異なる。 応力の状況に関する検討結果によると、角田・弥彦断層、気比ノ宮断層及び片貝断層（①長岡平野西縁断層帯）が連動する平均発生間隔が約 7 万年となっているのに対して、①長岡平野西縁断層帯と②十日町断層帯西部、さらに③信濃川断層帯を加えて連動する平均発生間隔は、いずれも 200 万年以上となっている。 以上のことから、これらの活断層帯が連動する可能性は低いものと考えられる。 	

※：入谷ほか（2008）に基づきシミュレーションを実施

凡例

リニアメント

(十日町断層帯西部については北部のみ図示。)

凡例	ランク
	LA
	LB
	LC
	LD

短線は低い側を示す。短線がないリニアメントは、両側で高度の不連続が認められないもの。矢印は横ずれの方向を示す。

↓ 段丘面上の急傾斜部
矢印の方向は傾斜方向を示す。

「新編日本の活断層(1991)による活断層

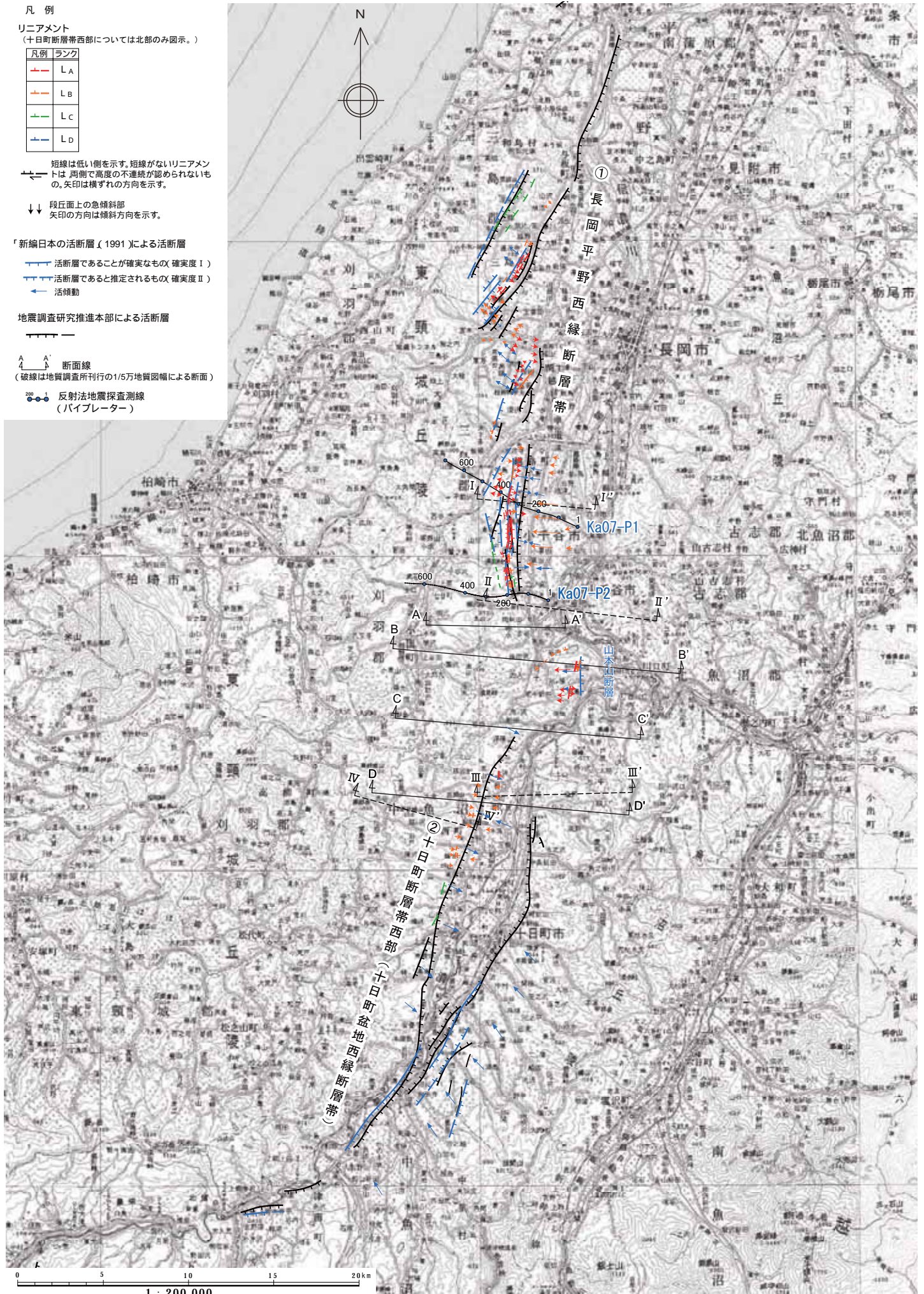
- 活断層であることが確実なもの(確実度 I)
- 活断層であると推定されるもの(確実度 II)
- 活傾動

地震調査研究推進本部による活断層

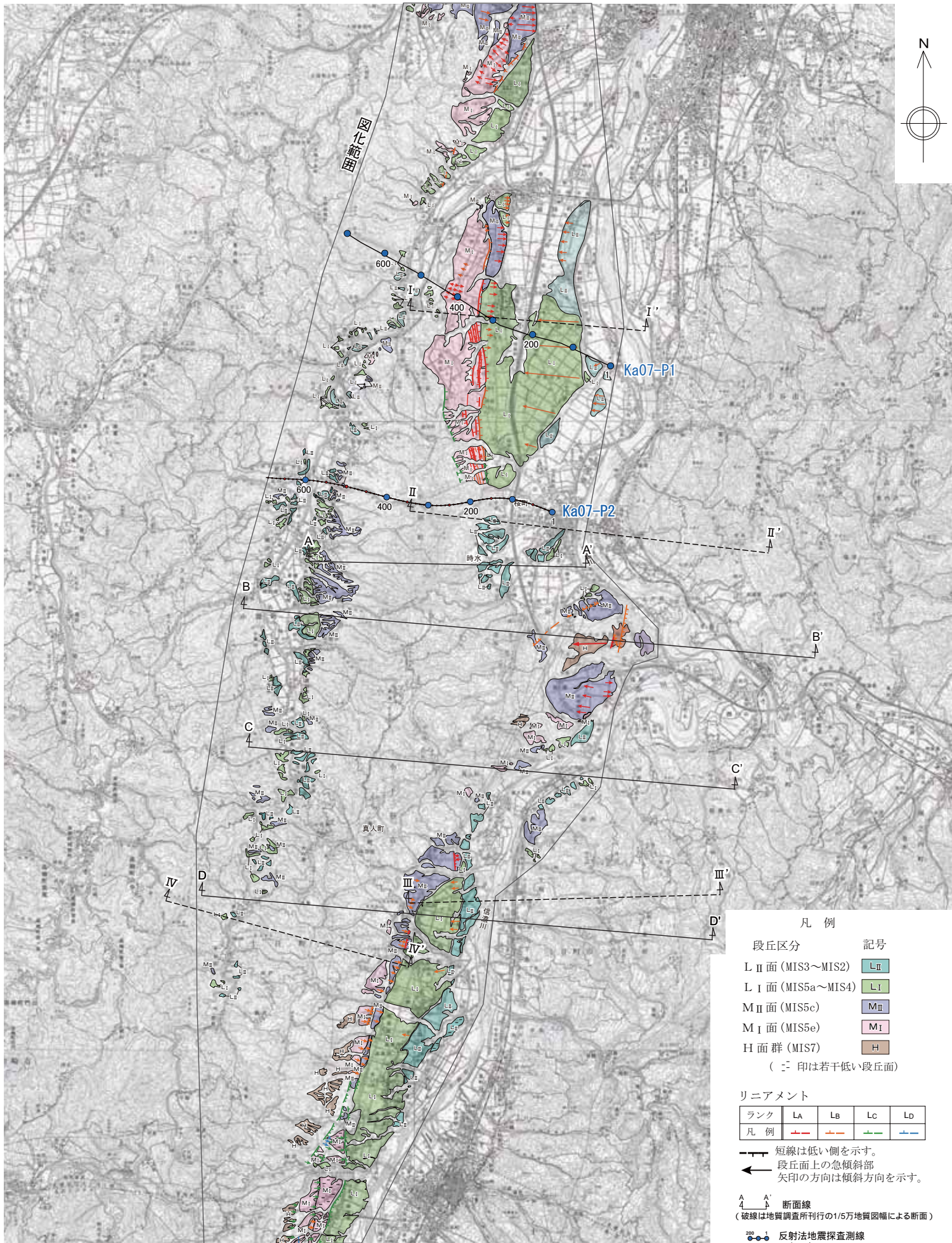


断面線
(破線は地質調査所刊行の1/5万地質図幅による断面)

●● 反射法地震探査測線
(パイプレーター)

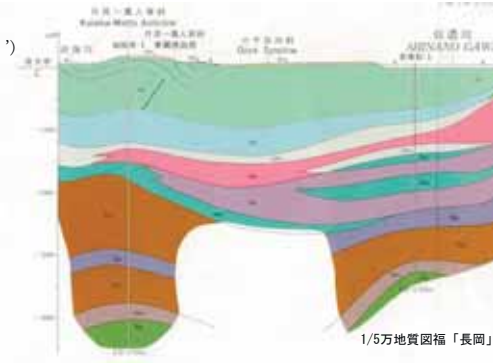


添付図1-1(1) 長岡平野西縁断層帯と十日町断層帯西部との位置関係



添付図1-1(2) 片貝断層・十日町断層帯西部周辺の空中写真判読図

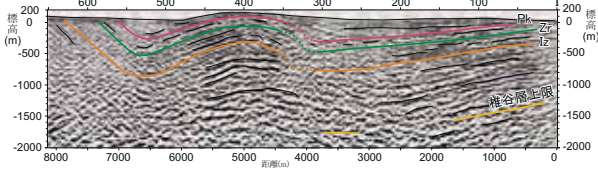
(I-I')



Ka07-P1

片貝・真人背斜 片貝断層

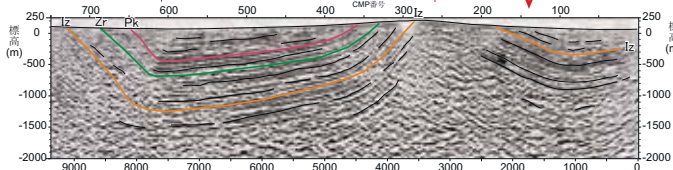
Pk : Pk (SK020) テフラ[0.85Ma]
 Zr : Zr (SK030) テフラ[1.05Ma]
 Iz : Iz (SK100) テフラ[1.50Ma]
 テフラ名称・年代は岸ほか(1996)による。



Ka07-P2

渋海川向斜

片貝・真人背斜 片貝断層延長部

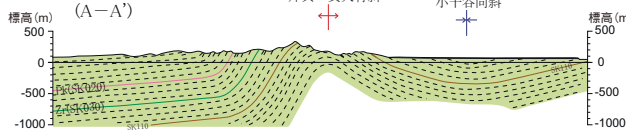


(II-II')



(A-A')

片貝・真人背斜 小千谷向斜



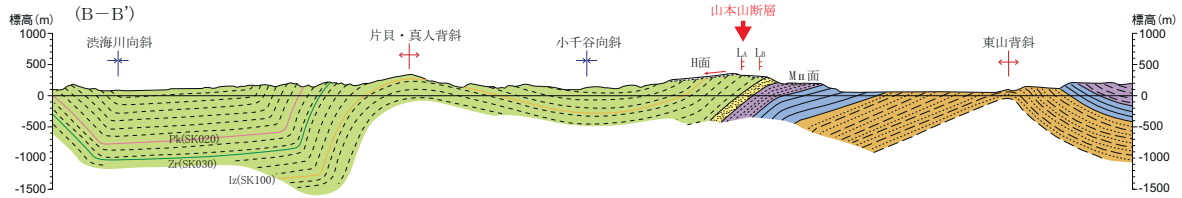
(B-B')

渋海川向斜

片貝・真人背斜 小千谷向斜

山本山断層

東山背斜

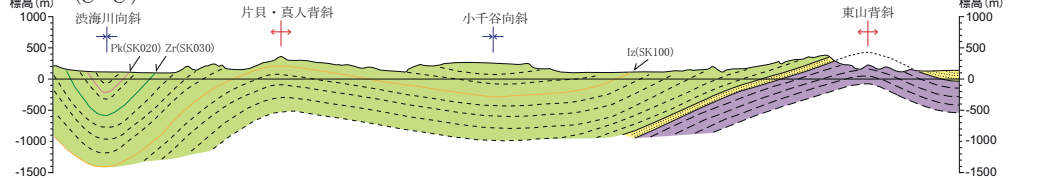


(C-C')

渋海川向斜

片貝・真人背斜 小千谷向斜

東山背斜

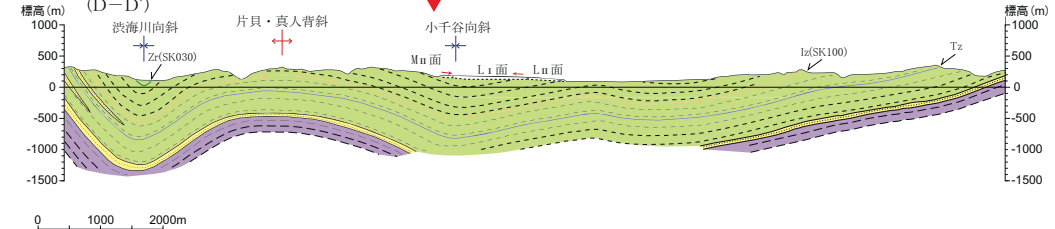


(D-D')

渋海川向斜

片貝・真人背斜 小千谷向斜

十日町断層帯西部



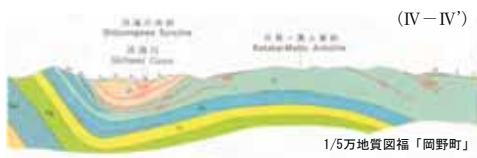
凡例

- 魚沼層
- 和南津層
- 白岩層(灰爪層)
- 牛ヶ首層(西山層)
- 川口層(西山層～椎谷層)
- 一村尾層
- 西名層
- 中生層

- Pk (SK020) 火山灰
- Zr (SK030) 火山灰
- Iz (SK100) 火山灰
- Tz 火山灰

- 背斜軸
- 向斜軸

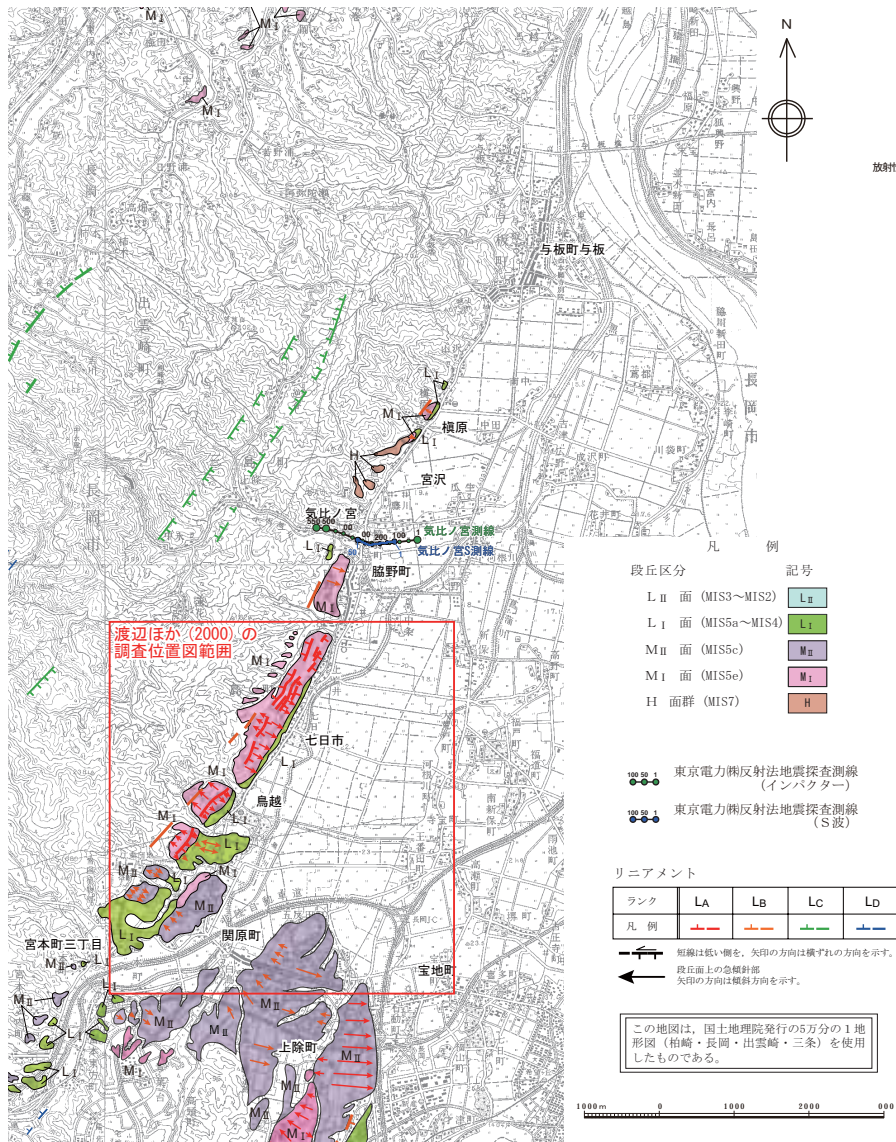
(IV-IV')



