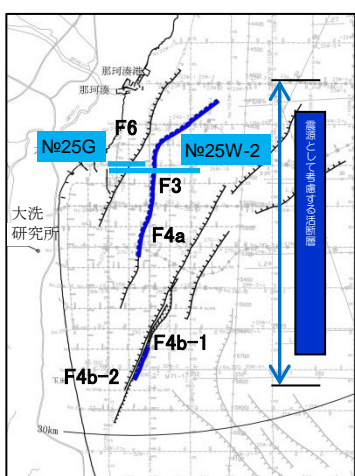
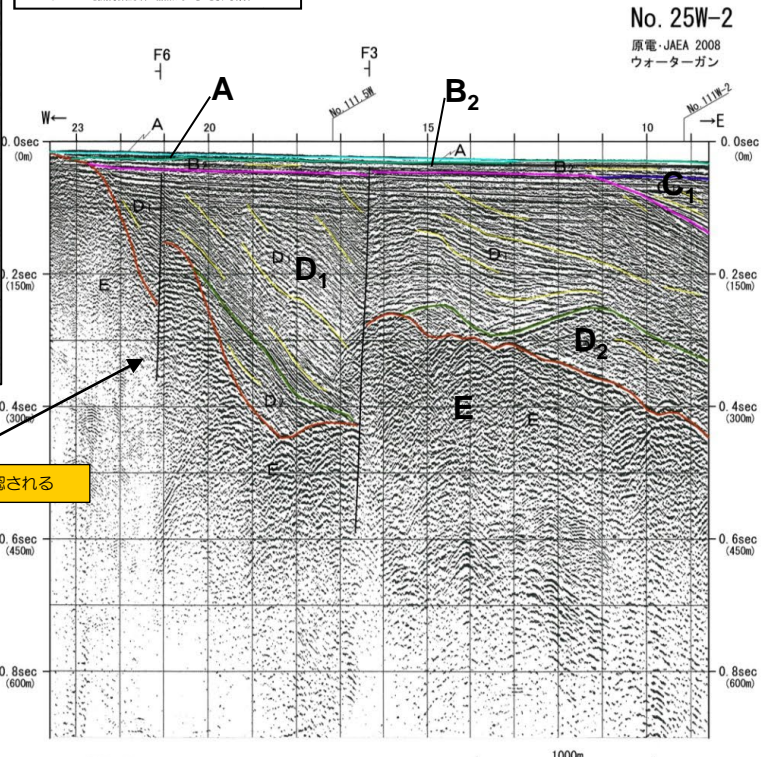
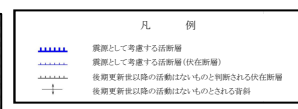


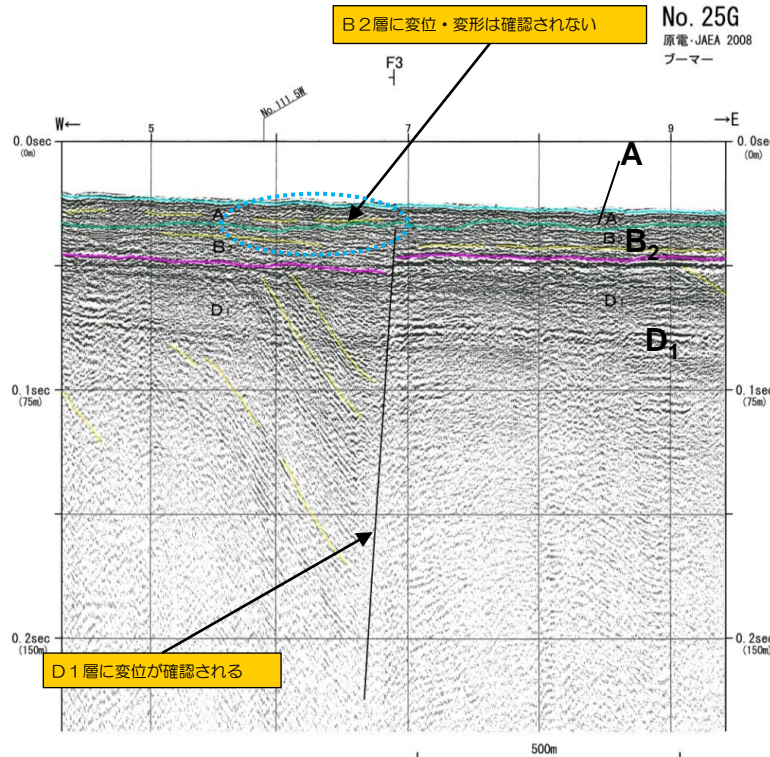
F6断層周辺の音波探査記録



測線位置図



E層及びD1層に変位が確認される



B2層に変位・変形は確認されない

D1層に変位が確認される

断層

- F11 断層及び断層記号
- F21 拗曲及び拗曲記号
- F30 拗曲
- F19 断層又は拗曲の延長位置
- (-) 調査深度外に認められる断層

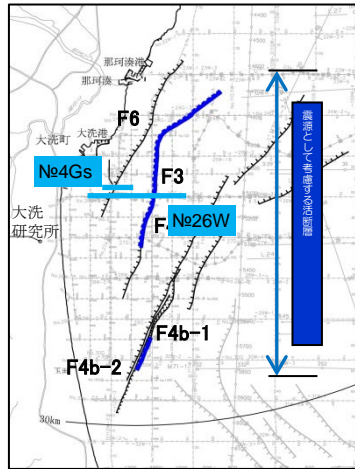
(凡例)

地質時代	音響層序区分
完新世	A
	B ₁
	B ₂
更新世	B ₃
	C ₁
	C ₂
新新世	D ₁
	D ₂
	D ₃
	D ₄
	D ₅
古新世	E

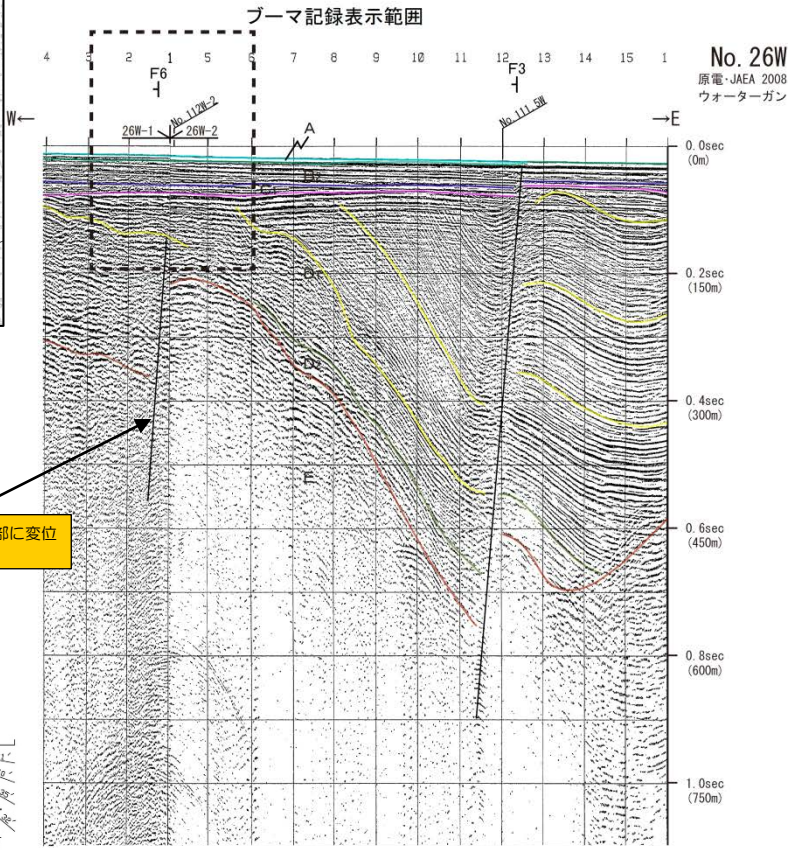
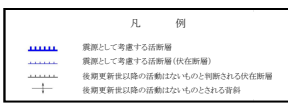
[F6]
E層及びD1層に西側落下の変位が確認されるが、B2層には、変位・変形は確認されない。

上載するB2層に変位・変形が認められないことから、後期更新世以降の活動性はないものと評価。

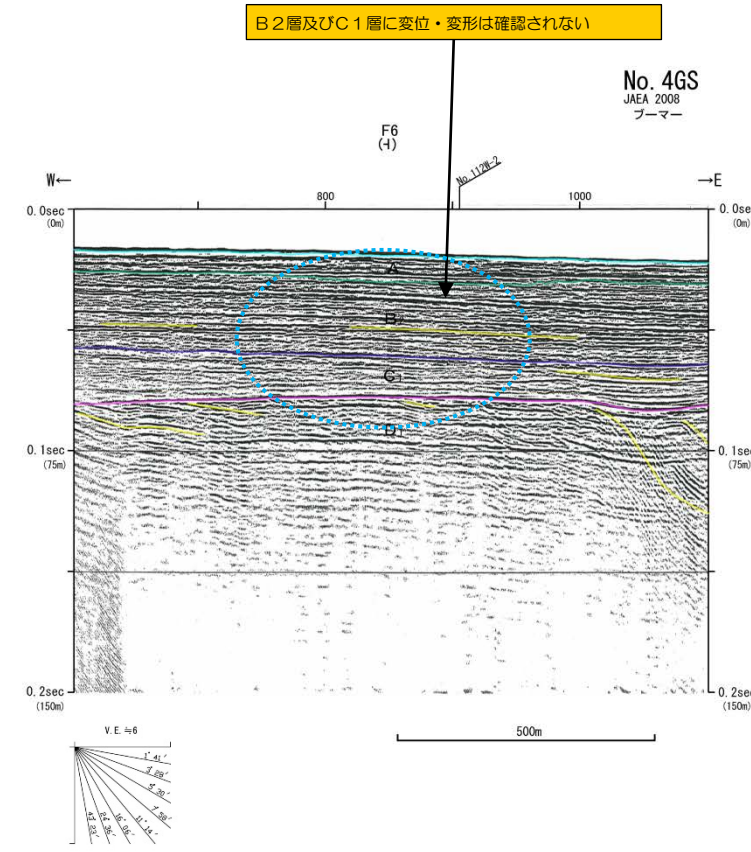
3. (1) 敷地周辺海域の断層 F6断層周辺の音波探査記録



測線位置図



No. 26W
原電・JAEA 2008
ウォーターガン



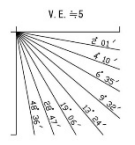
No. 4GS
JAEA 2008
プーマ

断層

- F11 断層及び断層記号
- F21 拗曲及び拗曲記号
- F30 拗曲
- F19 断層又は拗曲の延長位置
- F19 (+) 探査深度外に認められる断層

(凡例)