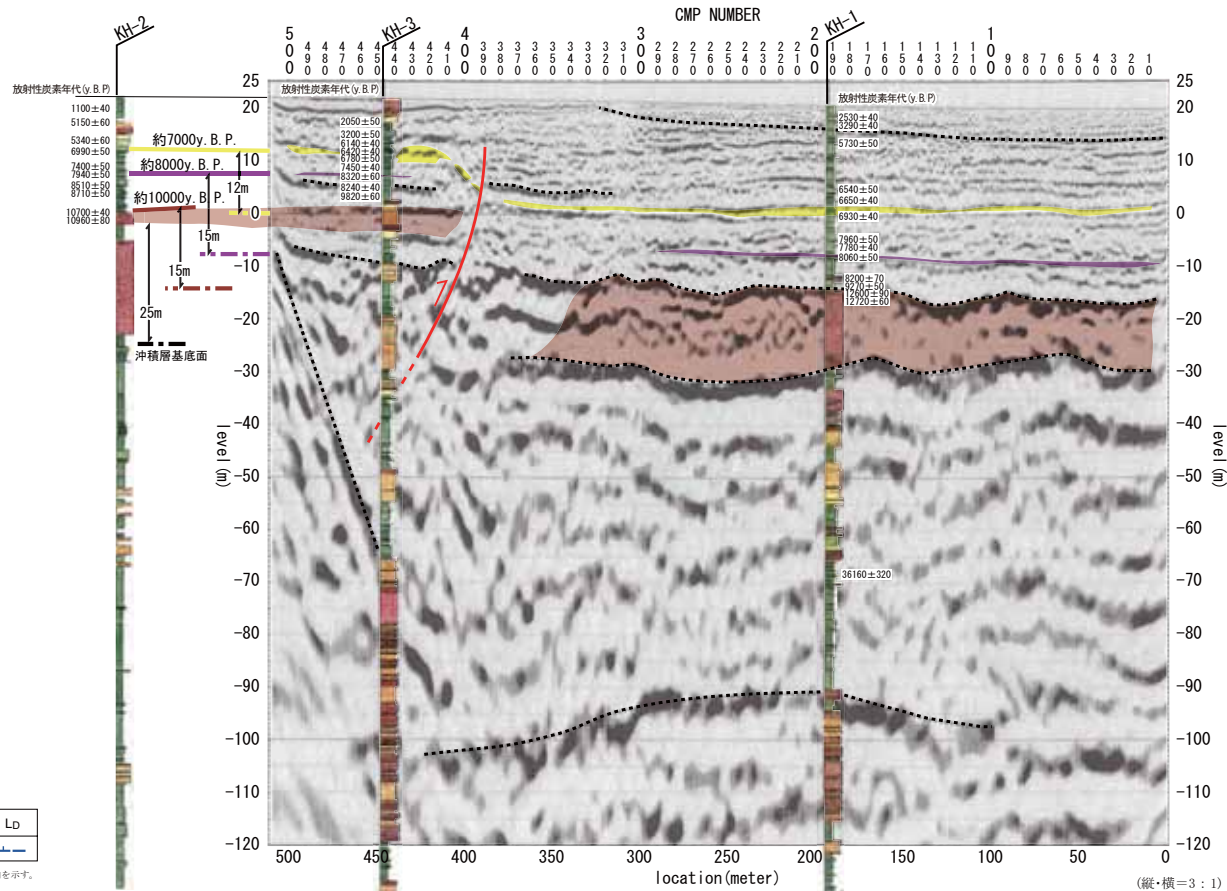
(III-III')



添付図1-2 片貝断層から十日町断層帯西部の北部にかけての地質構造

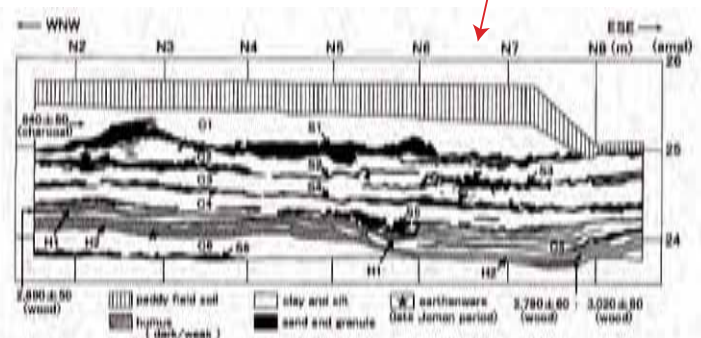
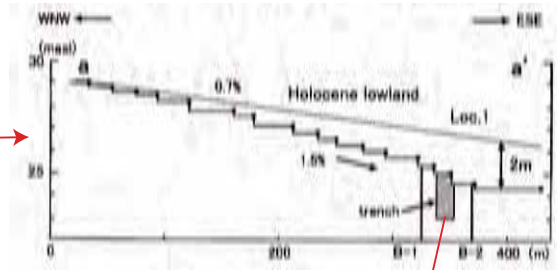
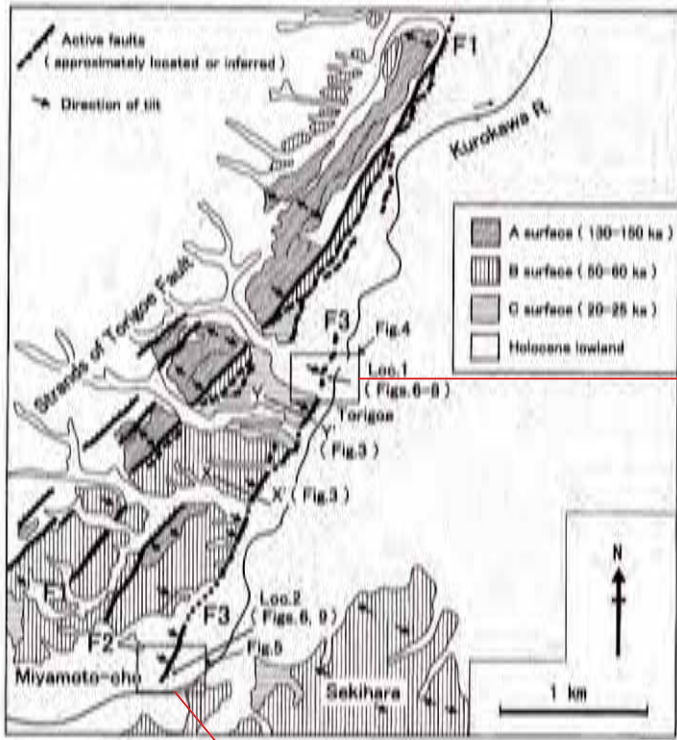


気比ノ宮断層周辺の変動地形分布図

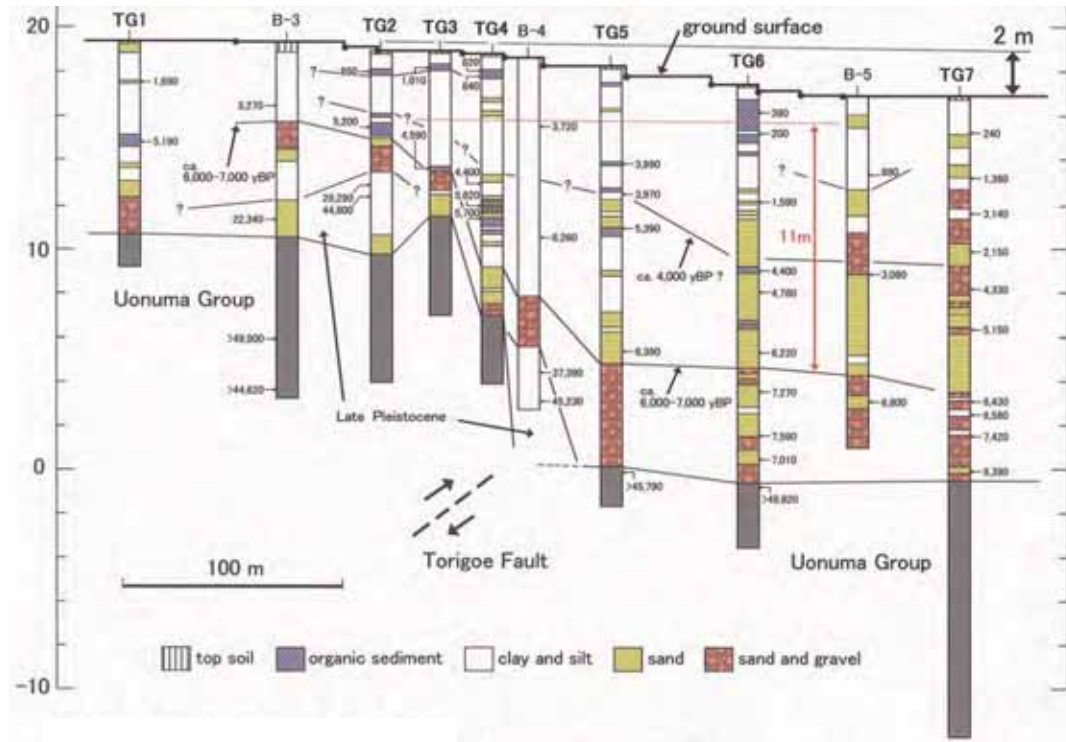
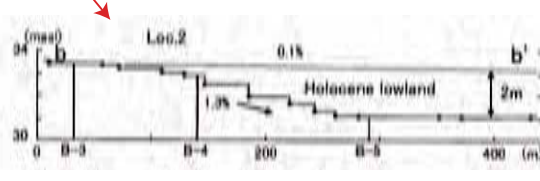


気比ノ宮 S 測線の深度断面及びその解釈

鉛直変位量は、約7,000年前の層準で約12m、約8,000年前の層準及び約10,000年前の層準ではいずれも約15mであり、約8,000年前～約7,000年前に断層活動があったものと考えられ、同活動による鉛直変位量は約3mと推定される。



S1層が上に膨らみ、上位のC1層 (840yBP ; 1,175~1,260AD) 中に噴き出していることから、S1堆積後に液状化が発生したと判断されている。



沖積面構成層の年代を示す14C年代測定値として、撓曲崖上部の820~850yBP (1,050~1,265AD)・1,010yBP (1,000~1,030AD)、撓曲崖下部~低下側の200~390yBP (1,450~1,950AD)・890yBP (1,045~1,220AD)がある。このうち、200~390yBPについては地質状況から人工改変の可能性が高いと判断されている。これらのことから、調査地点の沖積面の形成年代は11世紀~13世紀であることはほぼ確実であるとされている。

現在の撓曲崖の比高(約2m)が最新活動に伴う鉛直単位変位量をほぼ示すと考えられている。

凡例

東京電力株

- ▲ 逆断層
- ▼ 伏在逆断層
- 活背斜
- ▽ 活拗曲

- 「佐渡島北方海底地質図」(1995)
- 「佐渡島南方海底地質図」(1994)
- 「能登半島東方海底地質図」(2002)

- 逆断層(破線は伏在)
- 正断層(破線は伏在)
- 未区分断層
(ケハは落下側、破線は伏在)

新編 日本の活断層(1991)

- 活断層(比高200m以上)
- 活断層(比高200m以下)
- 推定断層(比高200m以上)
- 推定断層(比高200m以下)

「日本周辺海域の第四紀地質構造図」(2001)

- 逆断層

地震調査研究推進本部による魚津断層帯

- 活断層

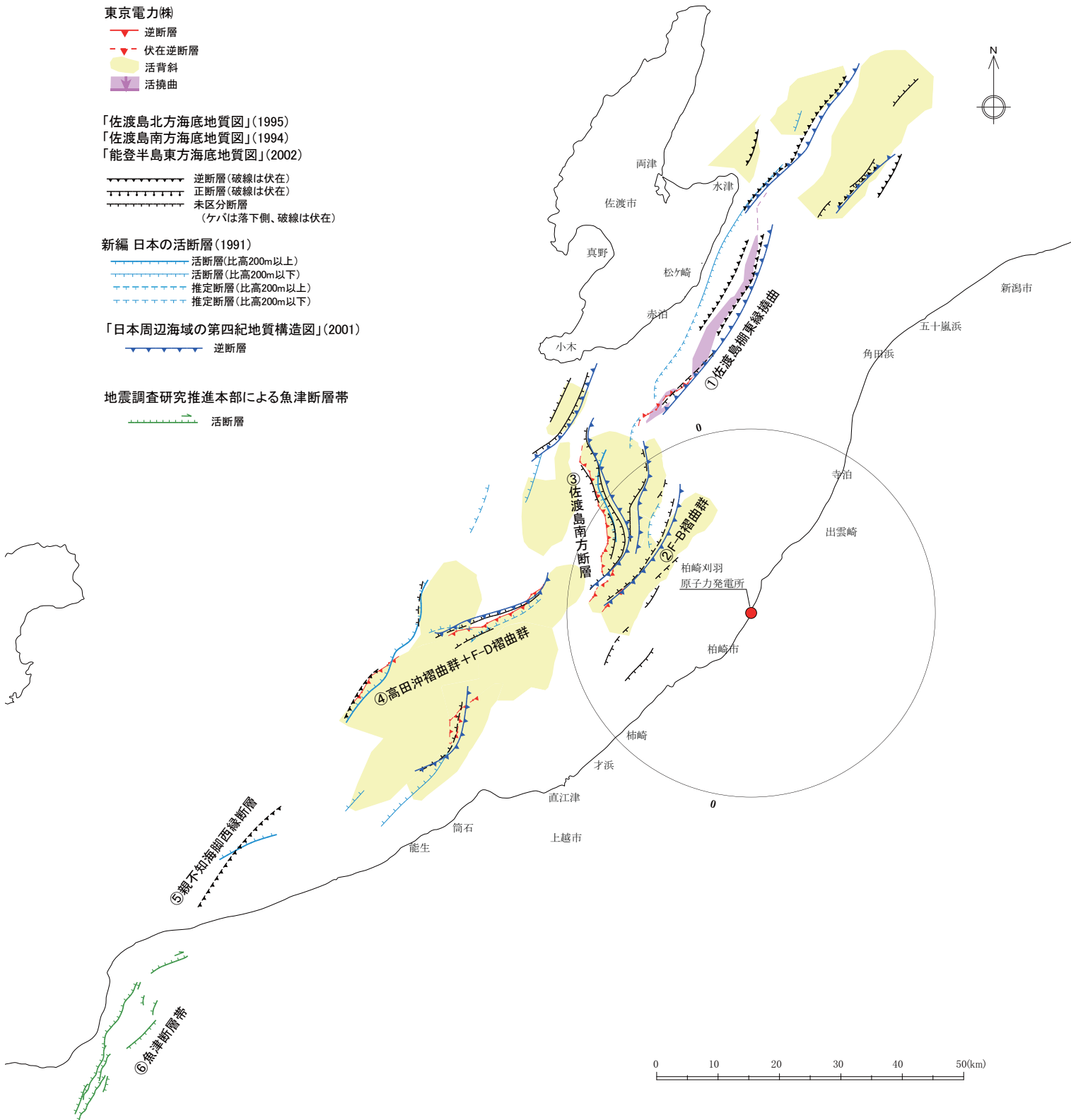


図3 敷地周辺海域の断層分布

表2 敷地周辺陸域と海域との地層対比

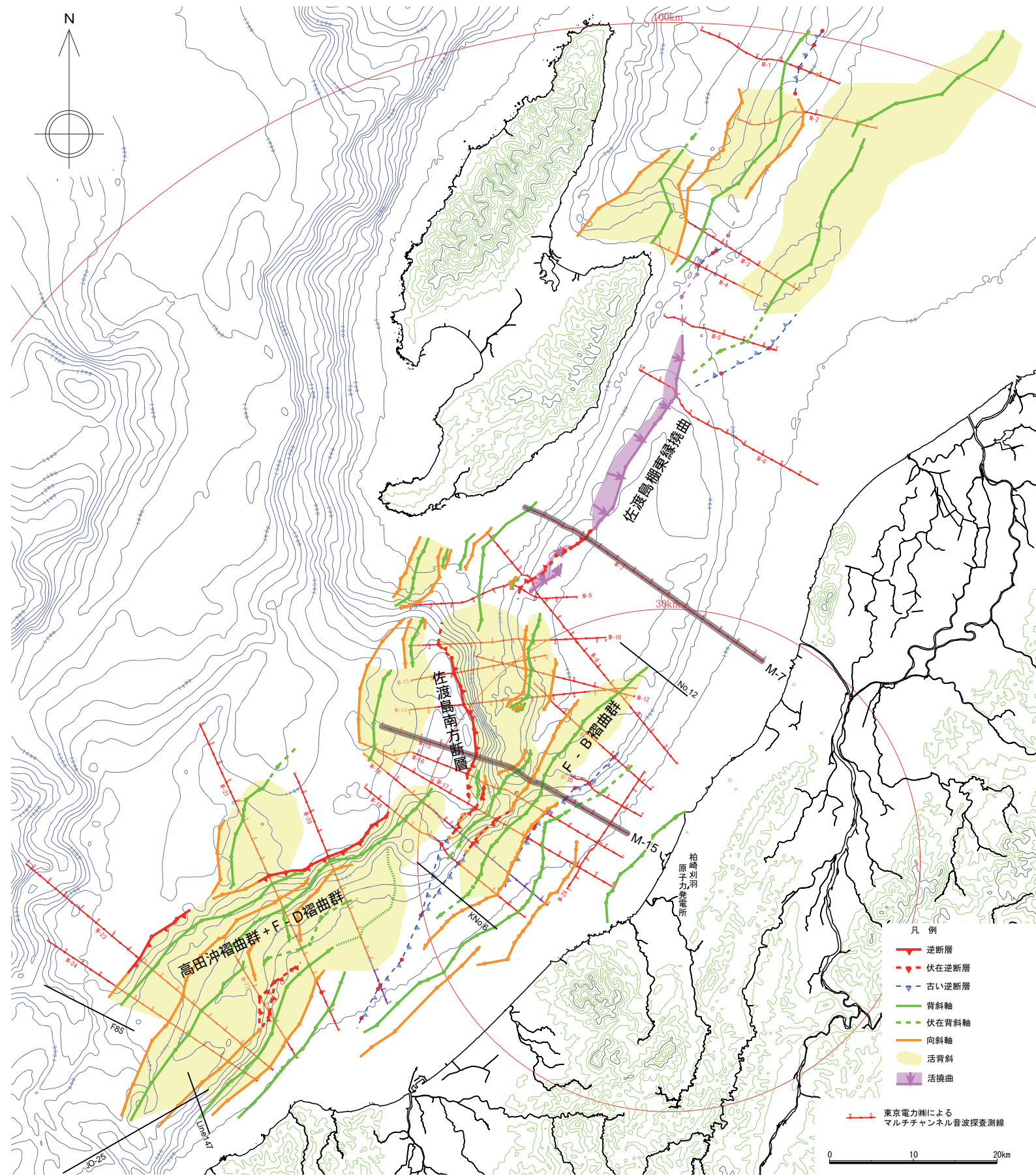
時代		敷地周辺陸域	敷地周辺海域	
第 四 紀	完新世	沖積層・新期砂層	A層	
	更 新 世	後期	番神砂層	B u層
			大湊砂層	
		安田層	M I面堆積物	
		青海川層	H面群堆積物	
	前期	脇野町層・和島層・久米層 大坪層・駒の間層等		B層
		魚沼層		
			灰爪層	C層
	鮮 新 世	後期	※	
		前期	西山層	
中 新 世		後期	椎谷層	E層
	寺泊層			
	中期	七谷層		
	前期	グリーンタフ		
先新第三紀		基盤岩類	F層	

※米山火山岩類
(安山岩質火山噴出岩類)

示標テフラ
不整合
同時異相

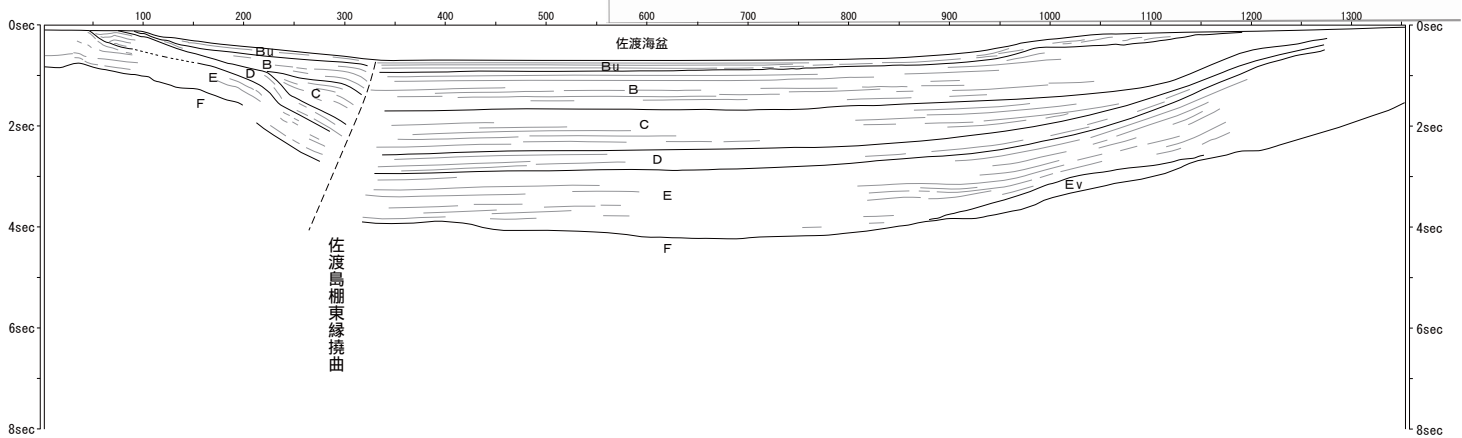
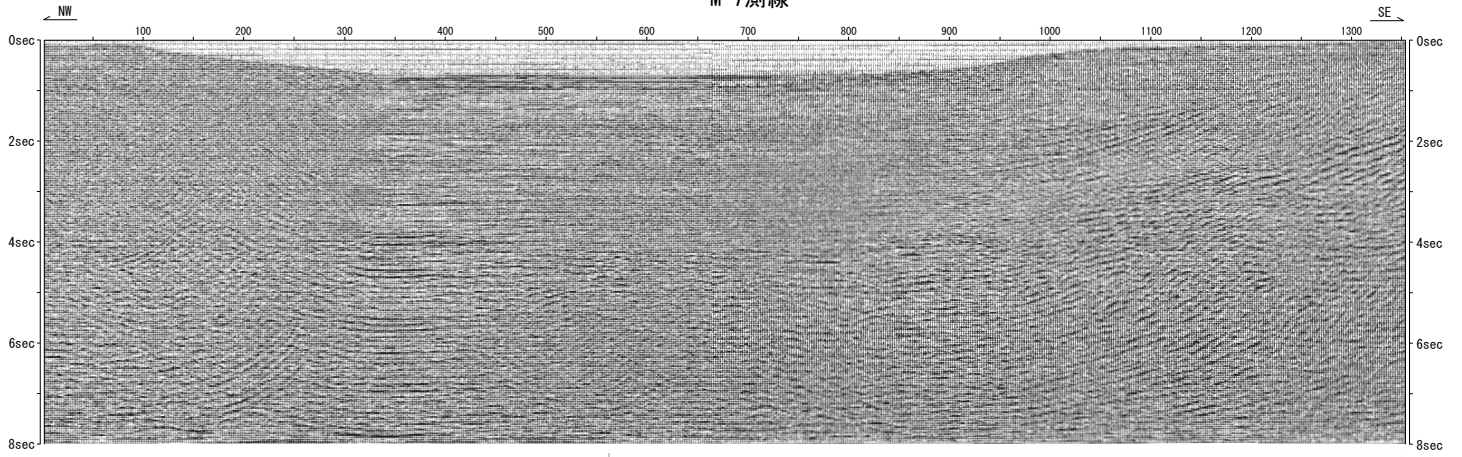
①佐渡島棚東縁撓曲と②F-B 褶曲群、①佐渡島棚東縁撓曲と③佐渡島南方断層

検討項目	検討に用いた調査・解析結果		検討結果	備考
地形及び地質構造の形成過程	地球物理学的調査	海上音波探査	①佐渡島棚東縁撓曲は北西傾斜の逆断層から形成されているのに対して、②F-B 褶曲群は南東傾斜の逆断層、③佐渡島南方断層は東傾斜の逆断層からそれぞれ形成されており、断層面の傾斜方向が異なる	表 2 添付図 2-1
		重力異常	①佐渡島棚東縁撓曲の上盤側は高重力異常域に対応しているのに対して、②F-B 褶曲群の上盤側は低重力異常域に対応しており、重力異常との対応が異なる	添付図 2-2
応力の状況	断層間の応力の相互作用 (ΔCFF) に基づく連動の平均発生間隔		①佐渡島棚東縁撓曲と②F-B 褶曲群が連動する平均発生間隔は 200 万年以上、①佐渡島棚東縁撓曲と③佐渡島南方断層が連動する平均発生間隔は約 117 万年となっている	添付 6
	活動履歴		②F-B 褶曲群に対応する位置において、2007 年 7 月 16 日に新潟県中越沖地震 (M6.8) が発生しており、②F-B 褶曲群付近は応力が解放されていると考えられる	
総合評価			<ul style="list-style-type: none"> 地形及び地質構造の形成過程に関する検討結果によると、①佐渡島棚東縁撓曲と②F-B 褶曲群、①佐渡島棚東縁撓曲と③佐渡島南方断層は、断層面の傾斜方向などが異なる。 応力の状況に関する検討結果によると、①佐渡島棚東縁撓曲と②F-B 褶曲群が連動する平均発生間隔は 200 万年以上、①佐渡島棚東縁撓曲と③佐渡島南方断層が連動する平均発生間隔は約 117 万年となっており、かつ、②F-B 褶曲群付近は新潟県中越沖地震により応力が解放されていると考えられる。 以上のことから、これらの活断層が連動する可能性は低いものと考えられる。 	

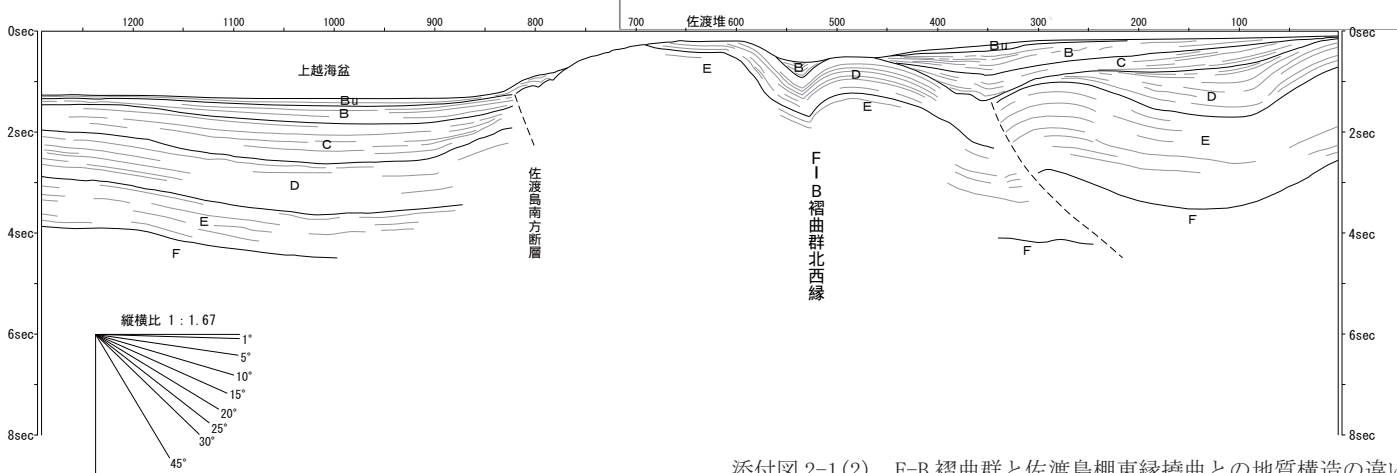
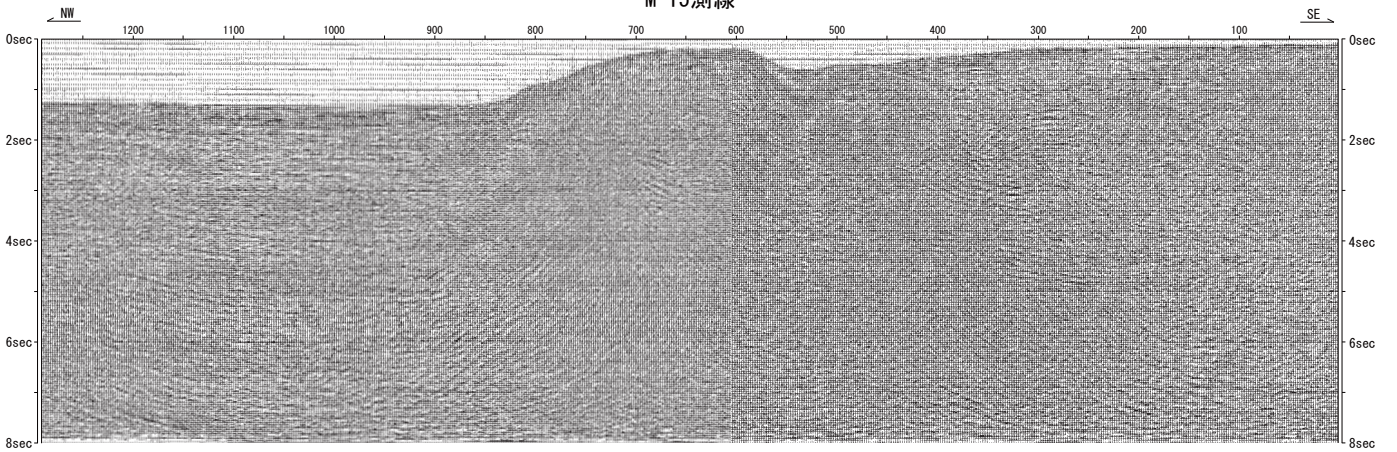


添付図2-1(1) 敷地周辺海域の地質構造図

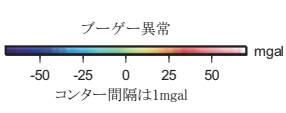
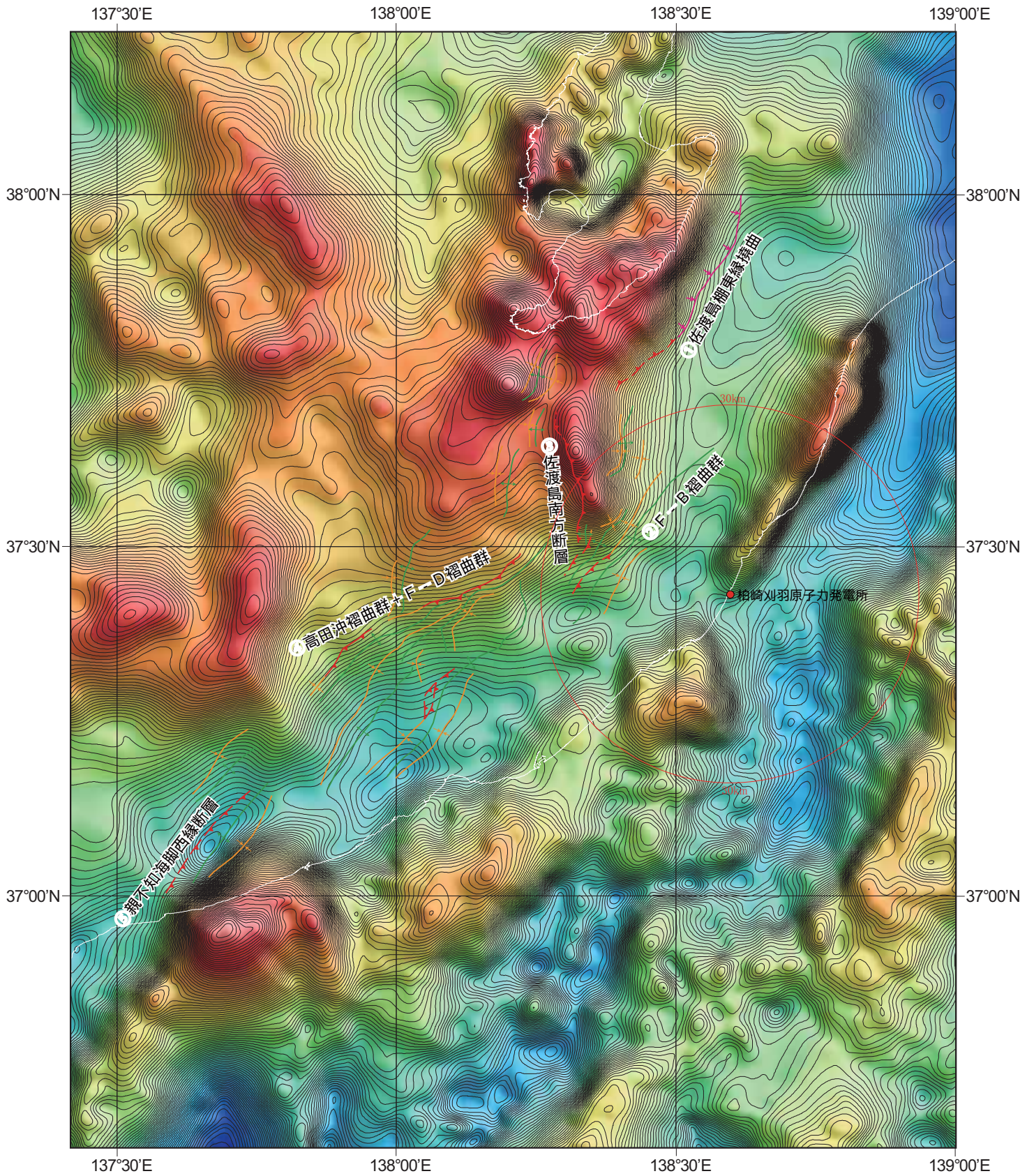
M-7測線