地質時代	富層層序区分
第四紀	更新世 後期 B ₁
	更新世 中期 B ₂
	更新世 前期 B ₃
	全新世 C ₁
	全新世 C ₂
第三紀	中新世 D ₁
	中新世 D ₂
	古第三紀 D ₃
先古第三紀	E



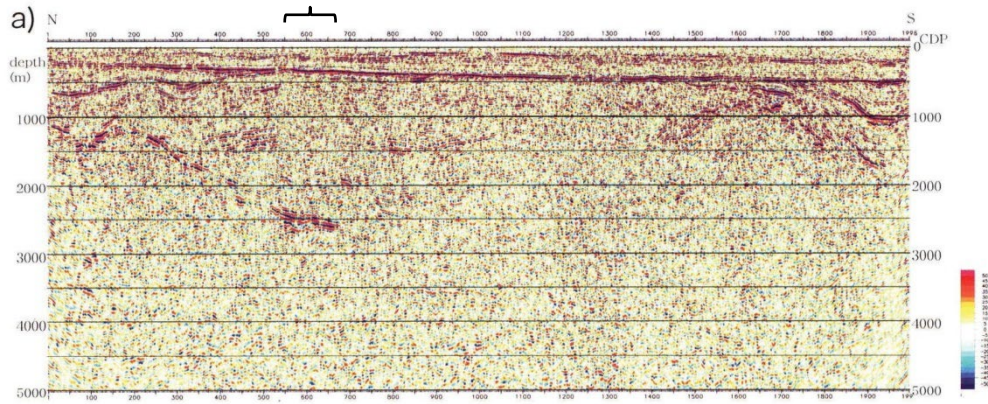
[F6]
E層及びD1層に西側落下の変位が確認されるが、C1層及びB2層には、変位・変形は確認されない。

上載するB2層に変位・変形が認められないことから、後期更新世以降の活動性はないものと評価。

3. (1) 敷地周辺海域の断層

F4断層の南方陸域に関する文献調査結果

F4断層の南方陸域付近



F4断層の南方陸域付近

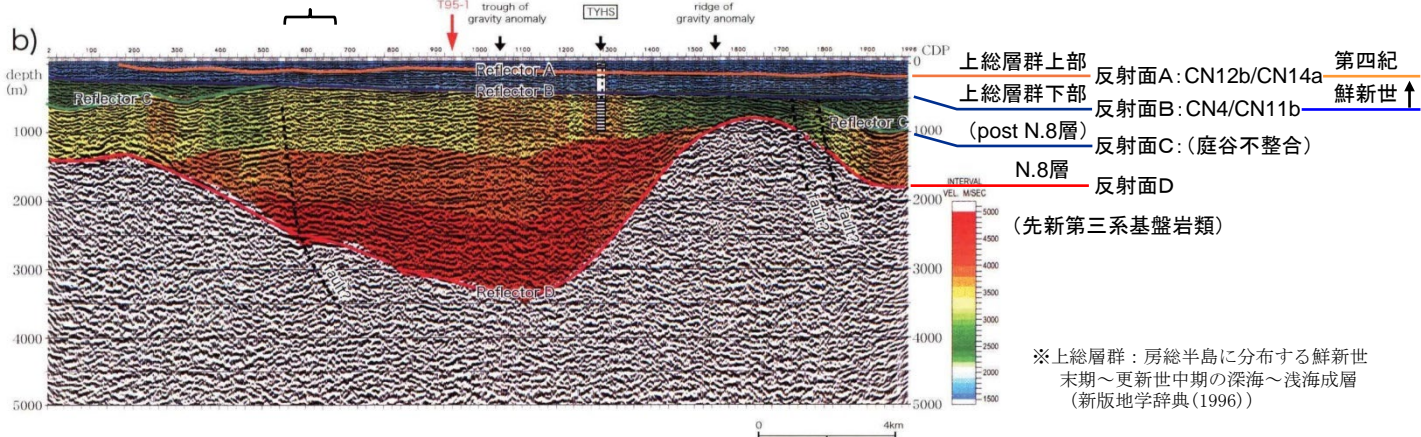


Fig. 6. Seismic depth section of T95-A. (a) Original depth section. (b) Interpreted depth section with interval P-wave velocity structure. The legend of the geologic column (TYHS) is after Fig. 8.

林ほか(2005)に加筆

- 反射面CとDに挟まれる区間の地層内反射面は細かくうねり、また水平方向に寸断されており、この区間の地層に褶曲および断層が発達していることを示唆する。これらの褶曲および断層はBとCに挟まれる地層では軽微であり、また反射面Bより上位の地層には連続しない。
- 反射面Aは大洋観測井におけるCN12b/CN14a境界の不整合と、反射面BはCN4/CN11b境界の不整合（黒滝不整合）とそれぞれ一致し、それによって反射面Aより上位の地層は上総層群上部、反射面AとBに挟まれる地層は上総層群下部と対比できる。

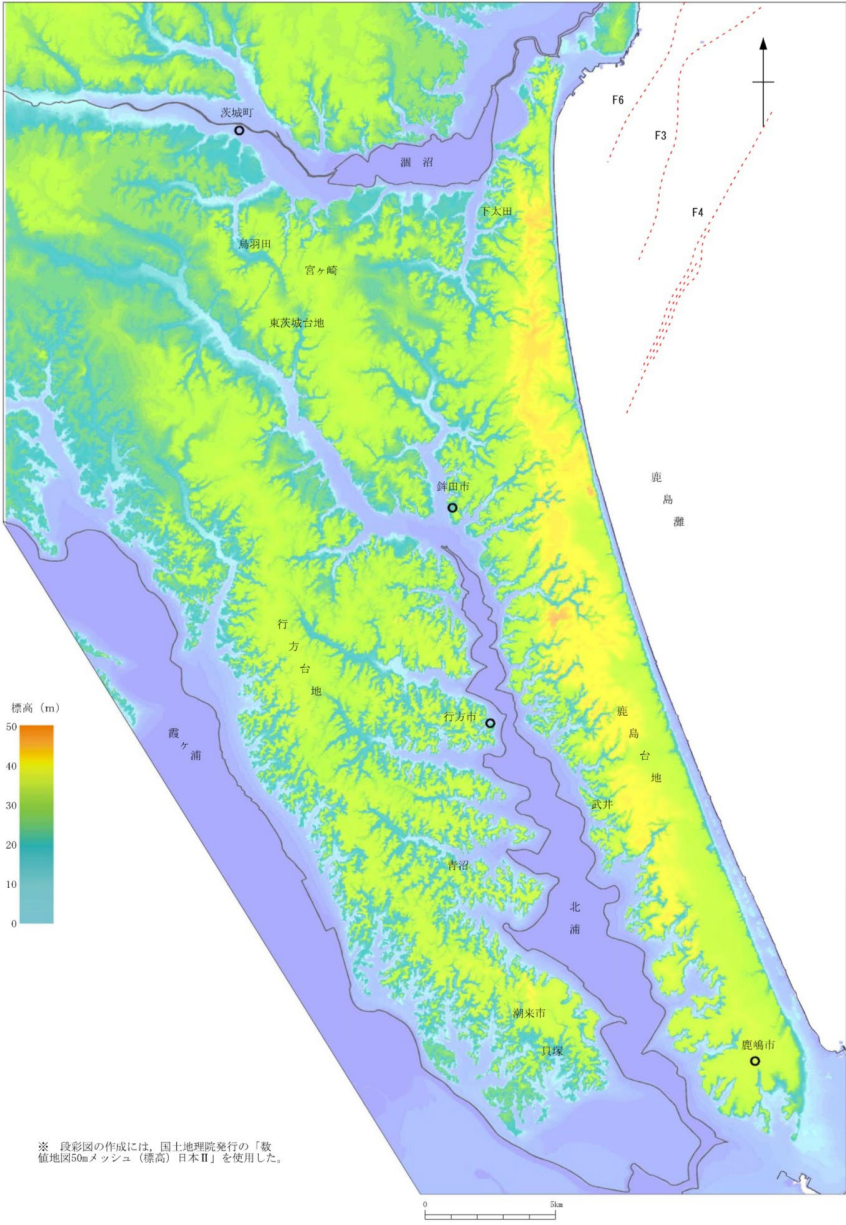
[林ほか(2005)による]

〔林広樹・笠原敬司・木村尚紀・川中卓・太田陽一(2005):茨城県大洋村におけるパイロサイス反射法探査—棚倉構造線南方延長に関連して—, 地震 第2輯, 第58巻(2005) 29-40頁〕

F4断層の南方陸域に関する文献及び変動地形学的調査結果

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲

- 「新編 日本の活断層(1991)」, 「活断層詳細デジタルマップ(2018)」において, F4断層の南方陸域には活構造は指摘されていない。
- 変動地形学的調査の結果においても, F4断層の南方陸域には変動地形は認められない。