M-15測線



添付図 2-1(2) F-B 褶曲群と佐渡島棚東縁撓曲との地質構造の違い



使用データ: 日本重力CD-ROM第2版(2004)

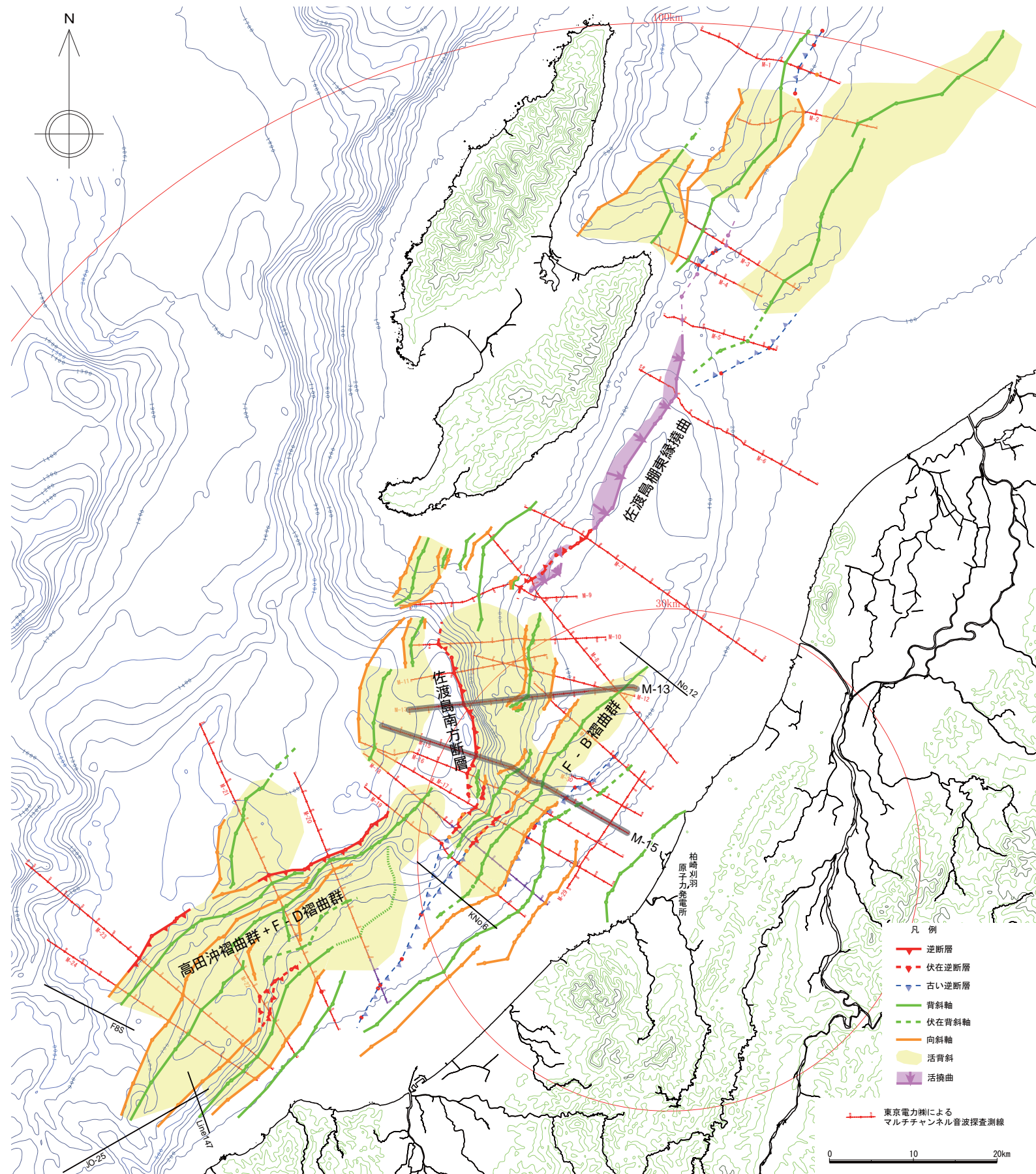
- 海域活構造
- 逆断層
 - - - 伏在逆断層
 - ⇓ 撓曲
 - ⇄ 背斜軸
 - ⇆ 向斜軸



添付図2-2 敷地周辺のブーゲー異常図 (傾向面除去)

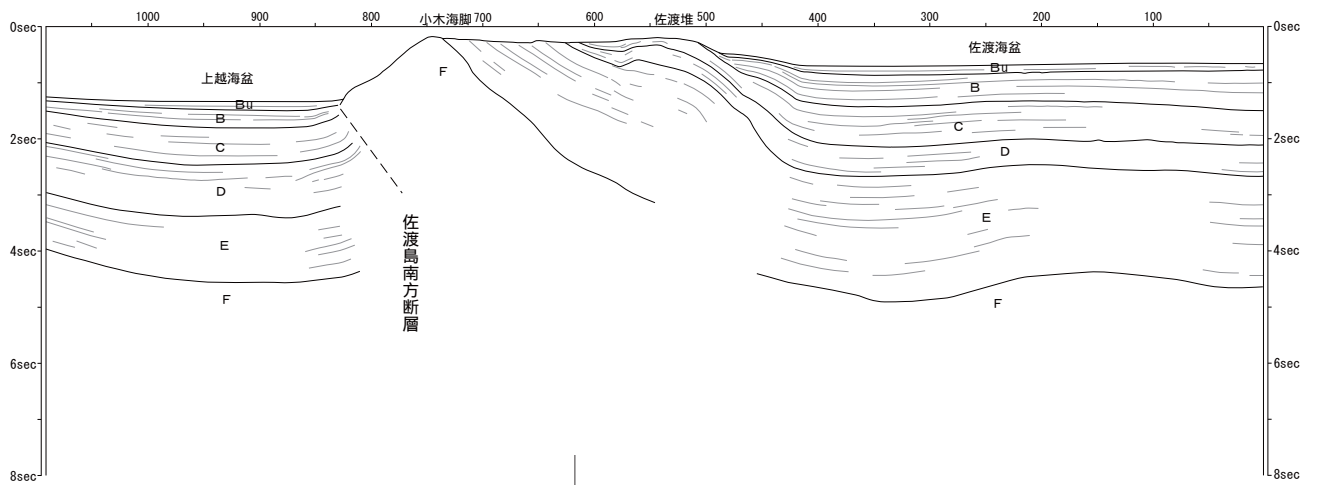
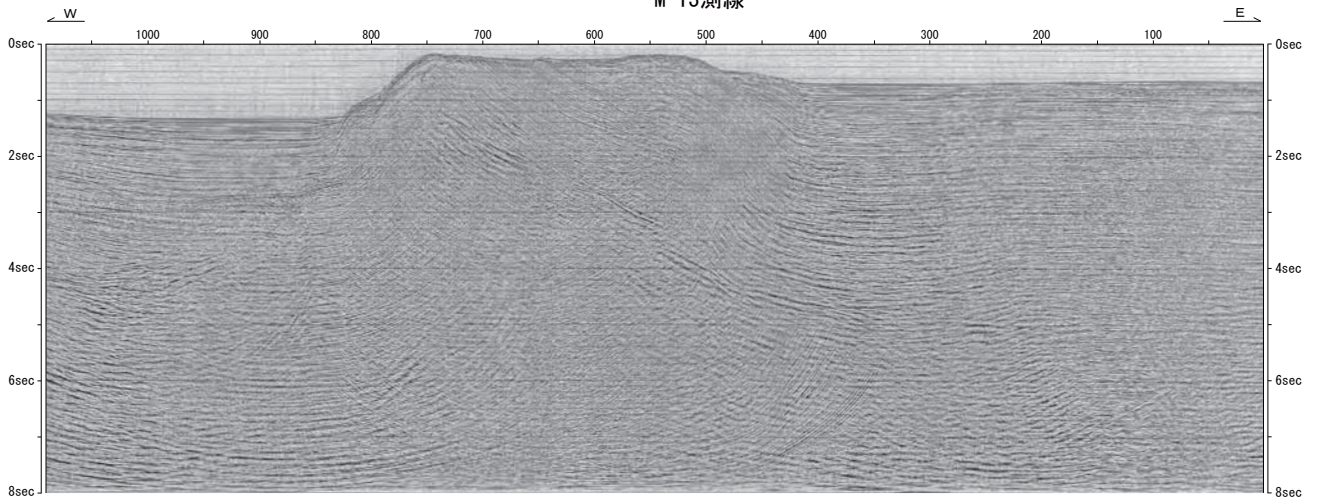
②F-B 褶曲群と③佐渡島南方断層

検討項目	検討に用いた調査・解析結果		検討結果	備考
地形及び地質構造の形成過程	地球物理学的調査	海上音波探査	②F-B 褶曲群と③佐渡島南方断層は 30° 程度の角度で斜交しており、断層の走向が異なる ②F-B 褶曲群は複数の短波長の褶曲から形成されているのに対して、③佐渡島南方断層は幅の広い褶曲構造あるいは東への同斜構造から形成されており、褶曲構造の形態が異なる	表 2 添付図 3-1
		重力異常	②F-B 褶曲群の上盤側は低重力異常域に対応しているのに対して、③佐渡島南方断層の上盤側は高重力異常域に対応しており、重力異常との対応が異なる	添付図 3-2
	断層間の応力の相互作用 (ΔCFF) に基づく連動の平均発生間隔		②F-B 褶曲群と③佐渡島南方断層が連動する平均発生間隔は約 17 万年となっている	添付 6
活動履歴		②F-B 褶曲群に対応する位置において、2007 年 7 月 16 日に新潟県中越沖地震 (M6.8) が発生しており、②F-B 褶曲群付近は応力が解放されていると考えられる		
総合評価			<ul style="list-style-type: none"> 地形及び地質構造の形成過程に関する検討結果によると、両断層は走向、断層に関連する褶曲構造及び重力異常との対応が異なる。 応力の状況に関する検討結果によると、両断層が連動する平均発生間隔は約 17 万年となっており、かつ、②F-B 褶曲群付近は新潟県中越沖地震により応力が解放されていると考えられる。 以上のことから、これらの活断層が連動する可能性は低いものと考えられる。 	

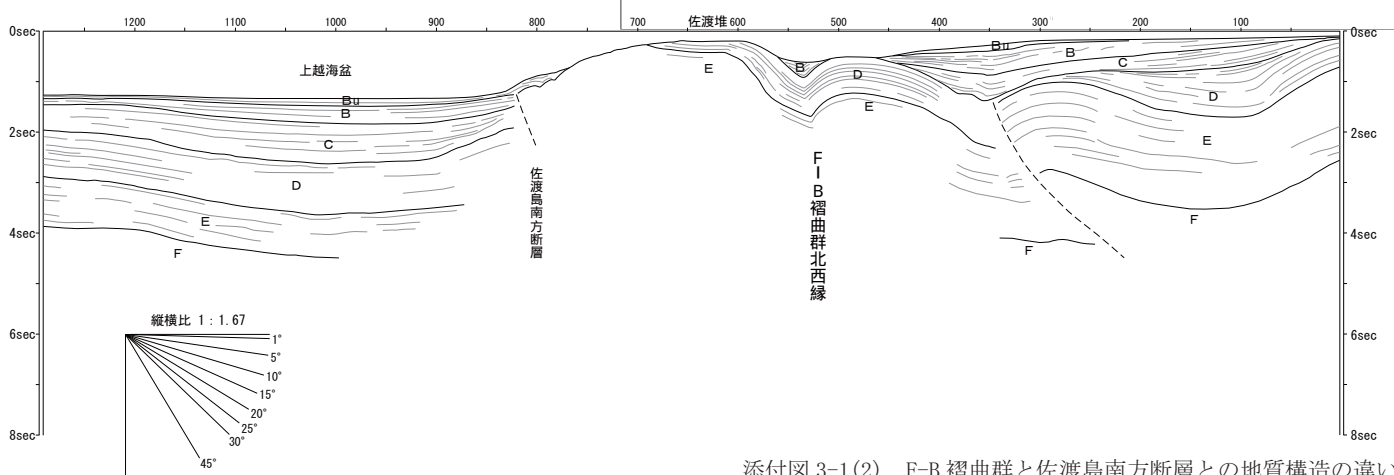
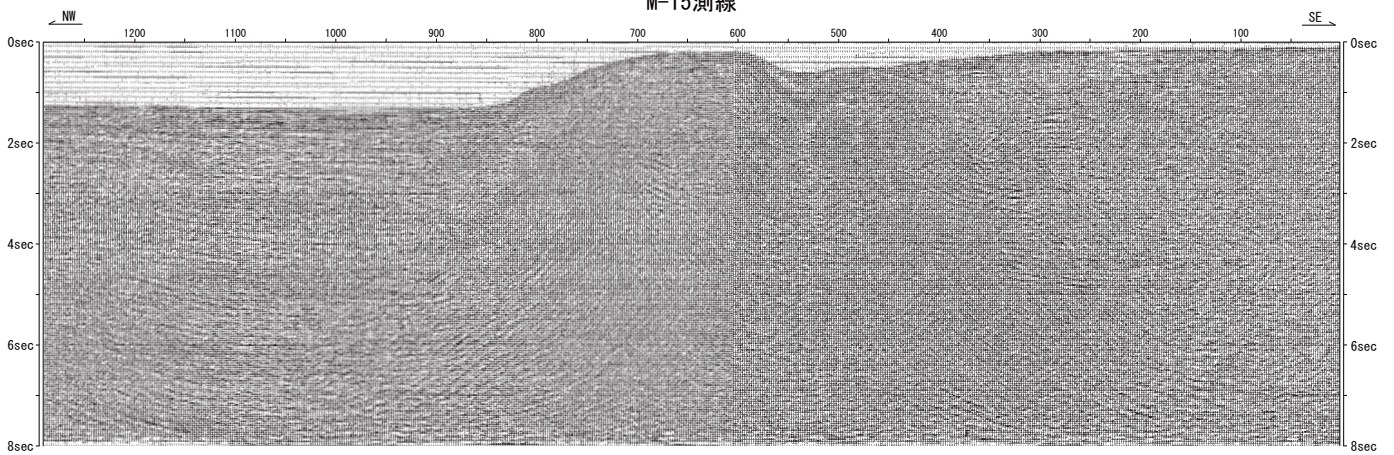


添付図3-1(1) 敷地周辺海域の地質構造図

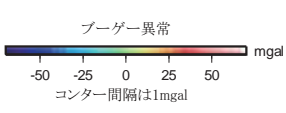
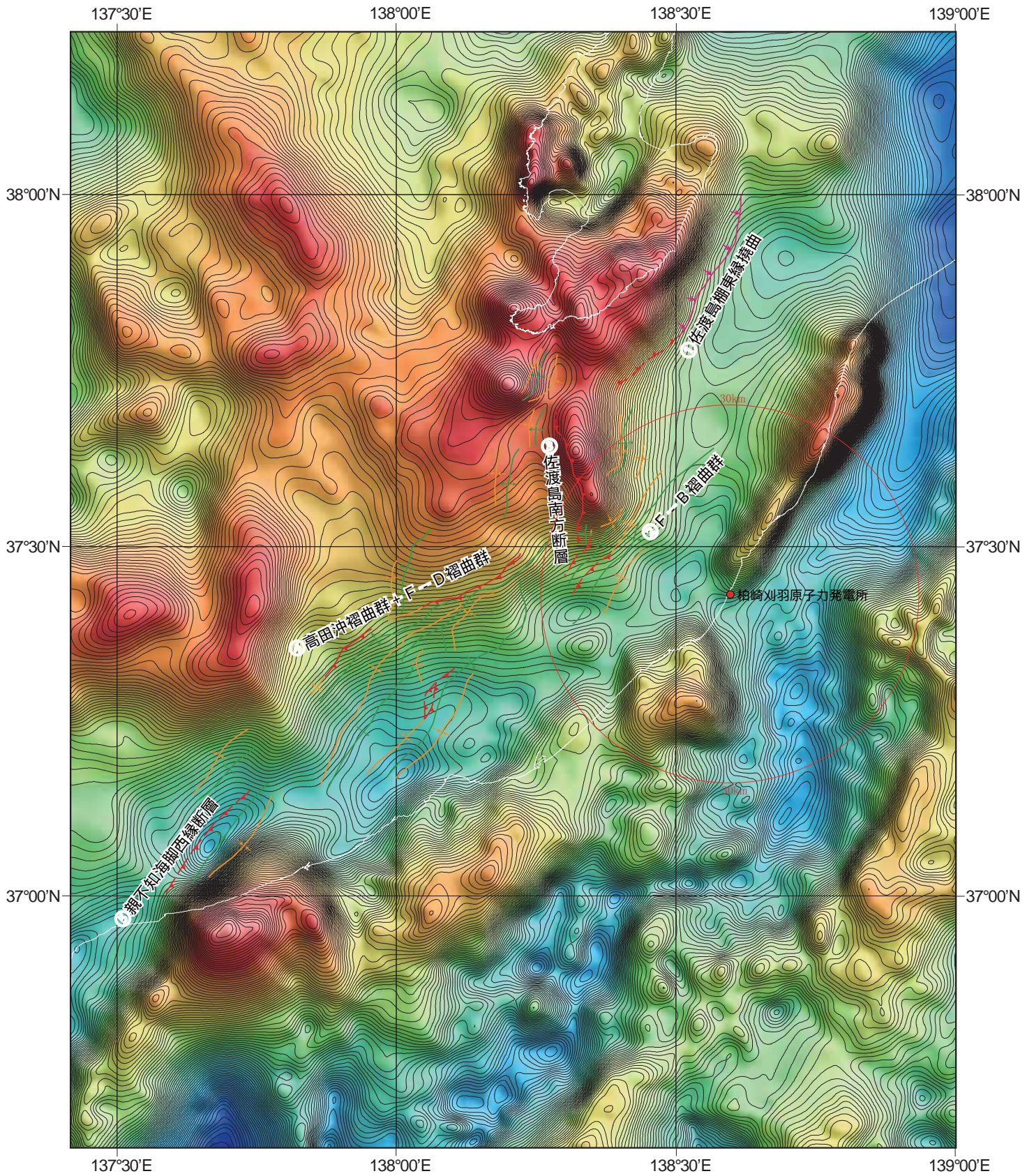
M-13測線