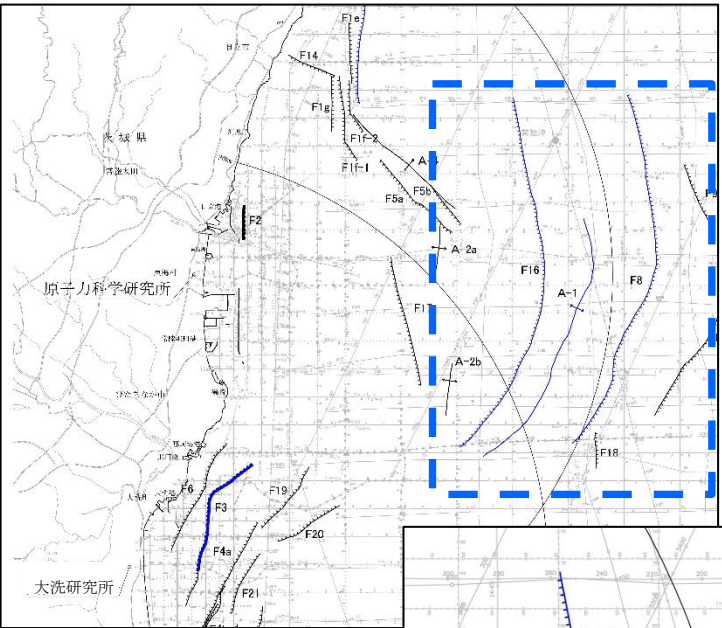


※ 段彩図の作成には、国土地理院発行の「数値地図50mメッシュ(標高)日本II」を使用した。

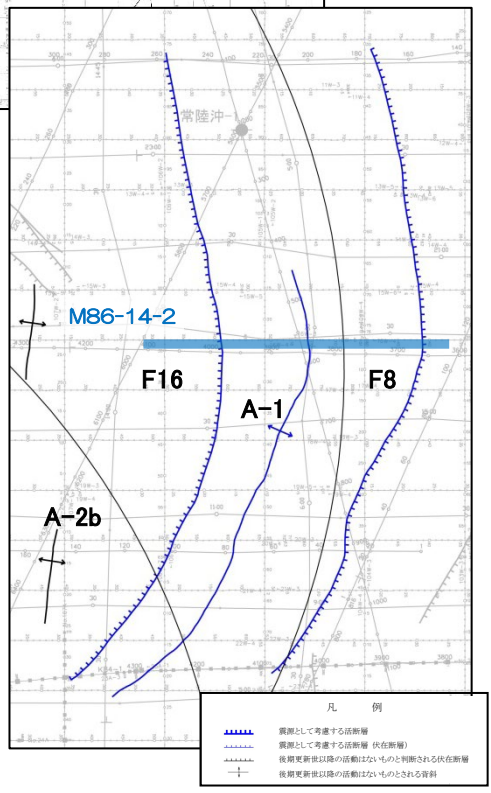
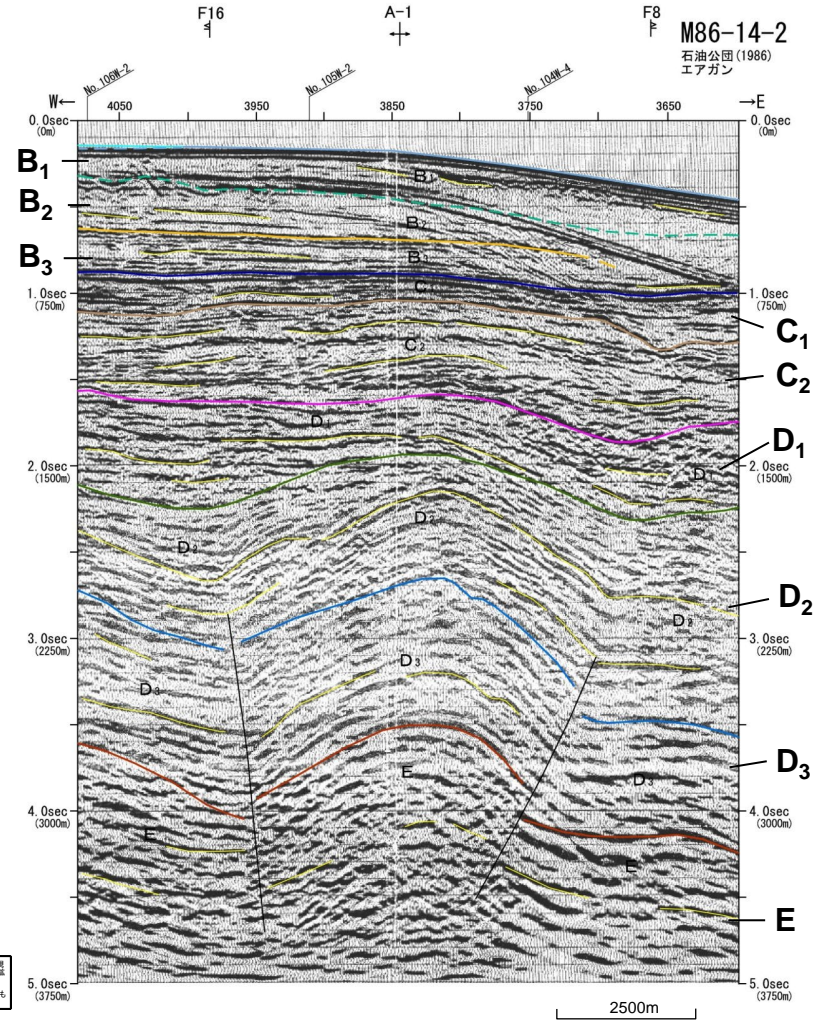
3. (1) 敷地周辺海域の断層

F8, F16断層及びA-1背斜の音波探査解析図(測線:M86-14-2)

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲



- F8断層及びF16断層はD₁層上部には変位・変形を与えていない。
- A-1背斜はB₃層には変形を与えていない。



(凡例)

地質時代	音響層序区分
第三紀	完新世 A
	後期 B ₁
	中期 B ₂
	前期 B ₃
	C ₁
第四紀	C ₂
	D ₁
	D ₂
	D ₃
	D ₅
先古第三紀	E

F11 断層及び断層記号
F16 断層及び拗曲記号
F20 拗曲
F20延長形 断層又は拗曲の延長位置
F11 探査深度外に認められる断層

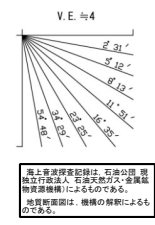
凡例

 震源として考慮する活断層

 震源として考慮する活断層 (伏在断層)

 後期更新世以降の活動しないものと判断される伏在断層

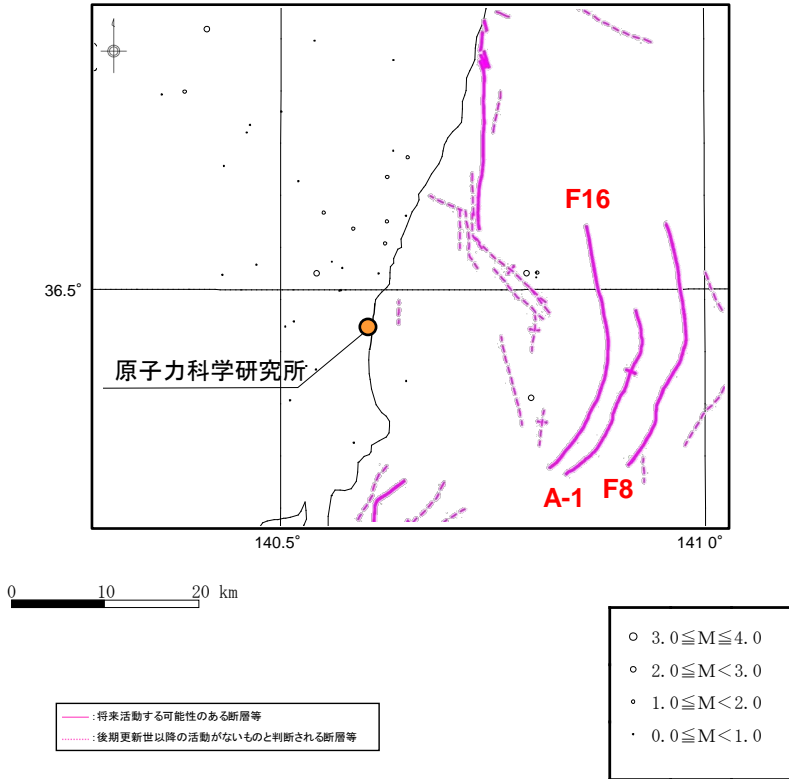
 後期更新世以降の活動しないものとされる背斜



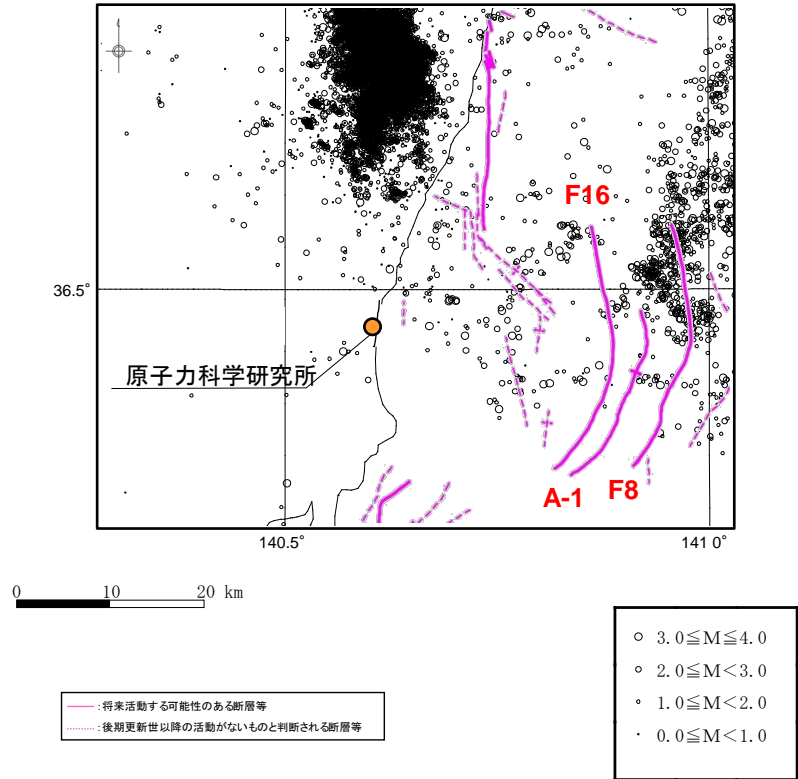
海上音波探査記録は、石油公団 国産石油株式会社、石油天然ガス・炭鉱・物質資源機構によるものである。
地質断面図は、機構の解釈によるものである。

F8, F16断層及びA-1背斜近傍の微小地震分布

2011年東北地方太平洋沖地震発生前後の微小地震発生状況



2011年東北地方太平洋沖地震発生前のM4.0以下の地震の震央分布図(20km以内)
(気象庁, 1997年10月~2011年2月)



2011年東北地方太平洋沖地震発後のM4.0以下の地震の震央分布図(20km以内)
(気象庁, 2011年3月~2014年3月)