M-15測線



添付図 3-1(2) F-B 褶曲群と佐渡島南方断層との地質構造の違い



使用データ: 日本重力CD-ROM第2版(2004)

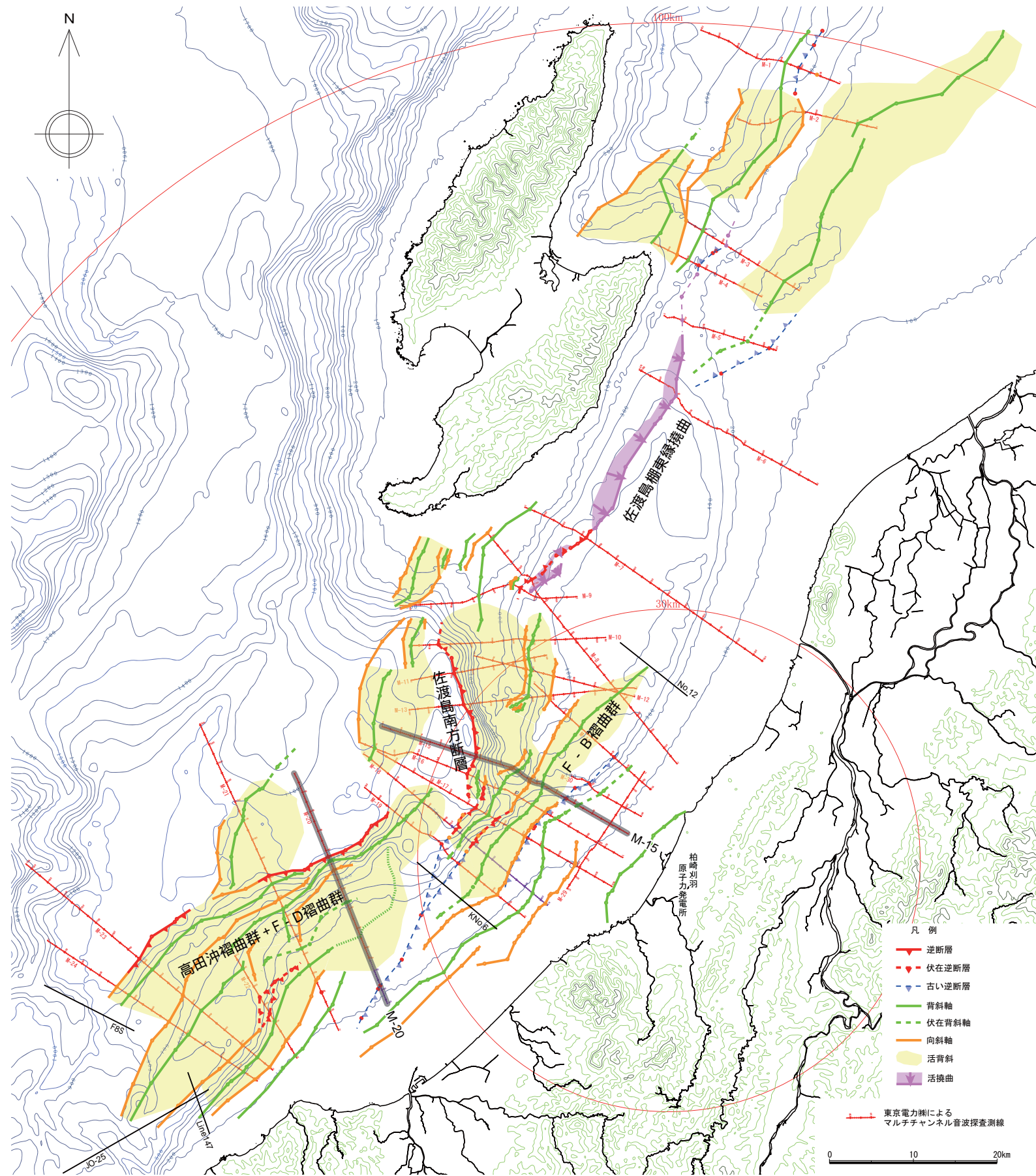
- 海域活構造
- 逆断層
 - - - 伏在逆断層
 - ↕↕ 撓曲
 - ↕↕ 背斜軸
 - ↔↔ 向斜軸



添付図3-2 敷地周辺のブーゲー異常図 (傾向面除去)

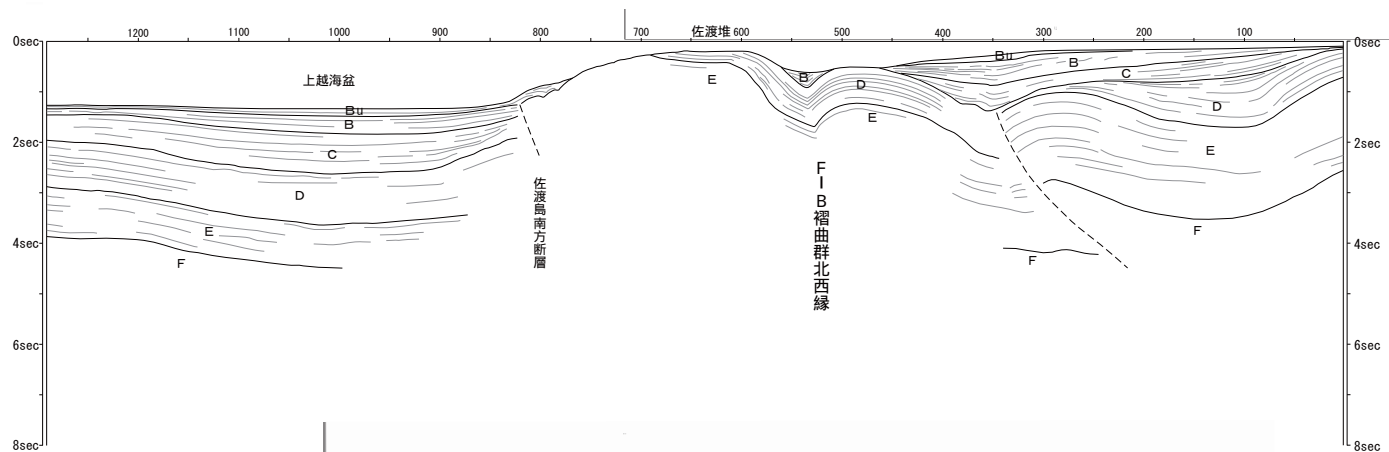
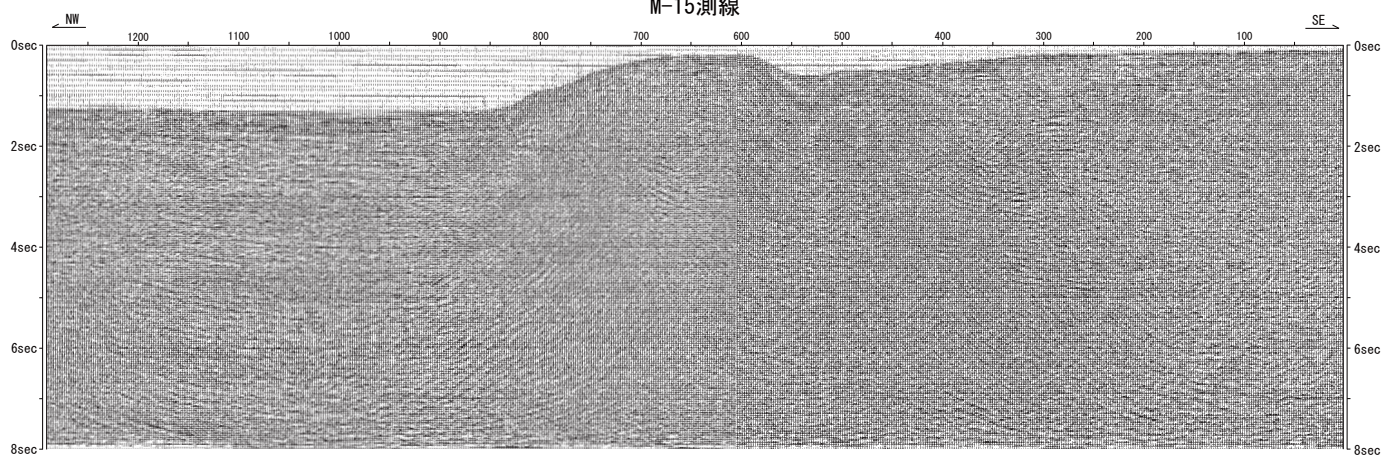
②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群、③佐渡島南方断層と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群

検討項目	検討に用いた調査・解析結果		検討結果	備考
地形及び地質構造の形成過程	地球物理学的調査	海上音波探査	②F-B 褶曲群や③佐渡島南方断層と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群との間には連続する活褶曲が存在しない	表 2 添付図 4-1
			②F-B 褶曲群は短波長の褶曲が発達しているのに対して、④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群は長波長かつ緩やかな褶曲が発達しており、褶曲構造の形態が異なる	
			②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群との離隔距離は 7km 程度である	
		重力異常	②F-B 褶曲群の上盤側、④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群の上盤側のそれぞれにおいて低重力異常域との対応がみられ、両者の境界付近では相対的な高重力異常域があり、不連続となっている	添付図 4-2
	バランス断面法		②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群を形成する断層面を推定した結果、その等深線は滑らかにつながらず、地下深部の断層面の形態が異なる	表 2 添付図 4-3
応力の状況	断層間の応力の相互作用 (ΔCFF) に基づく連動の平均発生間隔		④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群の平均発生間隔が約 3 万年となっているのに対して、②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群が連動する平均発生間隔は約 185 万年、③佐渡島南方断層と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群が連動する平均発生間隔は 200 年以上となっている	添付 6
	活動履歴		②F-B 褶曲群に対応する位置において、2007 年 7 月 16 日に新潟県中越沖地震 (M6.8) が発生しており、②F-B 褶曲群付近は応力が解放されていると考えられる	
総合評価			<ul style="list-style-type: none"> 地形及び地質構造の形成過程に関する検討結果によると、②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群は断層に関連する褶曲の形態、推定される地下深部の断層面の形態及び重力異常との対応が異なる。 応力の状況に関する検討結果によると、④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群の平均発生間隔が約 3 万年となっているのに対して、②F-B 褶曲群と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群が連動する平均発生間隔は約 185 万年、③佐渡島南方断層と④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群が連動する平均発生間隔は 200 年以上となっており、かつ、②F-B 褶曲群付近は新潟県中越沖地震により応力が解放されていると考えられる。 以上のことから、これらの活断層が連動する可能性は低いものと考えられる。 	

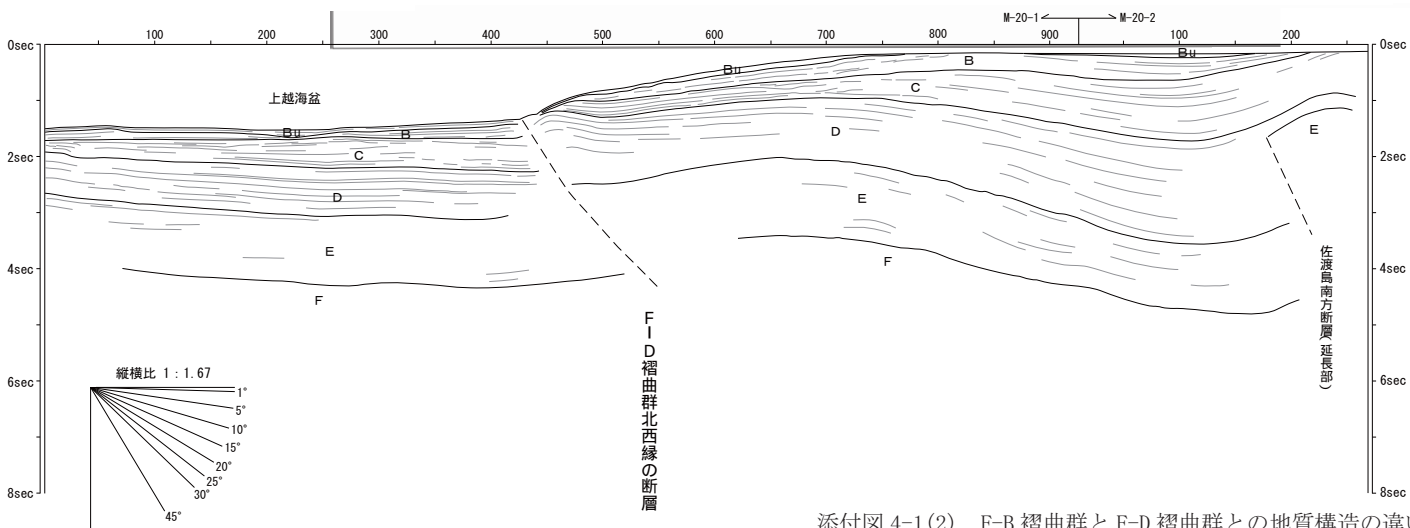
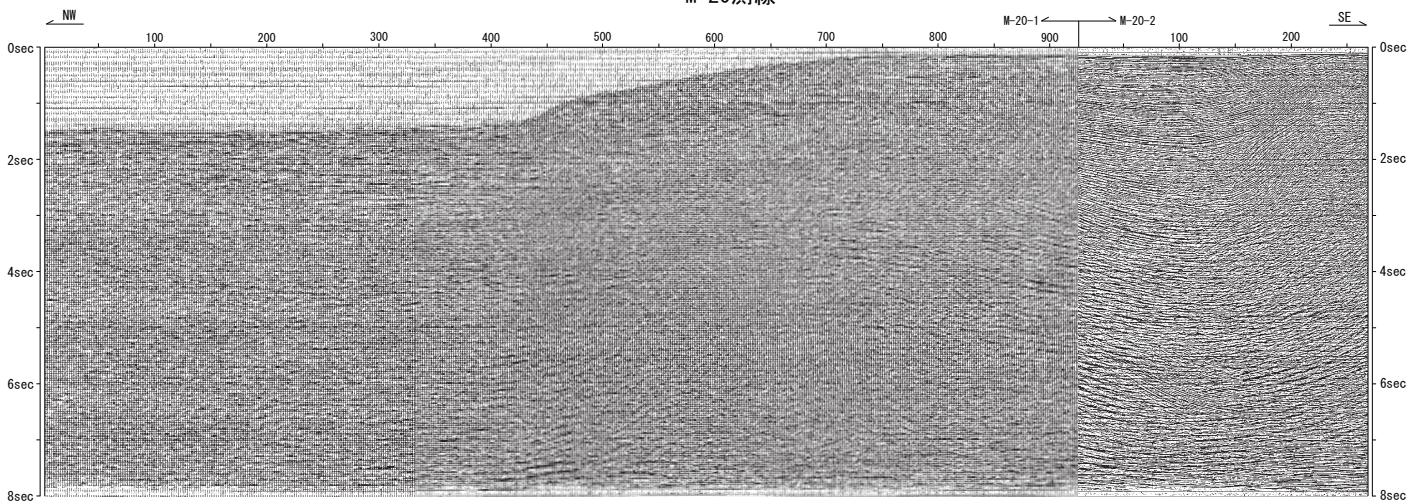


添付図4-1(1) 敷地周辺海域の地質構造図

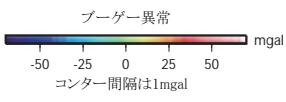
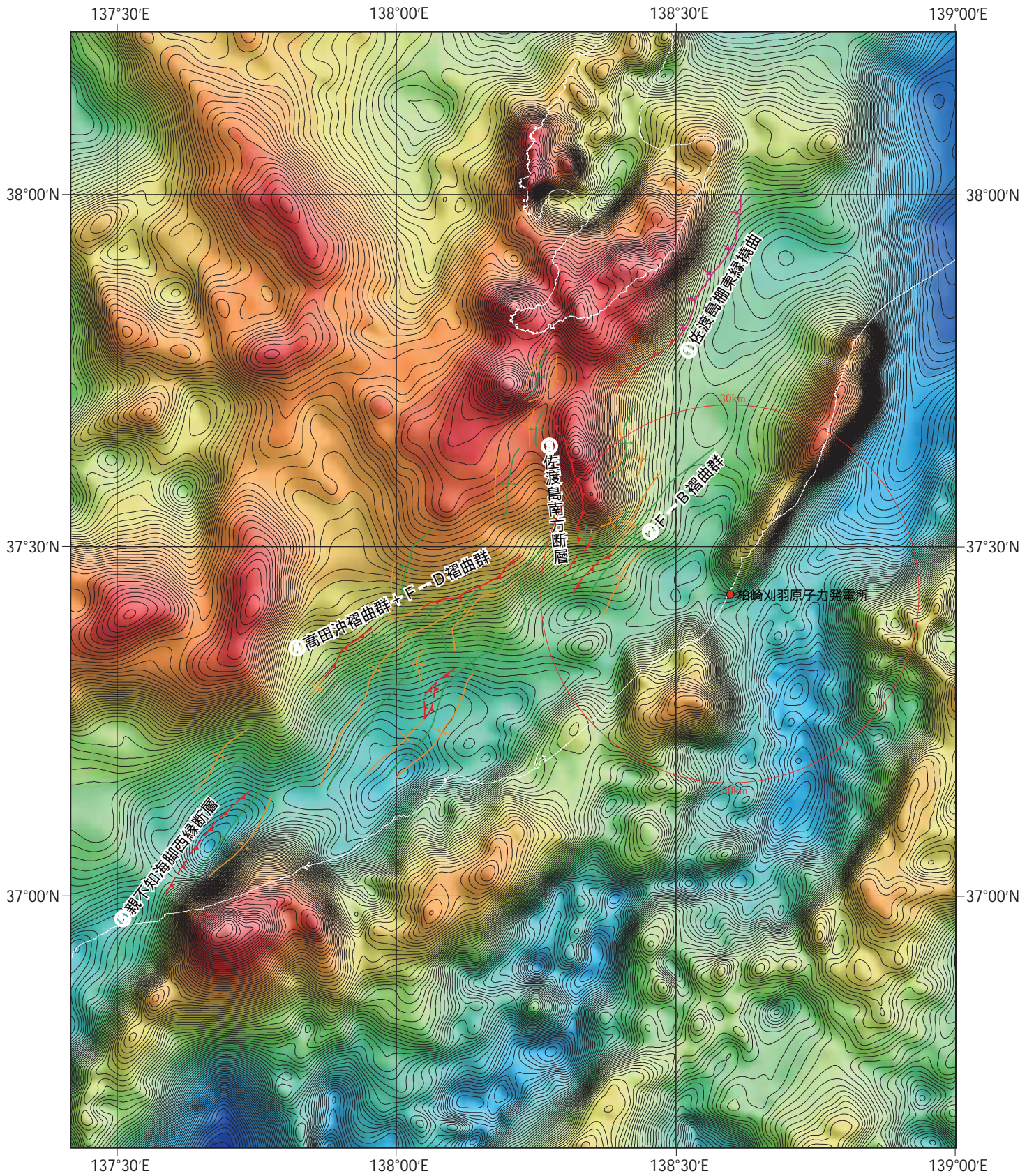
M-15測線



M-20測線

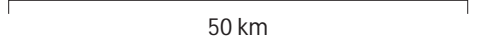


添付図 4-1(2) F-B 褶曲群と F-D 褶曲群との地質構造の違い



使用データ: 日本重力CD-ROM第2版(2004)

- 海域活構造
- 逆断層
 - - - 伏在逆断層
 - ⇓ 撓曲
 - ⇕ 背斜軸
 - ⇔ 向斜軸

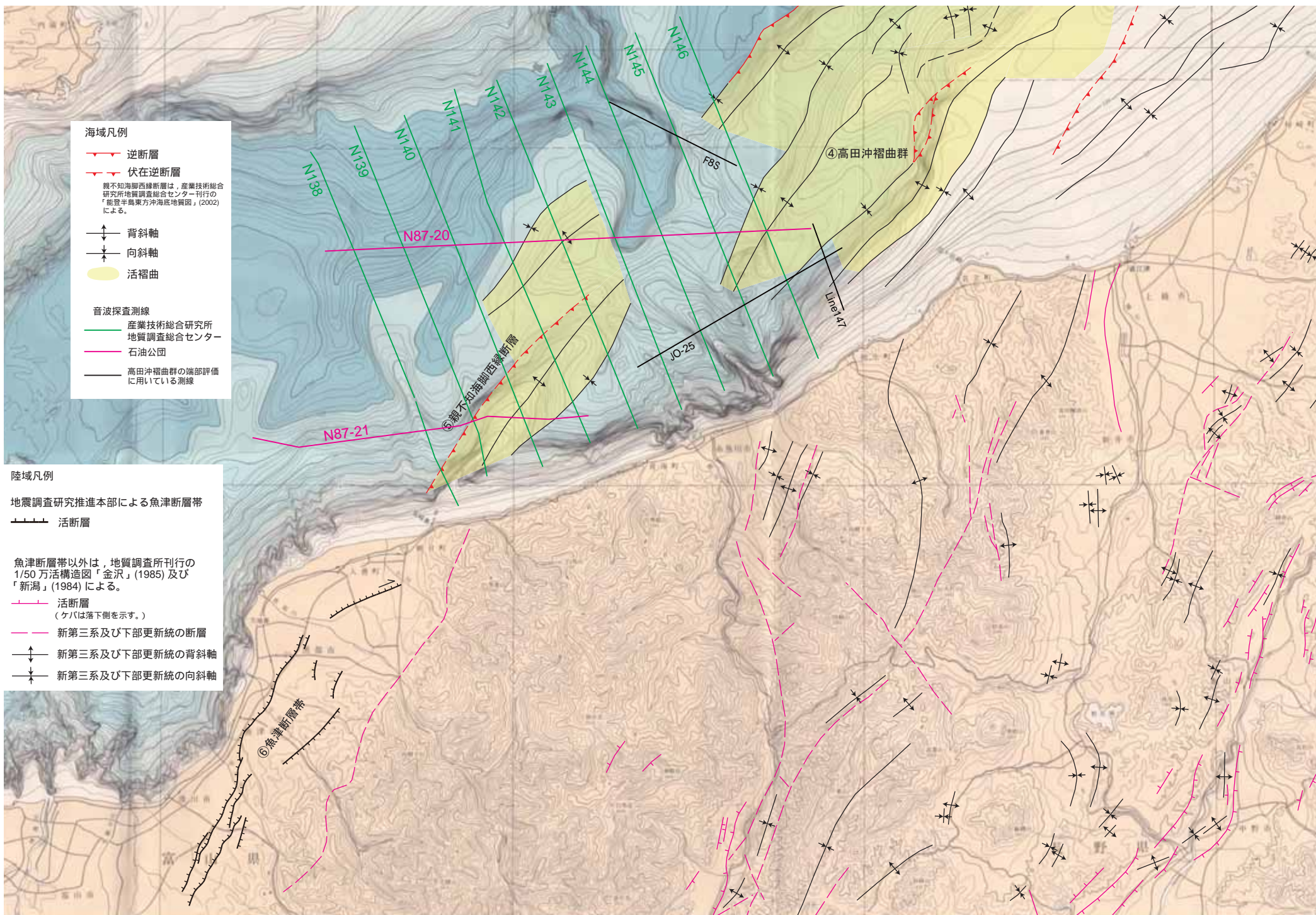


添付図4-2 敷地周辺のブーゲー異常図 (傾向面除去)

④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層及び⑥魚津断層帯

検討項目	検討に用いた調査・解析結果		検討結果	備考
地形及び地質構造の形成過程	文献調査		「能登半島東方海底地質図」（2002）及び OKAMURA（2003）は、高田沖褶曲群の南西延長海域に親不知海脚を形成する背斜の北西側翼部に NE-SW 方向の伏在逆断層（親不知海脚西縁断層）を示している	図 3
			地震調査研究推進本部（2007）は、⑤親不知海脚西縁断層の南西延長陸域に長さ約 32km の南東側隆起の逆断層である⑥魚津断層帯を示している	
	地球物理学的調査	海上音波探査※	④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層との間には連続する活褶曲が存在しない	添付図 5-1
重力異常		④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群との離隔距離は 10km 程度である		
		④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群の上盤側は低重力異常域に対応しているのに対して、⑤親不知海脚西縁断層や⑥魚津断層帯の上盤側は高重力異常域に対応しており、重力異常との対応が異なる	添付図 5-2	
応力の状況	断層間の応力の相互作用（ ΔCFF ）に基づく連動の平均発生間隔		④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群の平均発生間隔が約 3 万年となっているのに対して、④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層、④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層及び⑥魚津断層帯が連動する平均発生間隔は、いずれも 200 万年以上となっている	添付 6
	総合評価		<ul style="list-style-type: none"> 地形及び地質構造の形成過程に関する検討結果によると、④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層及び⑥魚津断層帯は、褶曲構造や重力異常との対応が異なる。 応力の状況に関する検討結果によると、④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群の平均発生間隔が約 3 万年となっているのに対して、④F-D 褶曲群＋高田沖褶曲群と⑤親不知海脚西縁断層、さらに⑥魚津断層帯を加えて連動する平均発生間隔は、いずれも 200 万年以上となっている。 以上のことから、これらの活断層が連動する可能性は低いものと考えられる。 	

※：独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センターが実施したシングルチャンネル音波探査記録、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が実施したマルチチャンネル音波探査記録



海域凡例

- 逆断層
- 伏在逆断層
- 背斜軸
- 向斜軸
- 活褶曲

音波探査測線

- 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- 石油公団
- 高田沖褶曲群の端部評価に用いている測線

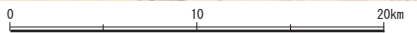
陸域凡例

地震調査研究推進本部による魚津断層帯

- 活断層

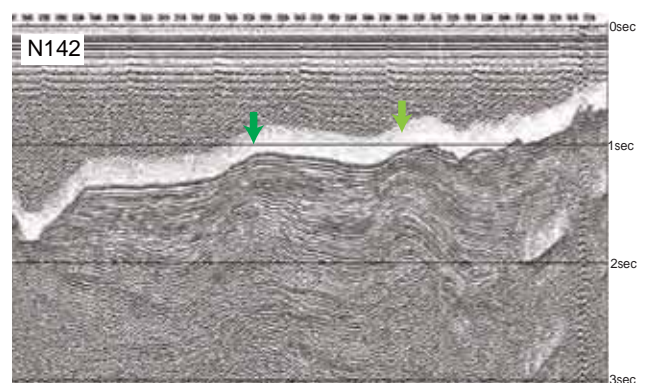
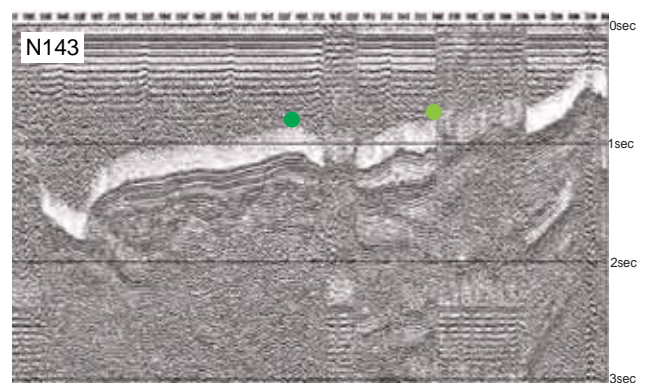
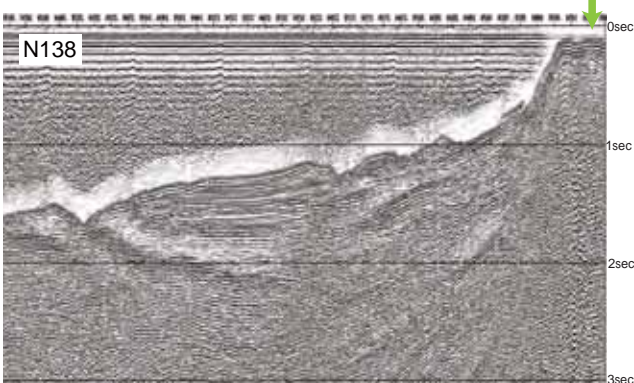
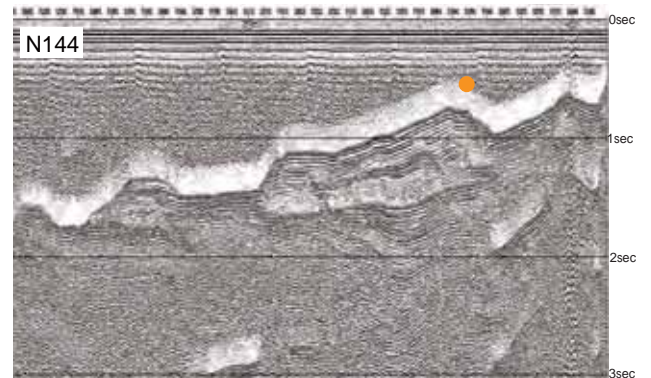
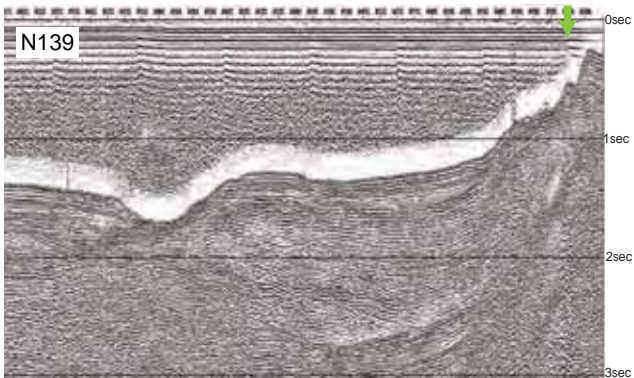
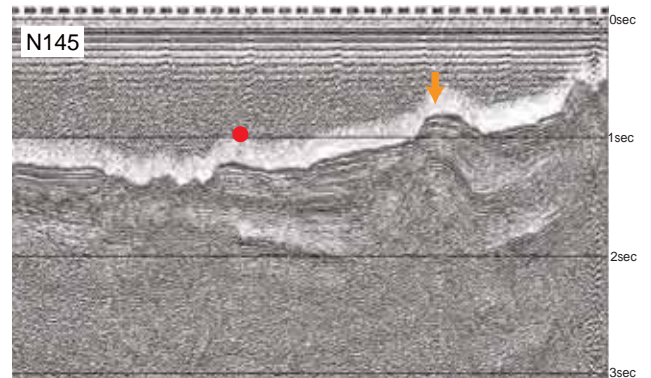
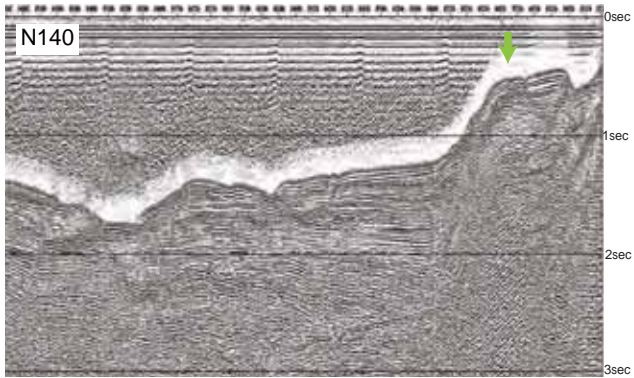
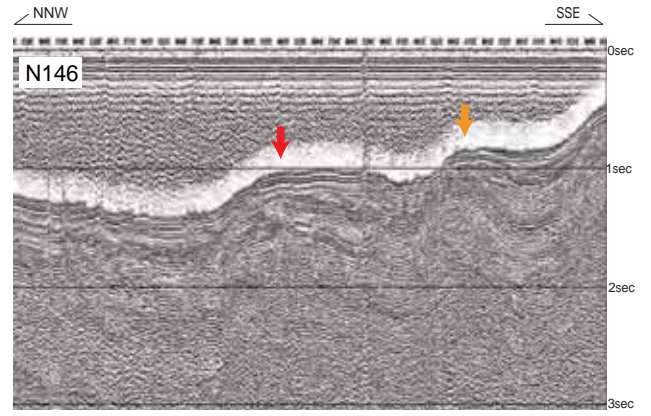
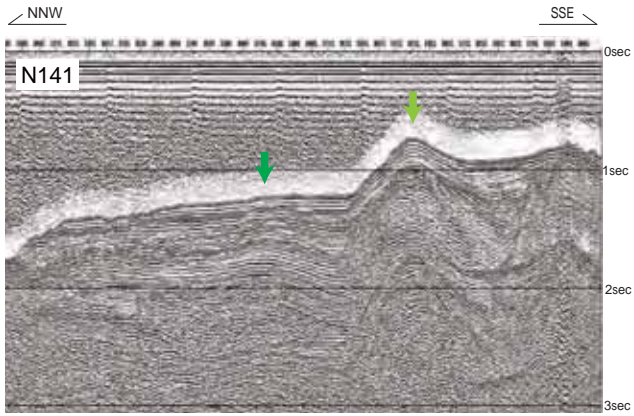
魚津断層帯以外は、地質調査所刊行の1/50万活構造図「金沢」(1985)及び「新潟」(1984)による。