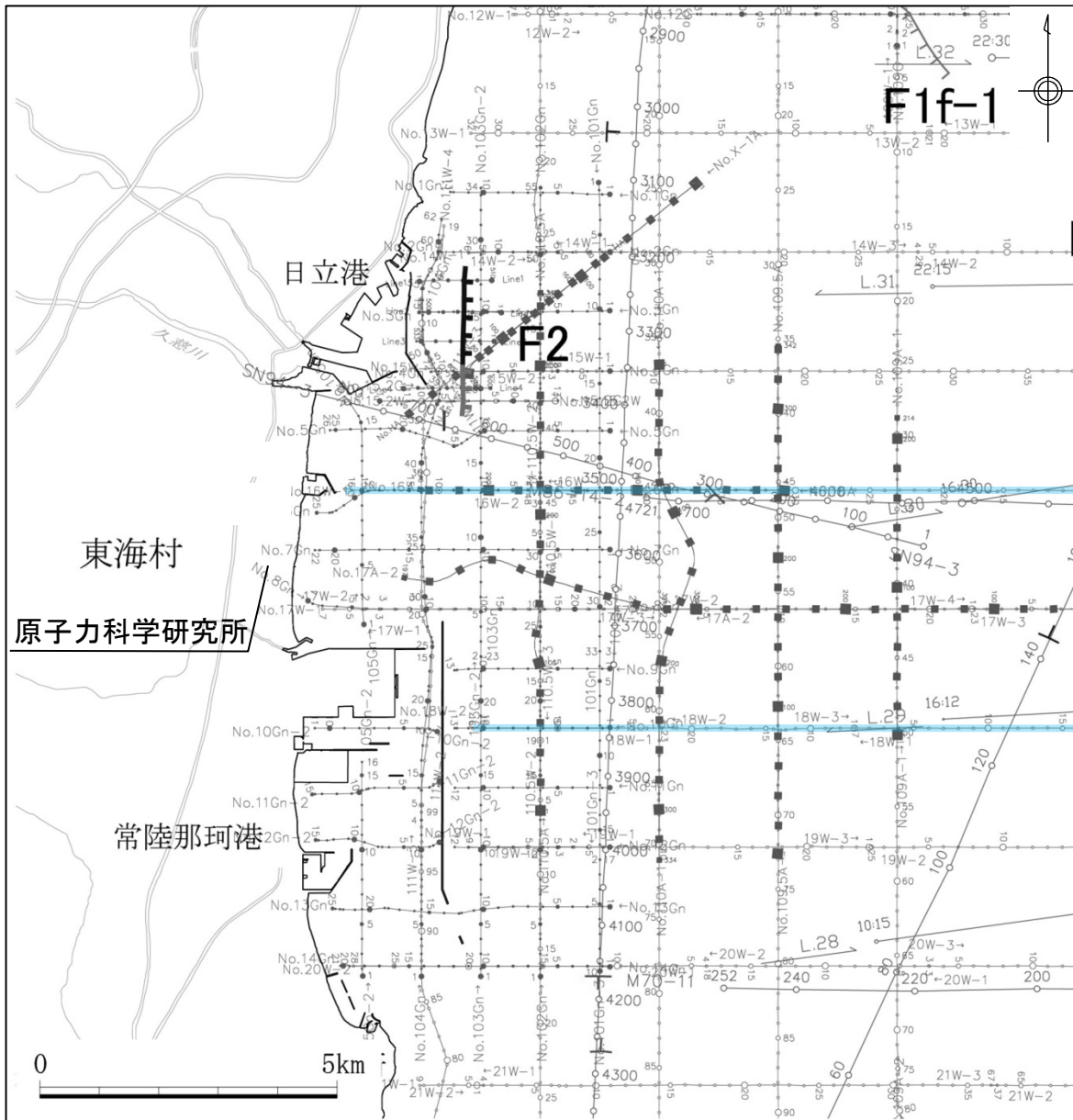
2011年東北地方太平洋沖地震発後、F16断層、F8断層及びA-1背斜の近傍で、地震が集中して発生している。

3. 敷地周辺海域の断層(補足説明)

(2) No.18Wにみられる潜在的な背斜構造について

3. (2) 測線No.18Wにみられる伏在的な背斜構造について

音波探査測線図



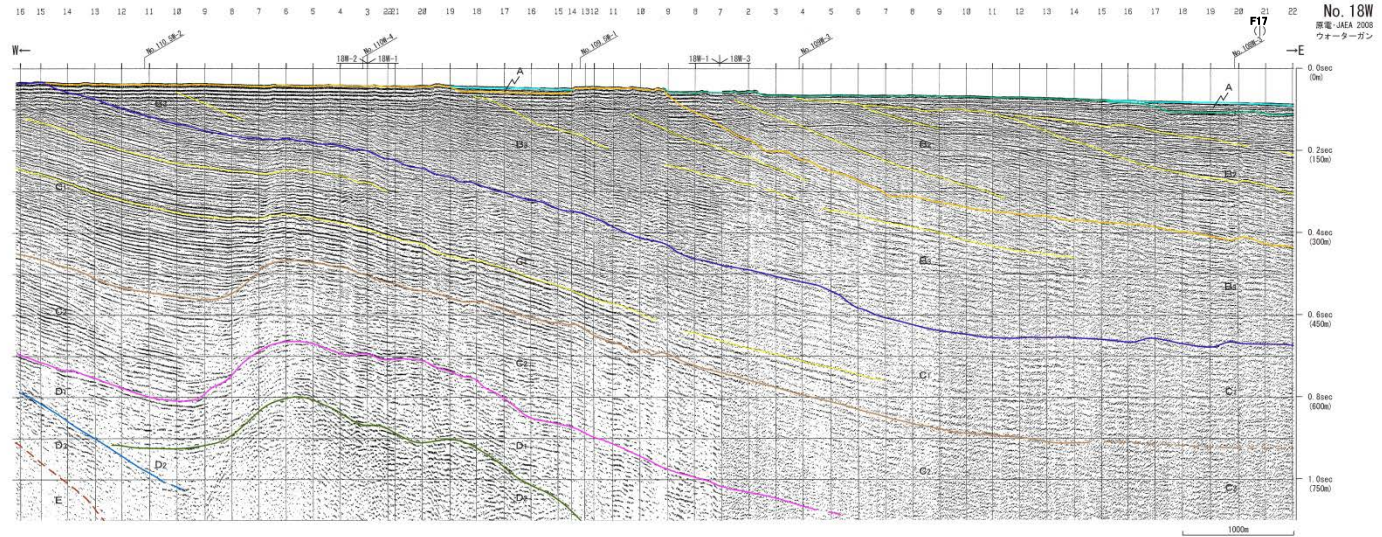
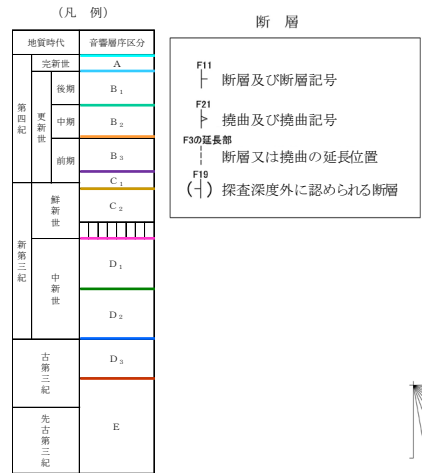
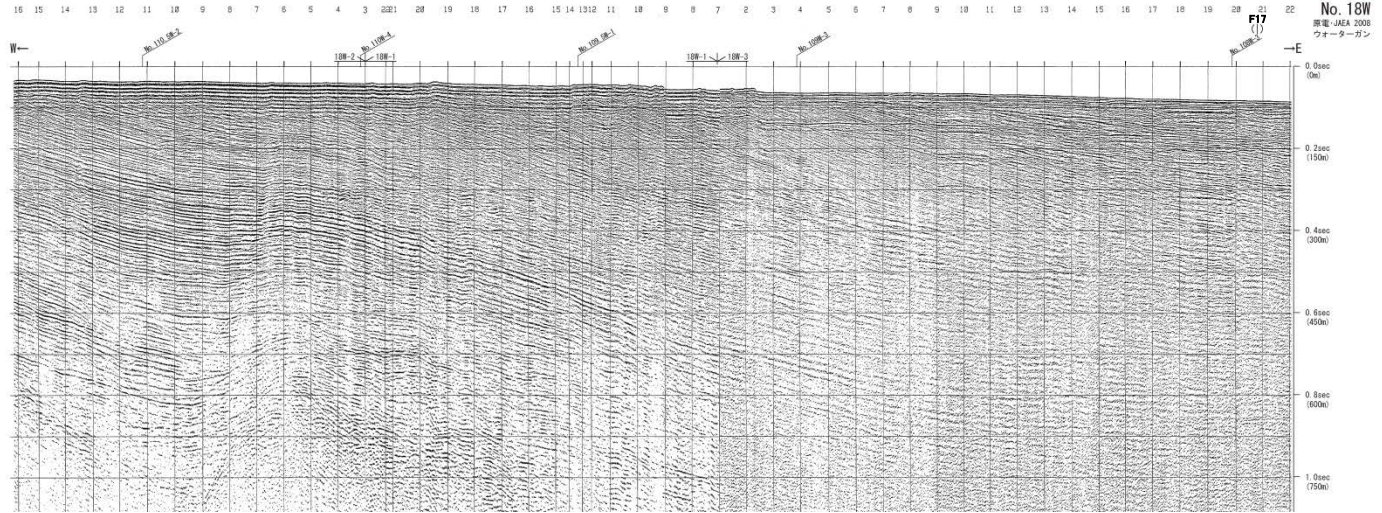
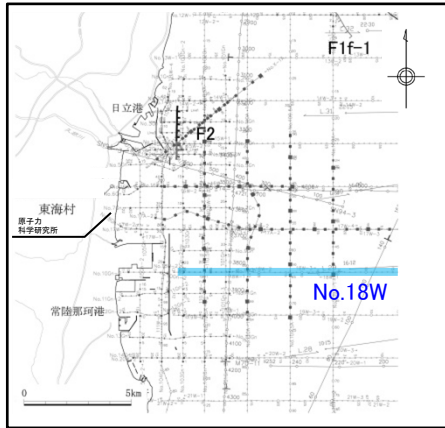
凡 例	
	日本原子力発電㈱(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(アーマー・マルチチャンネル, 2007, 2008年調査)
	日本原子力発電㈱(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(ウォーターガン・マルチチャンネル, 2008年調査)
	日本原子力発電㈱(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(エアガン・マルチチャンネル, 2008年調査)
	(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(アーマー・マルチチャンネル, 2008年調査)
	(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(ウォーターガン・マルチチャンネル, 2008年調査)
	(独)日本原子力研究開発機構による調査測線(エアガン・マルチチャンネル, 2008年調査)
	地質調査所「鹿島灘海底地質図」(1/20万)による調査測線(エアガン・シングルチャンネル, 1980年調査)
	地質調査所「塩屋埼沖海底地質図」(1/20万)による調査測線(エアガン・シングルチャンネル, 1981, 1982年調査)
	石油公社・石油開発公社による調査測線(エアガン・マルチチャンネル, 1970~1994年調査)

No.16W

No.18W

凡 例	
	断層
	伏在断層(連続性のない断層)
	背斜

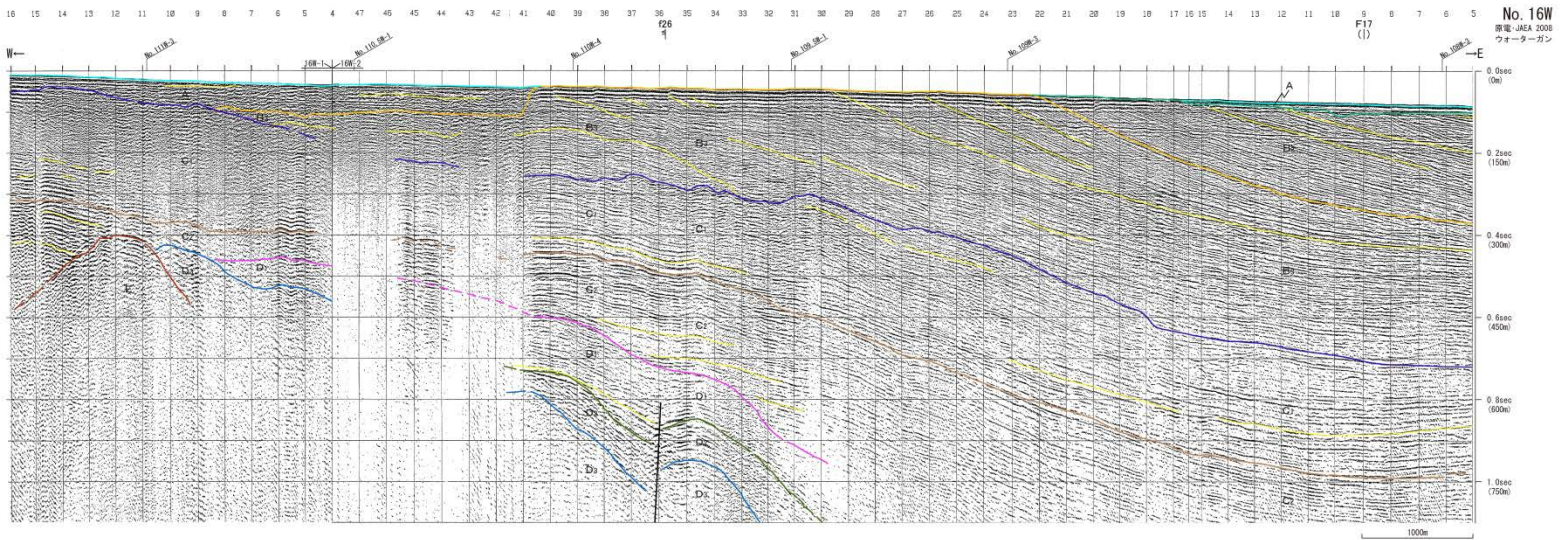
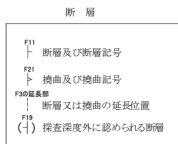
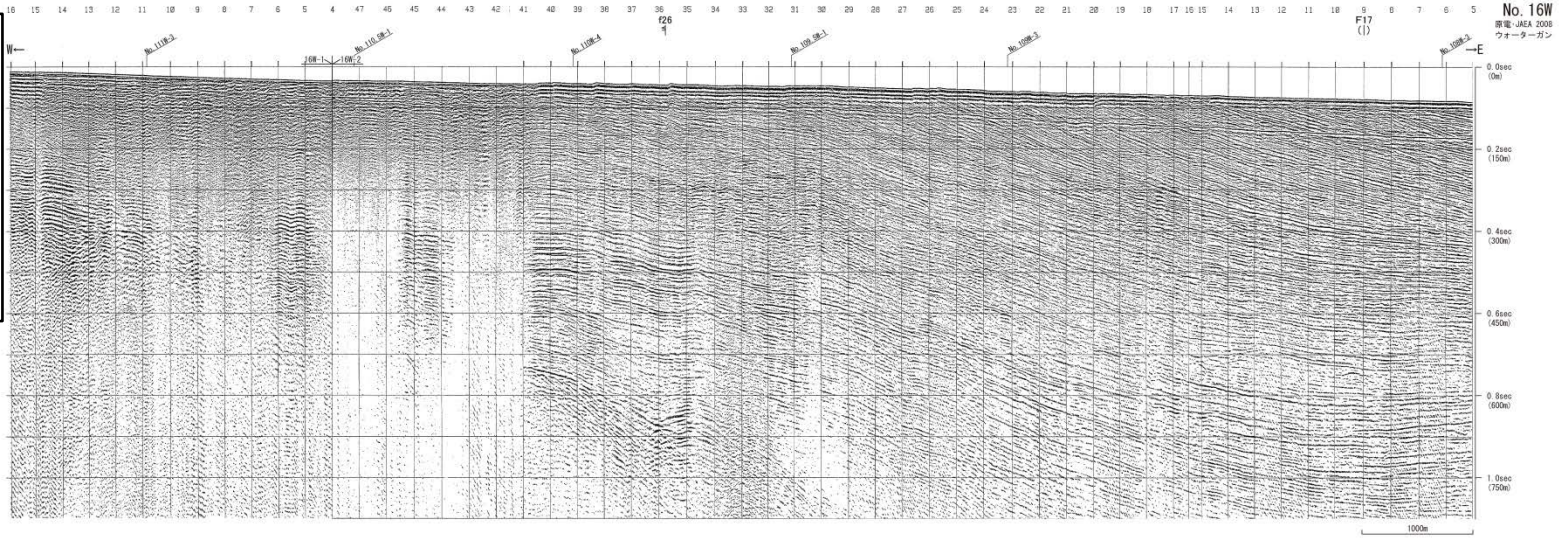
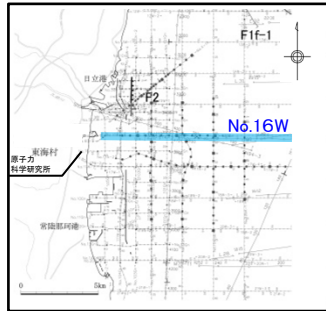
3. (2) 測線No.18Wにみられる伏在的な背斜構造について 音波探査記録及び解析図(測線:No.18W)



- ・ 本測線で認められる背斜構造は、C₁層まで認められるが、B₃層以上の地層には認められない。
- ・ 背斜構造については、1測線のみで確認され、後期更新世以降の地層に変位・変形を与えていない場合は、断層分布図に図示していない。

3. (2) 測線No.18Wにみられる伏在的な背斜構造について

音波探査記録及び解析図(測線:No.16W)

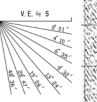
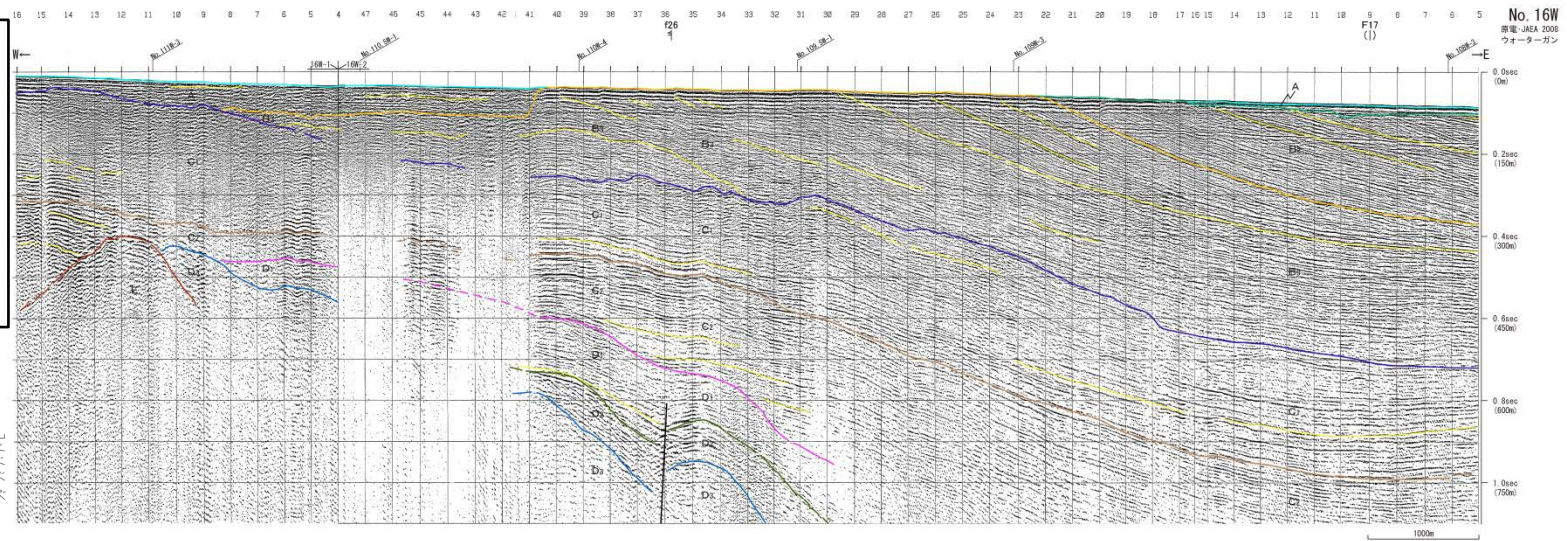
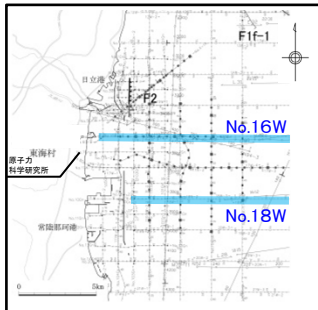


【凡 例】

地質時代	岩層群区分
第三紀	A
	B ₁
	B ₂
第四紀	B ₁
	B ₂
	C ₁
新第三紀	C ₁
	D ₁
	D ₂
	D ₃
	D ₄
新第三紀	E

- ・ 本測線では、No. 18W測線で認められる背斜構造よりも短い波長の背斜構造の西翼に断層 (f 26 断層) が認められるという特徴を有している。
- ・ f 26 断層は、D₁層に変位・変形が認められるが、C₂層以上の地層には変位・変形は認められない。

3. 測線No.18Wにみられる伏在的な背斜構造について
音波探査記録及び解析図(測線:No.16W及びNo.18W)