- 活断層 (ケバは落下側を示す。)
- 新第三系及び下部更新統の断層
- 新第三系及び下部更新統の背斜軸
- 新第三系及び下部更新統の向斜軸



添付図 5-1 (1) 高田沖褶曲群と親不知海脚西縁断層との位置関係

地形図は、海上保安庁水路部(1988): 中部日本活構造地域の地震テクトニクスに関する研究 富山湾付近海底地形図(1/20万)を使用。



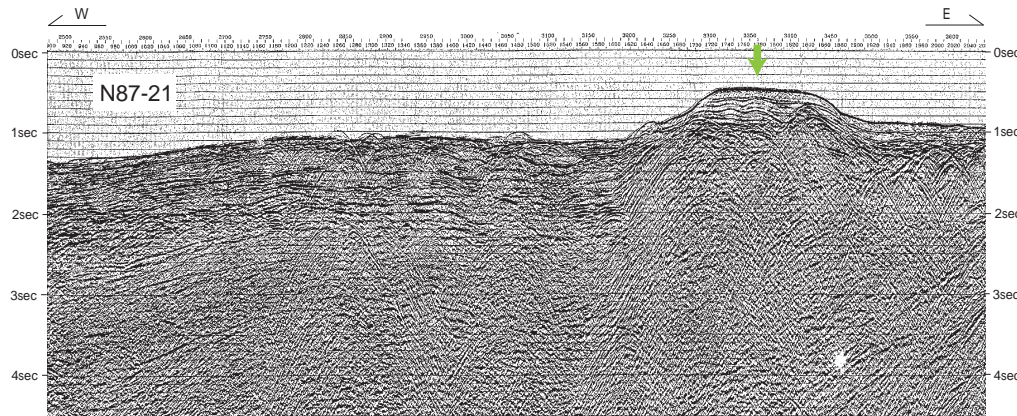
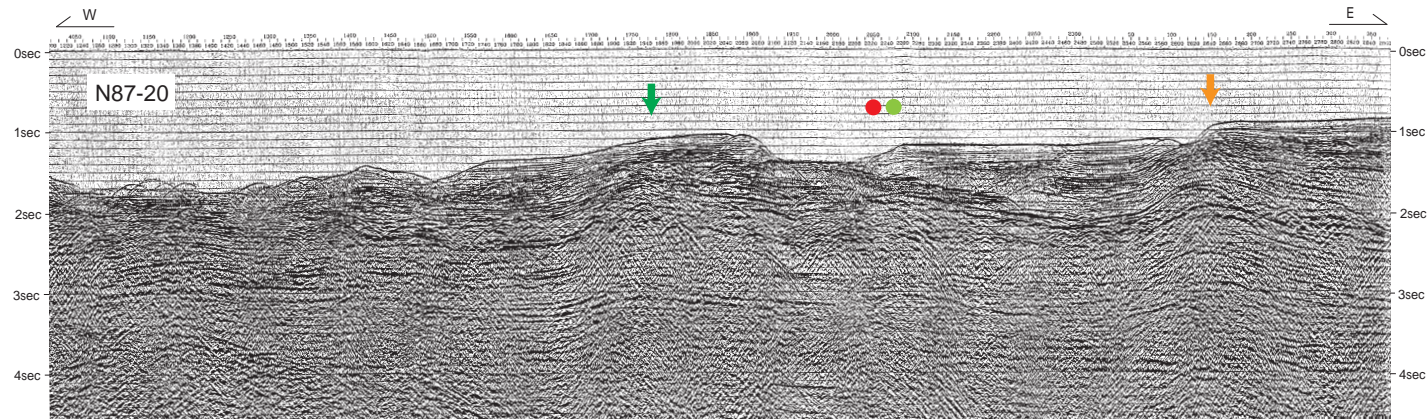
凡例

- ▼ 親不知海脚北側の背斜
- ▼ 高田沖褶曲群のうち最も北西側の背斜
- ▼ 親不知海脚の背斜
- ▼ 高田沖褶曲群のうち最も南西方に延びている背斜

● : 各背斜の延長位置

※この図面は、産業技術総合研究所地質調査総合センターが実施した海上音波探査の記録を、東京電力株が独自に編集・解釈したものである。

添付図 5-1(2) 高田沖褶曲群から親不知海脚西縁断層にかけての音波探査記録 (1)
(産業技術総合研究所地質調査総合センターによるシングルチャンネル音波探査記録)

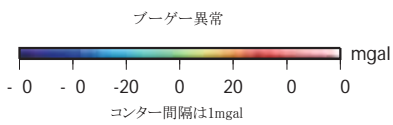
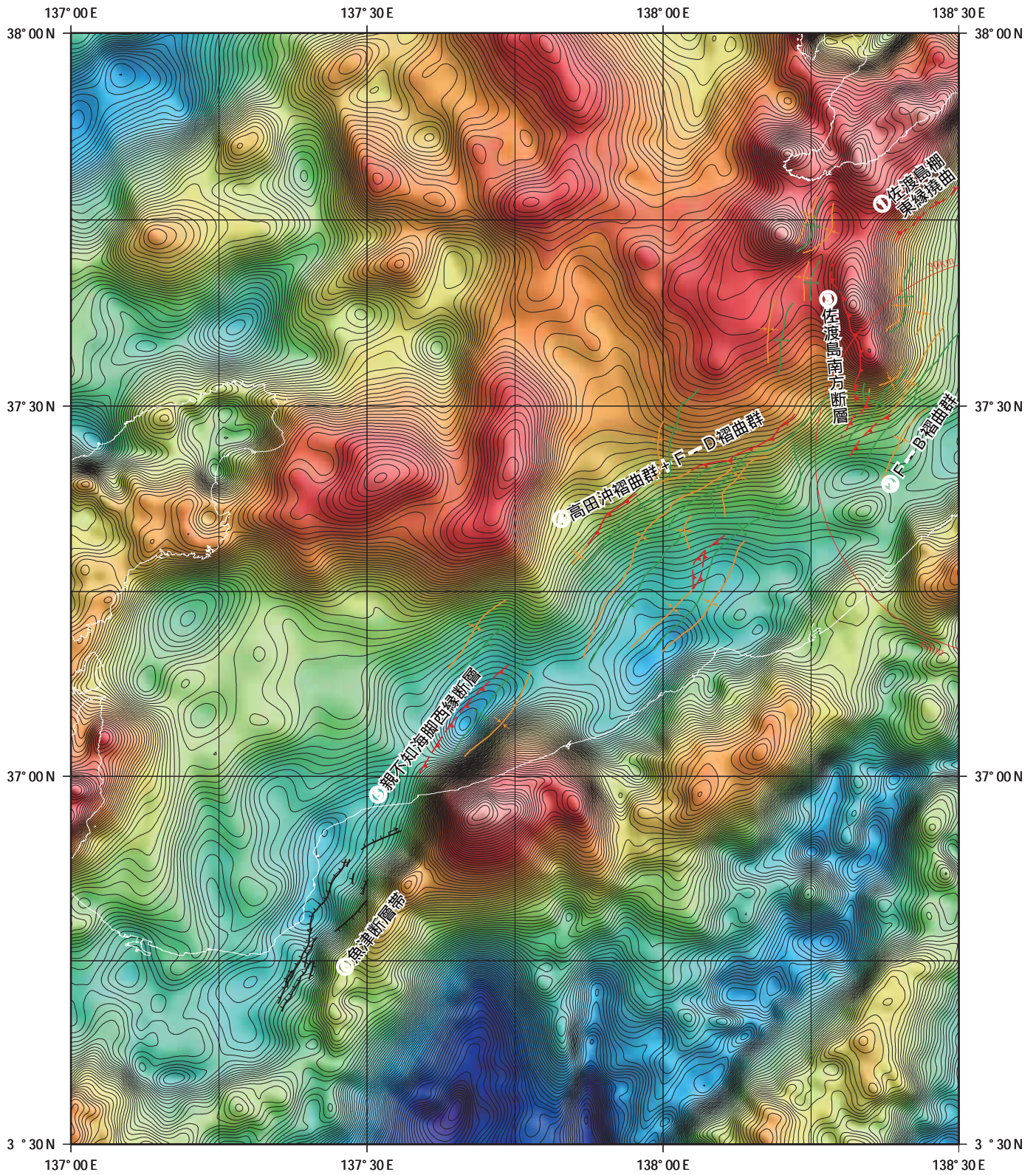


凡例

- ▼ 親不知海脚北側の背斜
- ▼ 高田沖褶曲群のうち最も北西側の背斜
- ▼ 親不知海脚の背斜
- ▼ 高田沖褶曲群のうち最も南西方に伸びている背斜
- : 各背斜の延長位置

※この図面は、石油公団が実施した海上音波探査の記録を、東京電力㈱が独自に編集・解釈したものである。

添付図 5-1(3) 高田沖褶曲群から親不知海脚西縁断層にかけての音波探査記録(2)
(石油公団によるマルチチャンネル音波探査記録)



使用データ: 日本重力CD-ROM第2版(2004)

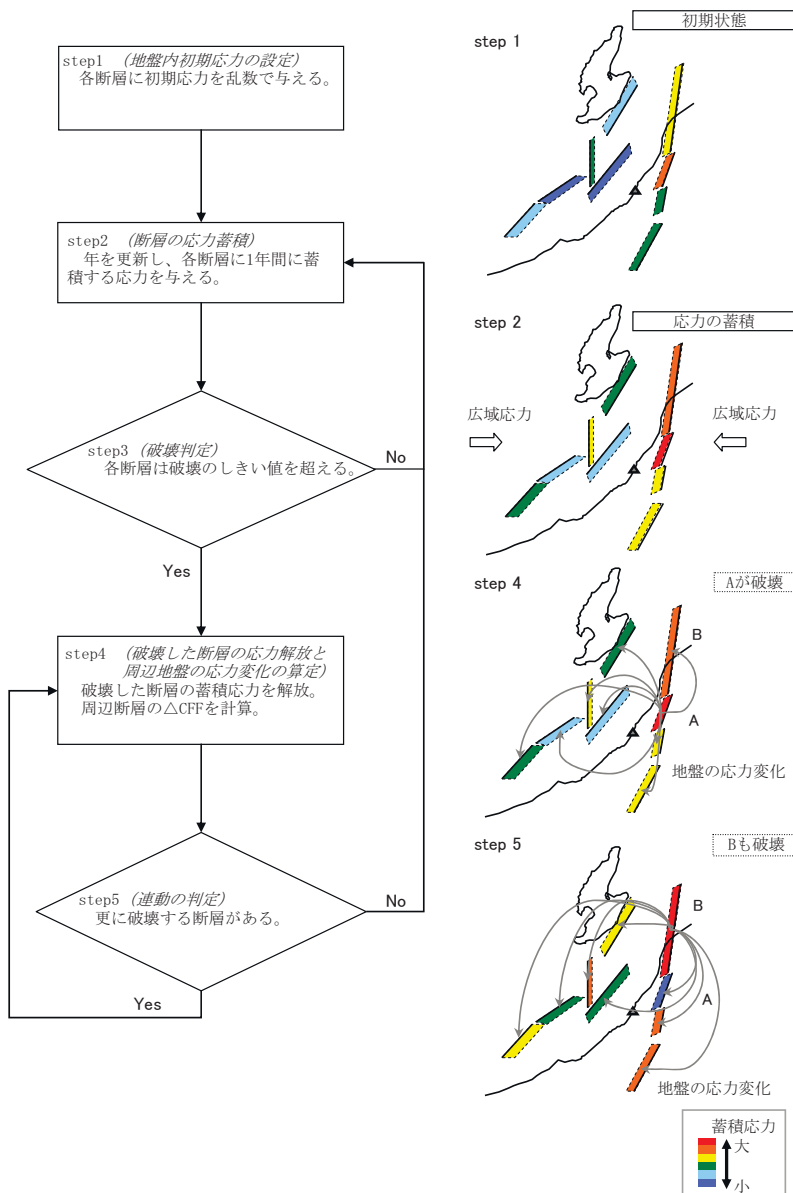
- | | |
|-------------|--------------------|
| 海域凡例 | 陸域凡例 |
| 活構造 | 魚津断層帯 (地震調査研究推進本部) |
| — 逆断層 | — 活断層 |
| - - - 伏在逆断層 | |
| — 背斜軸 | |
| — 向斜軸 | |

添付図5-2 高田沖褶曲群及び親不知海脚西縁断層周辺のブーゲー異常図 (傾向面除去)

断層間の応力の相互作用に関するシミュレーションに基づく連動の平均発生間隔

主な分布域	検討ケース	平均発生間隔	備考
陸 域	①長岡平野西縁断層帯	約 7 万年	
	①長岡平野西縁断層帯 + ②十日町断層帯西部	200 万年以上	計算期間*以上
	①長岡平野西縁断層帯 + ②十日町断層帯西部 + ③信濃川断層帯	200 万年以上	計算期間*以上
海 域	①佐渡島棚東縁撓曲 + ②F-B 褶曲群	200 万年以上	計算期間*以上
	①佐渡島棚東縁撓曲 + ③佐渡島南方断層	約 117 万年	
	②F-B 褶曲群 + ③佐渡島南方断層	約 17 万年	
	④F-D 褶曲群 + 高田沖褶曲群	約 3 万年	
	②F-B 褶曲群 + ④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群	約 185 万年	
	③佐渡島南方断層 + ④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群	200 万年以上	計算期間*以上
	④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群 + ⑤親不知海脚西縁断層	200 万年以上	計算期間*以上
	④F-D 褶曲群+高田沖褶曲群 + ⑤親不知海脚西縁断層 + ⑥魚津断層帯	200 万年以上	計算期間*以上

※：計算期間は 200 万年としてシミュレーションを実施



添付図 6-1 断層連動シミュレーション (ΔCFF) の検討フロー

添付表 6-1 断層緒元

断層名	断層長さ*	傾斜角 (°)	走向 (°)	平均変位速度 (m/kyr)
角田・弥彦断層	約54km	西 50	187	5.0
気比ノ宮断層	約22km	西 50	203	2.9
片貝断層	約16km	西 50	187	1.2
十日町断層帯西部	約33km	西 60	210	1.0
信濃川断層帯	約56km	西 60	215	2.6
悠久山断層	約13km	東 80	31	0.5
半蔵金付近のリニアメント	約9km	西 50	218	0.5
柏崎平野南東縁のリニアメント	約4km	東 80	37	0.5
山本山断層	約3km	東 55	4	0.5
水上断層	約4km	西 50	226	0.5
上上山断層	約6km	西 50	238	0.5
雁海断層	約7km	90	116	0.5
高田平野東縁断層	約25km	南東 35	26	0.9
高田平野西縁断層	約30km	西 60	179	1.1
佐渡島棚東縁撓曲	約37km	北西 55	209	0.7
F-B 褶曲群	約36km	南東 35	39	0.5
佐渡島南方断層	約29km	東 45	0	1.0
F-D 褶曲群	約30km	南東 45	61	1.6
高田沖褶曲群	約25km	南東 30	49	1.1
親不知海脚西縁断層	約22km	南東 60	40	0.5
魚津断層帯	約33km	南東 60	34	0.5

※地質調査結果及び文献調査結果に基づく断層端点間の直線距離

添付表 6-2 シミュレーションの条件

緒元	設定値	ケース数
傾斜角	添付表 6-1 のとおり (地質調査結果及び文献調査結果)	1 通り
広域応力場の圧縮軸の向き	110° ~ 140°	1 通り (すべり角が最も高角となる P 軸に固定)
平均変位速度	添付表 6-1 のとおり (地質調査結果及び文献調査結果)	1 通り
内部摩擦係数 (静摩擦係数)	0.2, 0.4, 0.6, 0.8	4 通り
初期応力	0 Pa ~ 破壊のしきい値まで一様乱数で発生	3 通り
破壊のしきい値	① 栗田式のすべり量に相当する ΔCFF (各断層によって異なる) ② 上記①の平均値 (全断層で同じ)	2 通り

24 ケースの計算結果より、200 万年間の連動回数の期待値を算出し、平均発生間隔を求めた。

凡例

東京電力株

- ▲ 逆断層
- ▼ 伏在逆断層
- ▲ 活背斜
- ▼ 活拗曲

- 「佐渡島北方海底地質図」(1995)
- 「佐渡島南方海底地質図」(1994)
- 「能登半島東方海底地質図」(2002)

- ▲ 逆断層(破線は伏在)
- ▼ 正断層(破線は伏在)
- ▲ 未区分断層(ケハは落下側、破線は伏在)

新編 日本の活断層(1991)

- ▲ 活断層(比高200m以上)
- ▼ 活断層(比高200m以下)
- ▲ 推定断層(比高200m以上)
- ▼ 推定断層(比高200m以下)

「日本周辺海域の第四紀地質構造図」(2001)

- ▲ 逆断層

地震調査研究推進本部による魚津断層帯

- ▲ 活断層

新潟県中越沖地震の震央分布

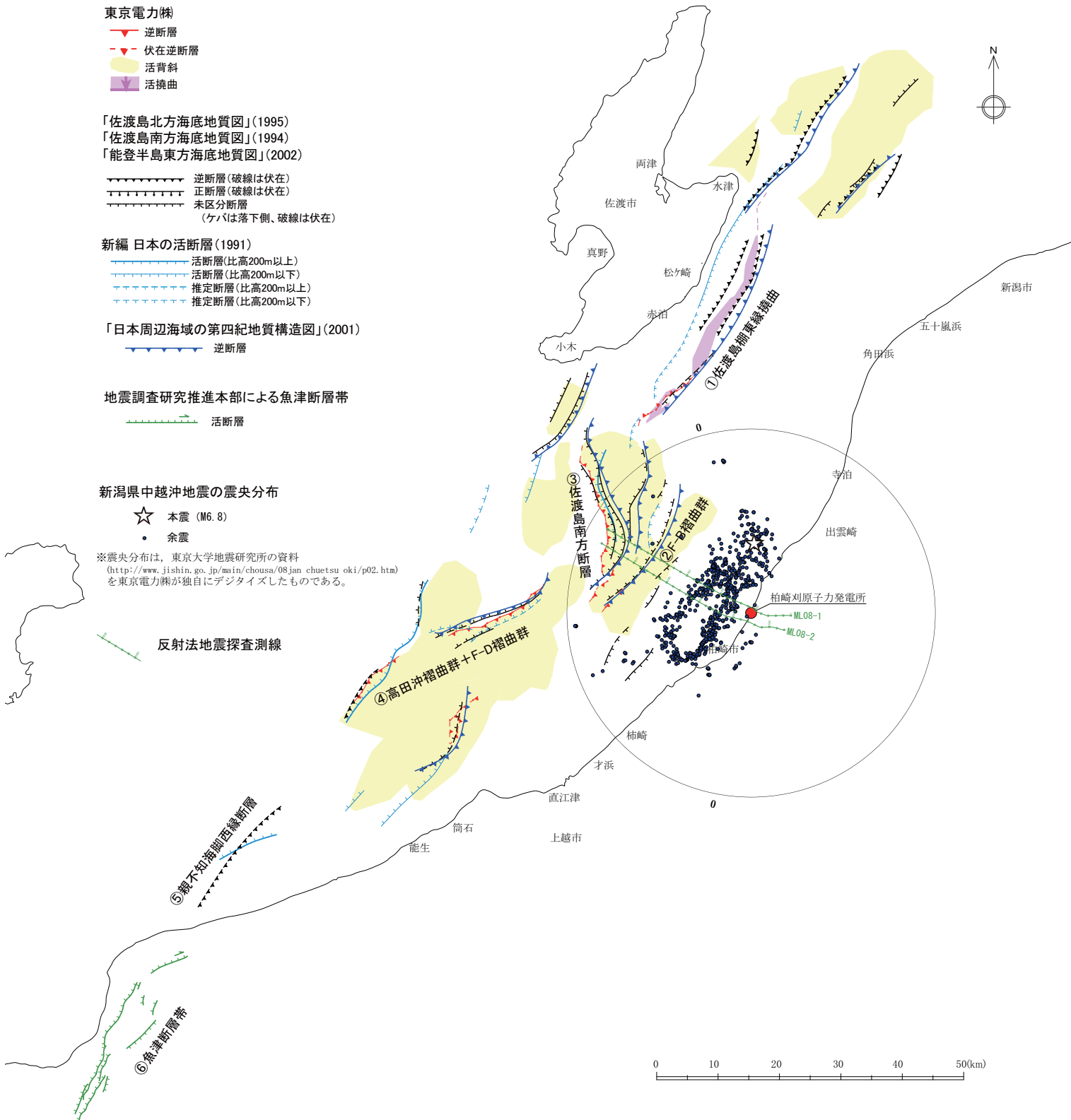
- ☆ 本震 (M6.8)
- 余震

※震央分布は、東京大学地震研究所の資料
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jan_chuetsu_oki/p02.htm)
を東京電力株が独自にデジタイズしたものである。

反射法地震探査測線

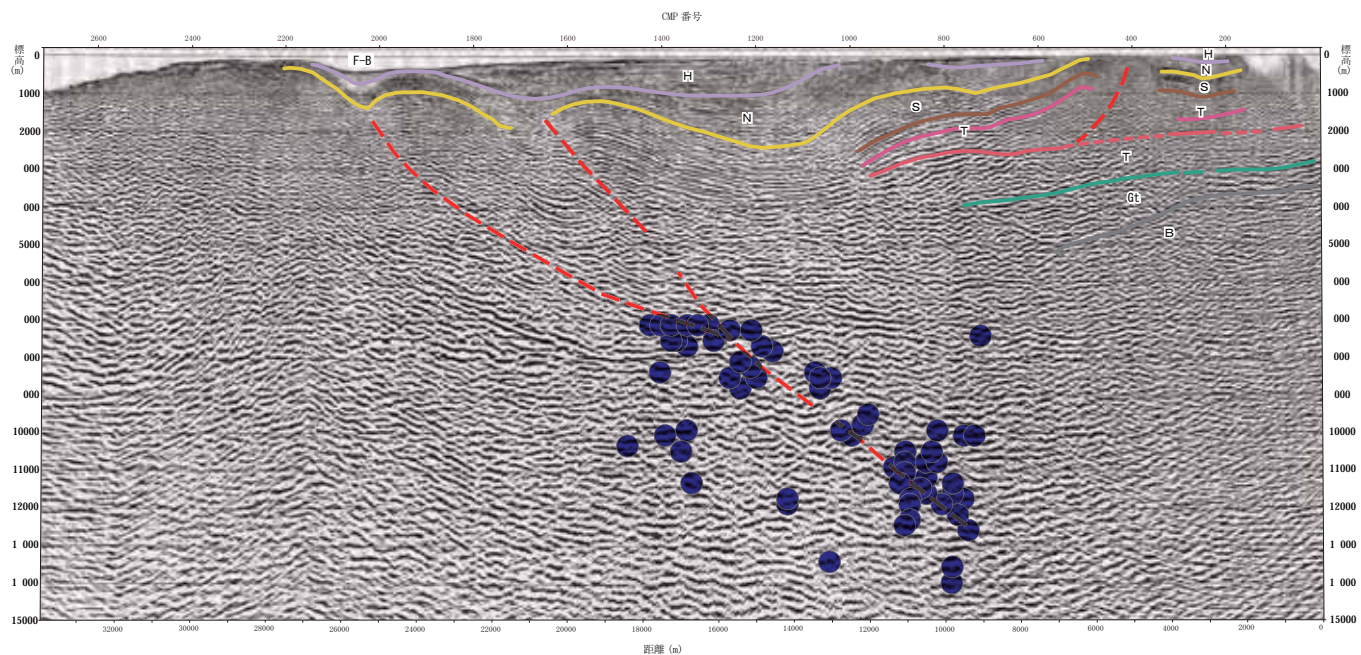
⑤ 親不知海淵西縁断層

⑥ 魚津断層帯

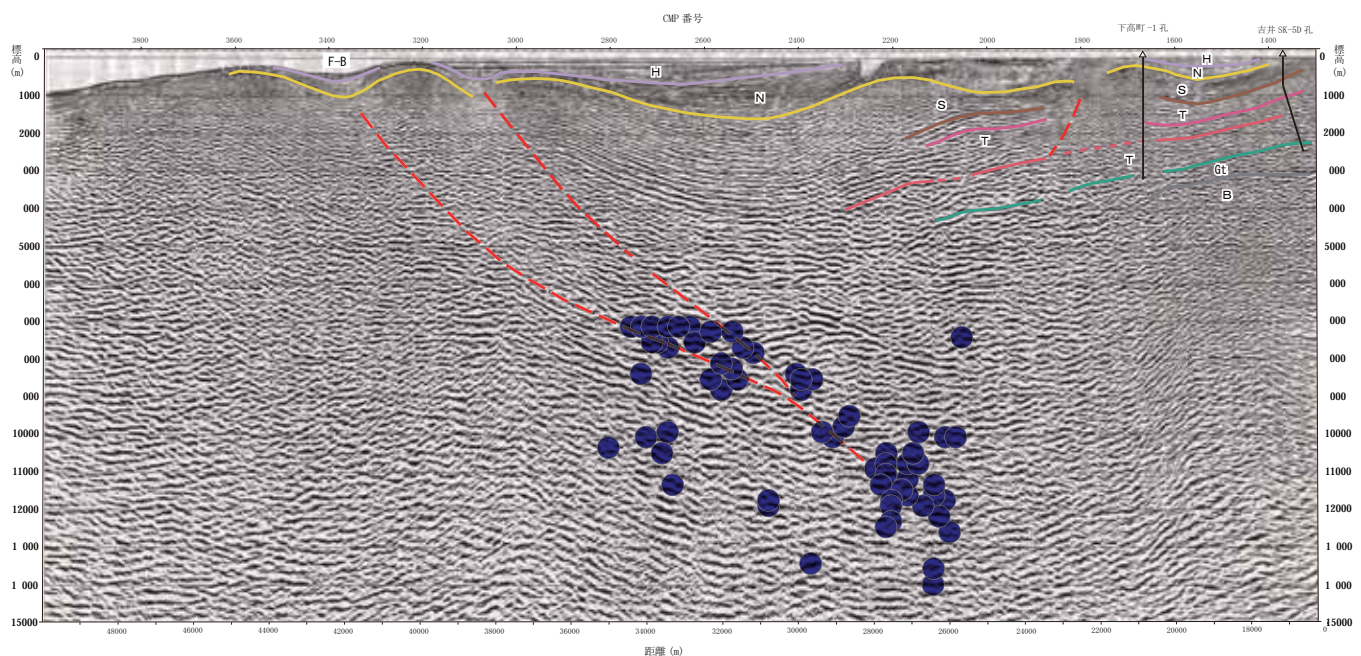


添付図6-3(1) 敷地周辺海域の断層分布と新潟県中越沖地震の本震・余震分布

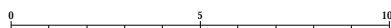
ML08-1測線



ML08-2測線



(縦：横 = 1 : 1)



※震央分布は、東京大学地震研究所の資料
 (http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jan_chuetsu_oki/p02.htm)
 を東京電力網が独自にデジタル化したものである。

- 凡例
- 灰爪層以降の地層 (H)
 - 西山層 (N)
 - 椎谷層 (S)
 - 寺泊層 (T)
 - グリーンタフ (Gt)
 - 基盤岩類 (B)
 - P-tuff
 - S-tuff
- (※七谷層を含む)

添付図 6-3(2) 反射断面と余震分布との対比

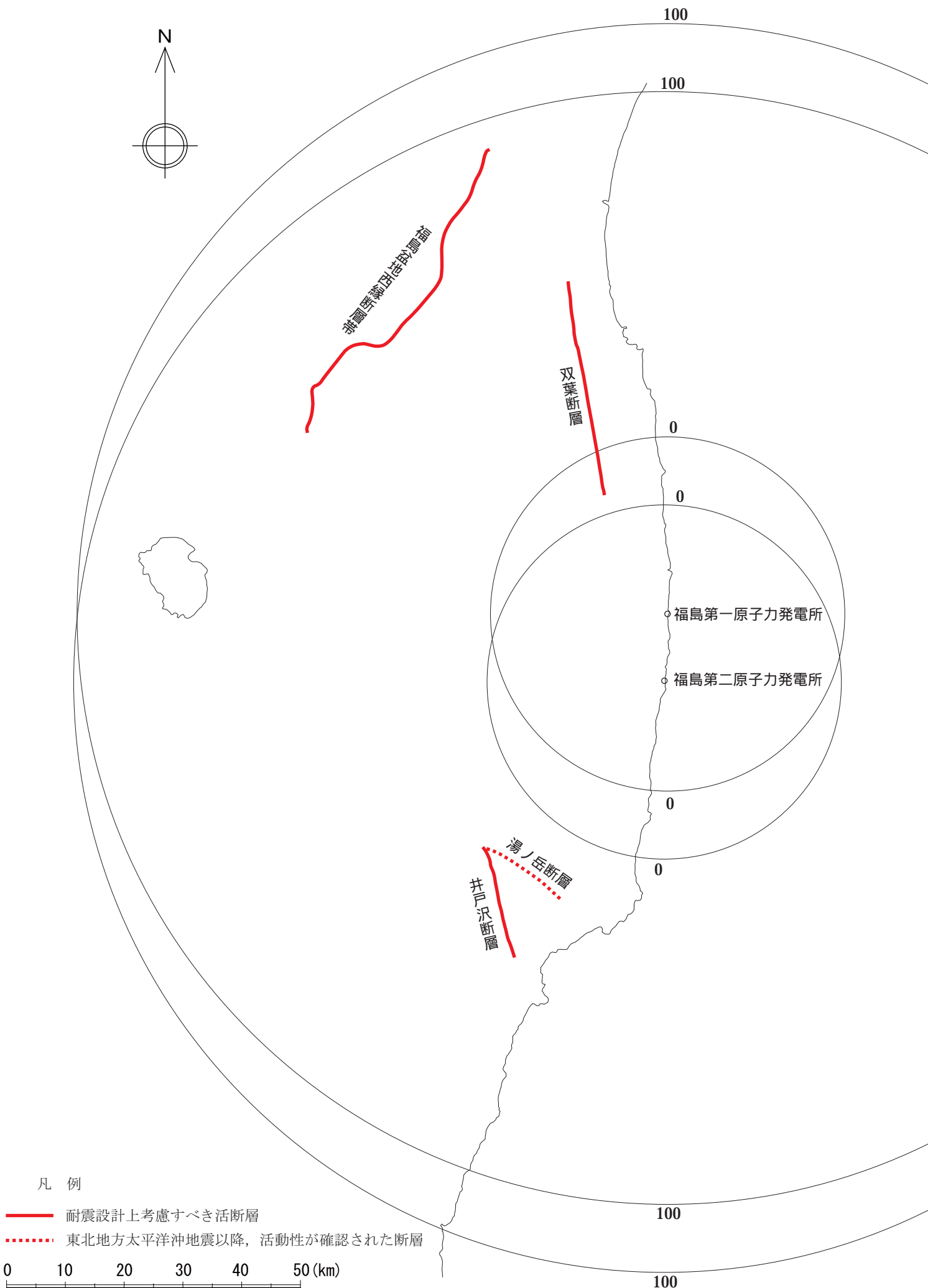


図4 福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所敷地周辺の活断層分布



凡例

— 耐震設計上考慮すべき活断層

0 10 20 30 40 50 (km)

図5 東通原子力発電所敷地周辺の活断層分布

【添付資料の参考文献】

- 地震調査研究推進本部（2004）：長岡平野西縁断層帯の長期評価について
平成16年10月13日
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04oct_nagaoka/index.htm
- 地震調査研究推進本部（2005）：十日町断層帯の長期評価について
平成17年4月13日
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05apr_tokamachi/index.htm
- 地震調査研究推進本部（2010）：十日町断層帯の長期評価の一部改訂について
平成22年3月18日
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/10mar_tokamachi/index.htm
- 地震調査研究推進本部（2005）：信濃川断層帯（長野盆地西縁断層帯）の評価
平成13年11月14日公表 平成17年1月12日変更
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01nov_shinano/index.htm
- 中田 高・今泉俊文編（2002）：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会
- 活断層研究会編（1991）：[新編]日本の活断層、東京大学出版会
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志（2002）：第
四紀逆断層アトラス，東京大学出版会
- 入谷 剛・北川陽一・木場正信（2008）：断層間の力学的相互作用を考慮した活
断層の連鎖的破壊現象に関する検討，電力土木，no. 336，pp. 48－53
- 加藤碩一・栗田泰夫・下川浩一（1984）：活構造図 新潟（1/50万），地質調査
所
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫（1991）：長岡地域の地質，地域地質
研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一（1986）：小千
谷地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所

- 小林巖雄・立石雅昭・黒川勝己・吉村尚久・加藤碩一（1989）：岡野町地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所
- 渡辺満久・太田陽子・鈴木郁夫・澤 祥・鈴木康弘（2000）：越後平野西縁，鳥越断層群の完新世における活動性と最新活動時期．地震第2輯，vol. 53，pp. 153－164
- 渡辺満久・太田陽子・栗田泰夫（2001）：鳥越断層群の群列ボーリング調査．活断層・古地震研究報告，no. 1，pp. 87－96
- 岡村行信・竹内圭史・上嶋正人・佐藤幹夫（1995）：佐渡島北方海底地質図（1/20万）．海洋地質図，no. 46，地質調査所
- 岡村行信・竹内圭史・上嶋正人・佐藤幹夫（1994）：佐渡島南方海底地質図（1/20万）．海洋地質図，no. 43，地質調査所
- 岡村行信（2002）：能登半島東方海底地質図（1/20万）．海洋地質図，no. 59（CD），産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 海域地質構造マップワーキンググループ（2001）：日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史－付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図」．海洋調査技術，vol. 13，no. 1，pp. 27－53
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2007）：魚津断層帯の長期評価について
平成19年5月14日
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/07may_uozu/index.htm
- 地質調査総合センター編（2004）：日本重力CD-ROM（第2版），数値地質図，P-2，産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 海上保安庁水路部（1988）：中部日本活構造地域の地震テクトニクスに関する研究 富山湾付近海底地形図（1/20万），海上保安庁水路部
- 加藤碩一・杉山雄一（1985）：活構造図 金沢（1/50万），地質調査所

Okamura, Y. (2003) : Fault-related folds and an imbricate thrust system on the northwestern margin of the northern Fossa Magna region, central Japan, *The Island Arc*, 12, pp.61–73