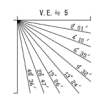
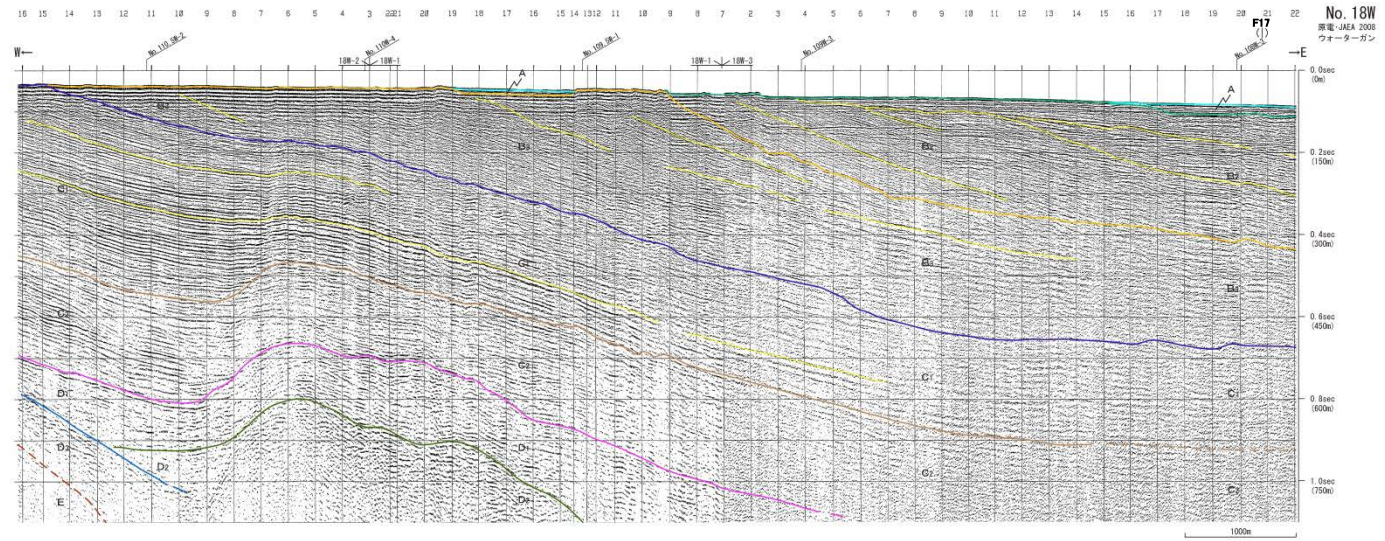


断層

(凡例)

地質時代	音響層序区分
第四紀	完新世 A
	後期 B ₁
	中期 B ₂
	前期 B ₃
	C ₁
第三紀	C ₂
	D ₁
中新世	D ₂
	D ₃
古第三紀	E
先古第三紀	

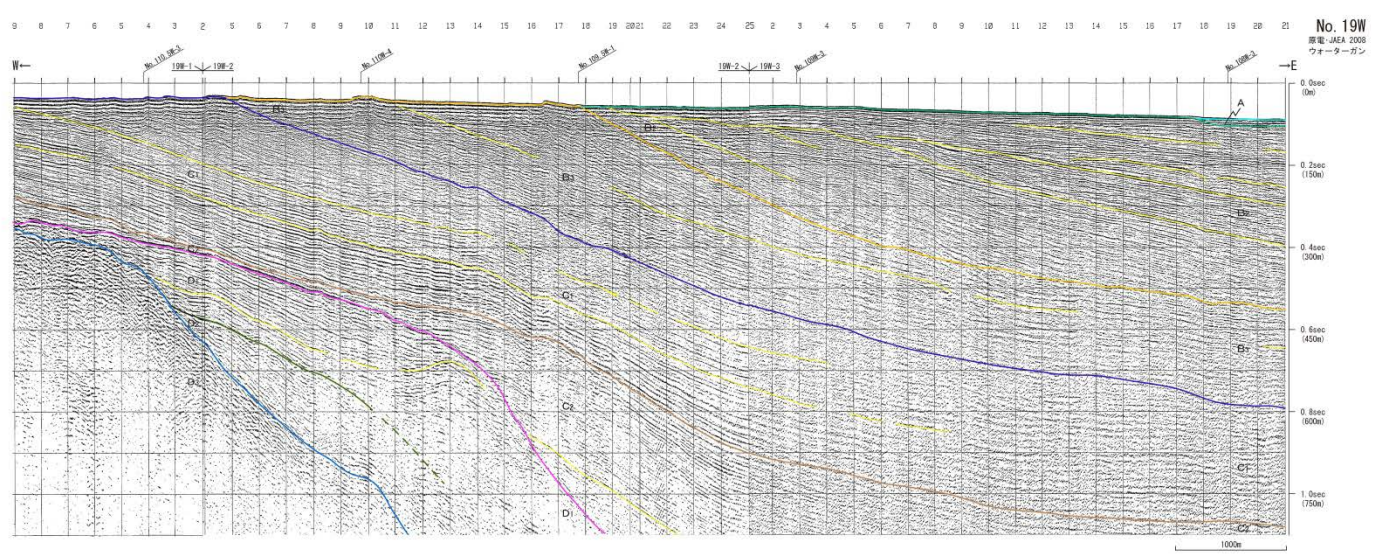
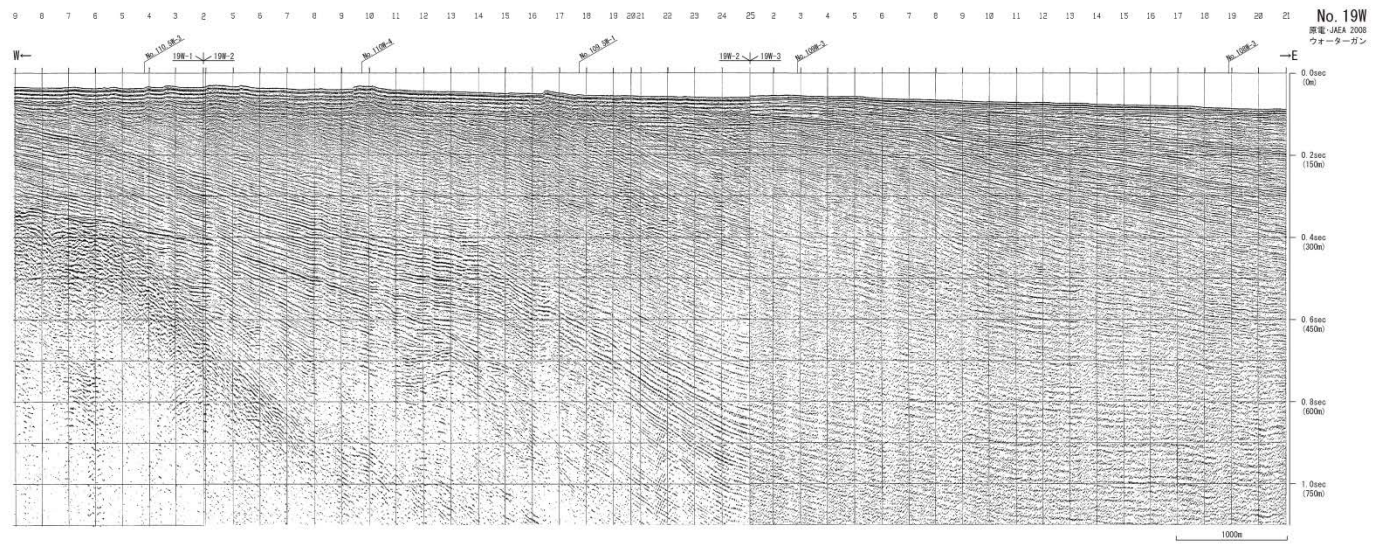
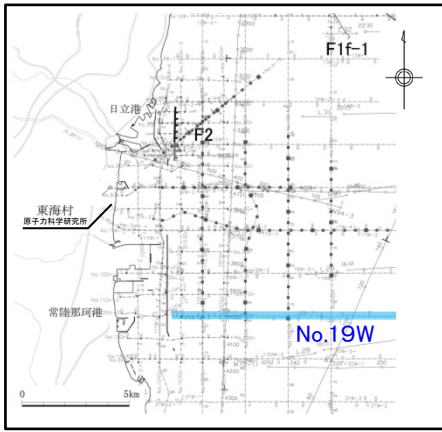
F11 断層及び断層記号
 F21 拗曲及び拗曲記号
 F3の延長部 断層又は拗曲の延長位置
 F19 (⌈) 探査深度外に認められる断層



▪ No. 18W測線とNo. 16W測線には同様の構造は認められない。

3. (2) 測線No.19Wにみられる伏在な背斜構造について

音波探査記録及び解析図(測線:No.19W)

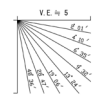


断層

F11 断層及び断層記号
 F21 拗曲及び拗曲記号
 F3の延長部 断層又は拗曲の延長位置
 F1B (↑) 探査深度外に認められる断層

(凡例)

地質時代	音響層序区分
完新世	A ₁
更新世	B ₁
	B ₂
	B ₃
前更新世	C ₁
	C ₂
	C ₃
更新世	D ₁
	D ₂
	D ₃
更新世	E

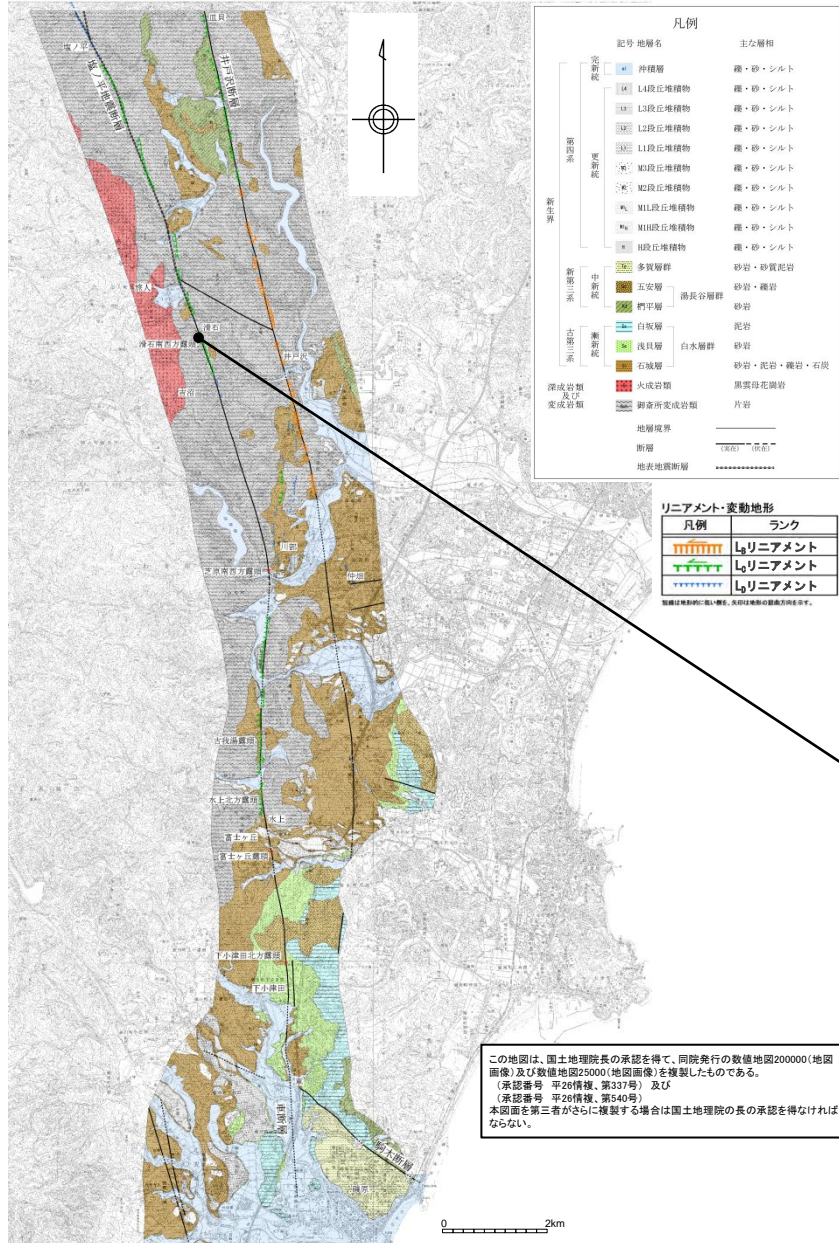


- ・ 本測線では変位及び変形は認められない。
- ・ No. 18W測線で確認されたC₁層まで認められる背斜構造に対応する構造も認められない。

余白

4. 敷地周辺の同時活動(補足説明)

4. 敷地周辺の同時活動 北方陸域の断層の露頭写真(1/2)

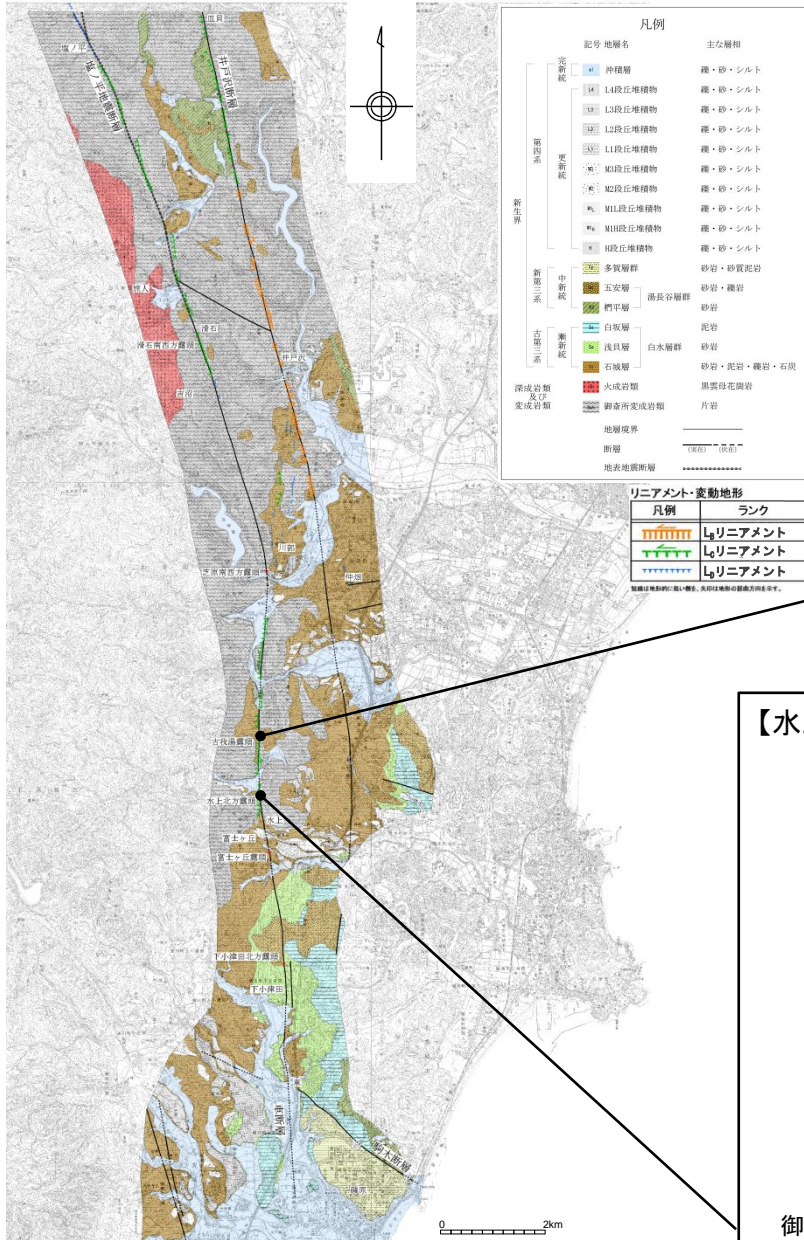


【滑石南西方露頭】

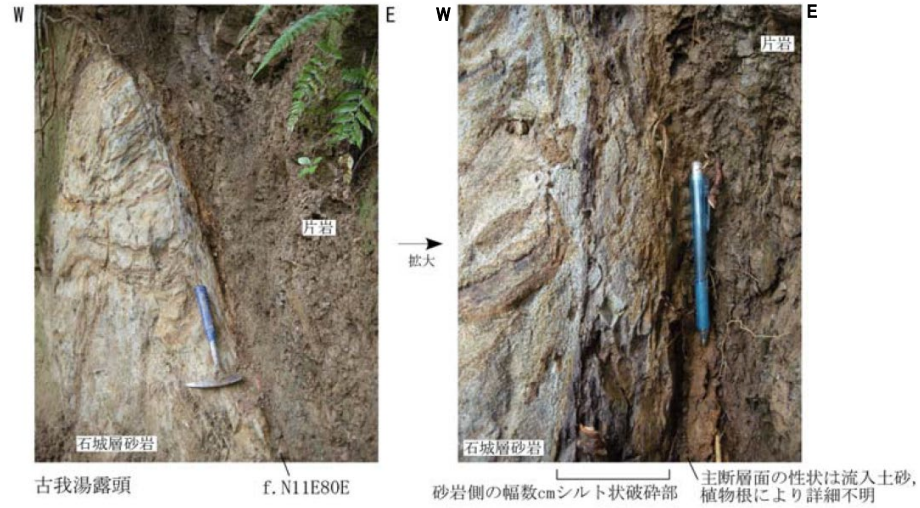


御斎所変成岩類の緑色片岩中の破砕部では、平面的な断層面に条線が認められ、幅2cmの軟質な粘土状破砕部を伴う。周囲は鱗片状～岩片状破砕部である。

4. 敷地周辺の同時活動 北方陸域の断層の露頭写真(2/2)

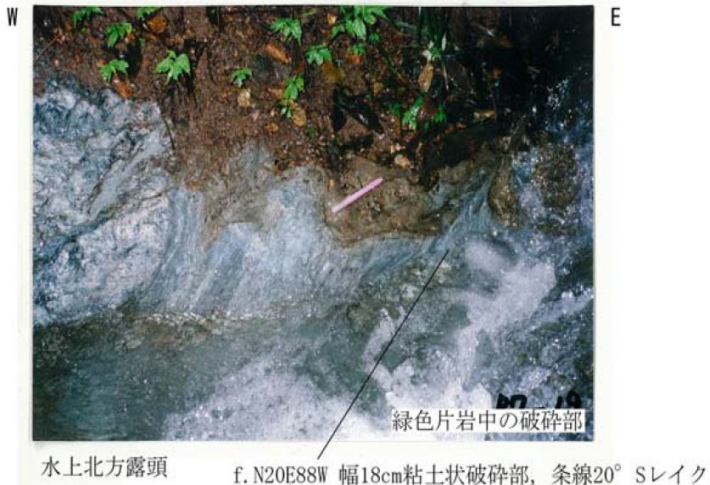


【古我湯露頭】



断層の西側には石城層の砂岩，東側には御斎所変成岩の片岩が分布している。砂岩側の幅数cmはシルト状破砕部からなる。主断層面は概ね平面的であるが，地表から土砂，植物根が侵入し，性状の詳細は不明である

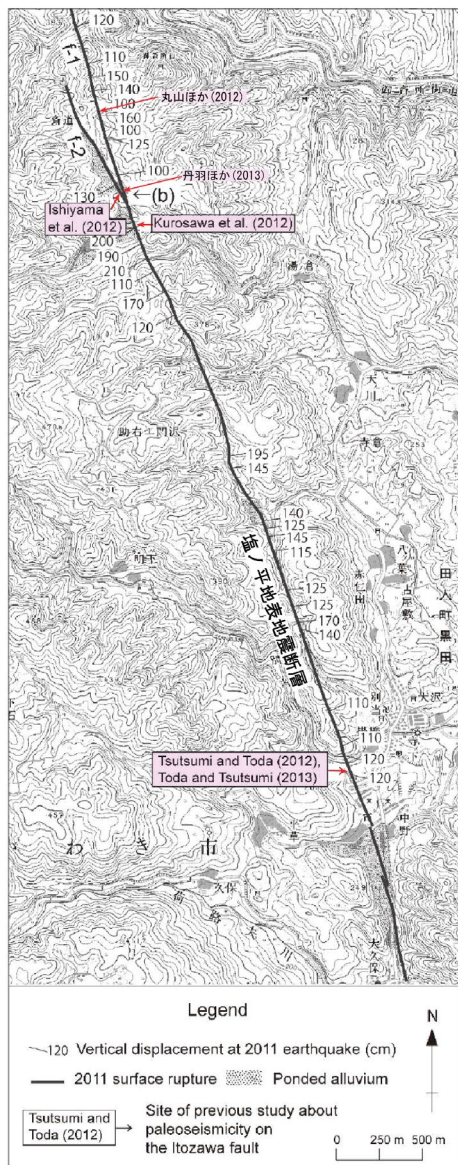
【水上北方露頭】



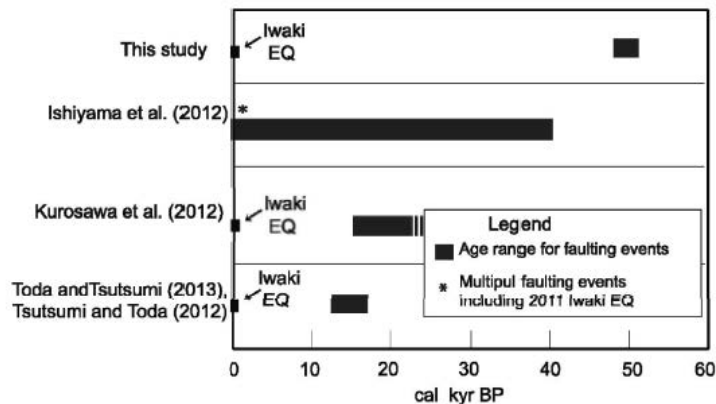
御斎所変成岩中の断層露頭は，幅約3cmの角礫混じり砂状破砕部からなり，幅18cmの軟質粘土状破砕部を伴う。平面的な断層面が認められる。

塩ノ平断層の活動履歴及び単位変位量について(文献調査結果1/4)

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲



丹羽ほか(2013)に加筆



塩ノ平断層の古地震ダイアグラム 丹羽ほか(2013)を修正 (Kurosawa et al. (2012)の年代表示)

表(既往文献調査結果一覧)

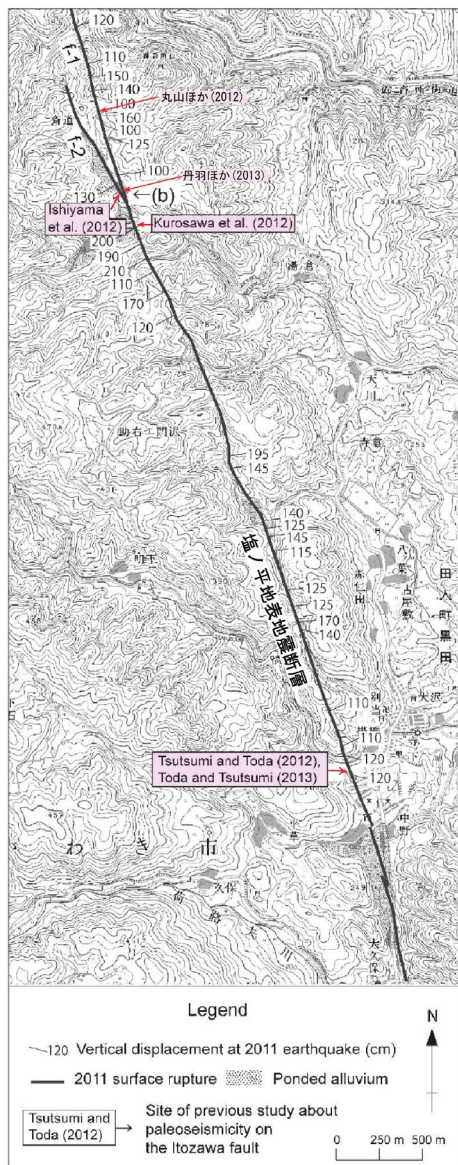
文献	地点	調査方法	前回の活動年代	変位速度	前回の上下変位量	最新活動(2011.4.11)の上下変位量
石山ほか(2012)	塩ノ平	トレンチ	約4万年前以降	(1.5m/4万年=約4cm/1000年)	(0.8m以下)	0.7m
黒澤ほか(2012)	塩ノ平 マングロ沢地区	ボーリング	約1.5万年前以前			1.8m
丸山ほか(2012)	齊道	ピット	AT降灰以降, 鎌倉~室町時代以前	7cm/1000年以下	0.6m以下	1.3m
堤・遠田(2012)	掛橋の別当川南岸	トレンチ	12500~17000年前	(1.5m/1.9万年=約8cm/1000年)	0.3m	1.2m
丹羽ほか(2013)	塩ノ平	ボーリング	約5万年前	(2.5m/5万年=約5cm/1000年)	0.8m(以下)	1.7m

()は文献中に計算値の表示はない

- トレンチ調査等の結果から、過去数回の活動が検出されており、後期更新世以降に2011年4月11日の地震の規模を上回るような地震が発生した痕跡は認められない(→塩ノ平地震断層とその他の断層が連動した痕跡は認められない)。
- 今回の単位変位量は過去の単位変位量より十分に大きいことから、十分な応力解放がなされている。

塩ノ平断層の活動履歴及び単位変位量について(文献調査結果2/4)

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲



丹羽ほか(2013)に加筆

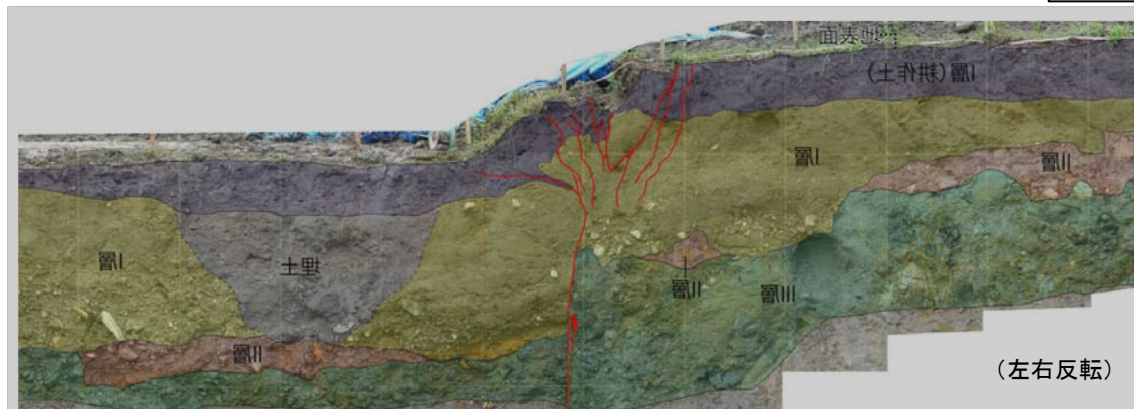


図 2 塩ノ平トレンチ南面の解釈図。太実線は断層および亀裂を示す。

新第三系ないしは古第三系と推定される固結した砂礫層 (III 層) およびこれを不整合に覆う河成堆積物は、I 層およびII 層に区分され、これらは不整合関係にあり、I 層は地表面 (谷底面) を直接構成する地層である。

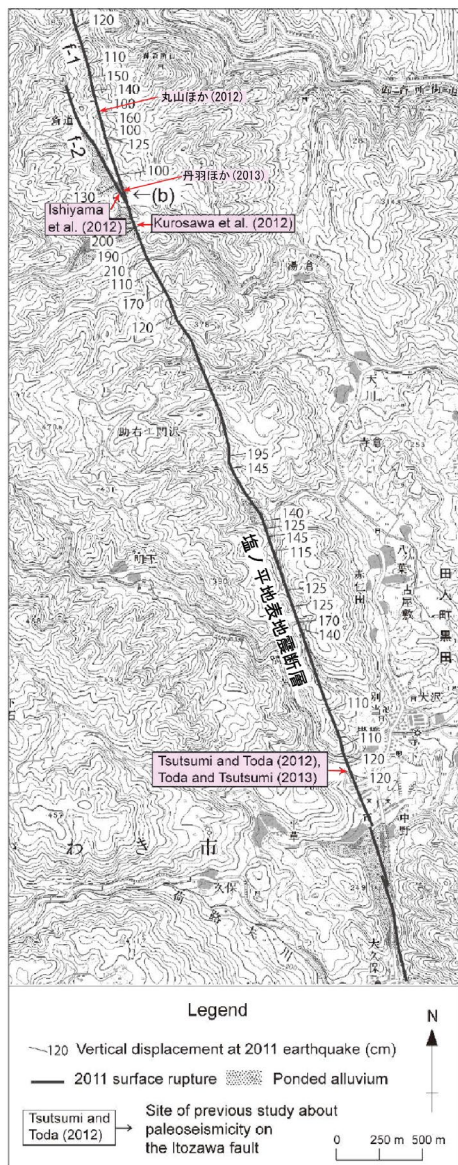
I 層に不整合に覆われるII 層の分布高度は、断層の北側が南側に対して1.5 m 程度高くなっており、これは今回の地震にもなう上下変位量の約2 倍である。このことは、II 層が今回の地震の前に少なくとも1 回の断層変位を受けていることを示唆する。

II 層から得られた炭化木片の年代値はCal BP41920 to 41370 であり、約4 万年以降に今回も含めて少なくとも二回の地震イベントがあったと考えられる。

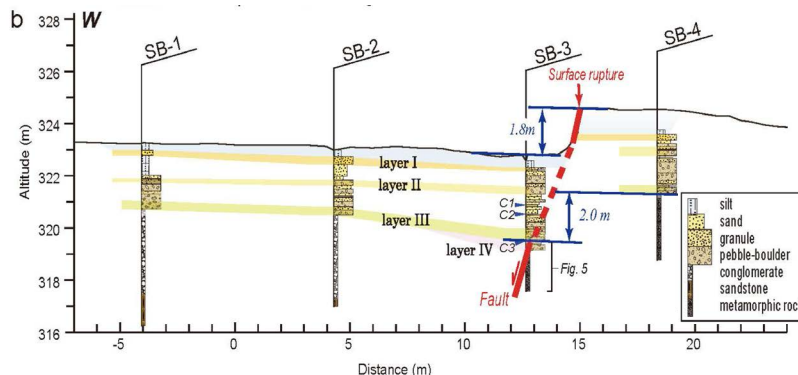
石山ほか(2012)に加筆

塩ノ平断層の活動履歴及び単位変位量について(文献調査結果3/4)

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲



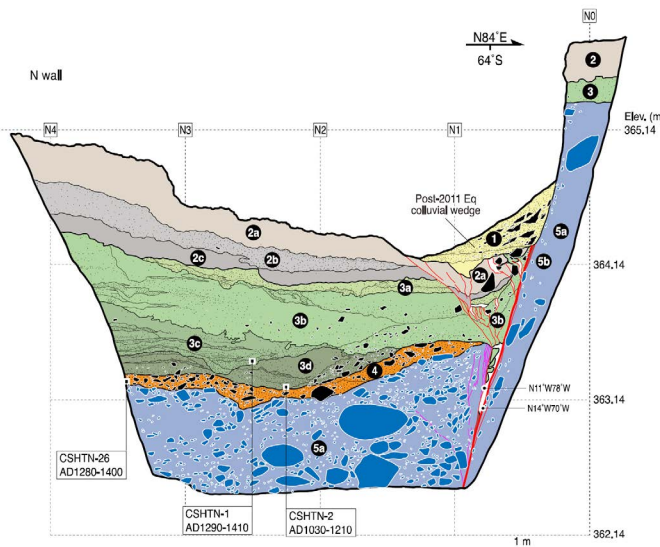
丹羽ほか(2013)に加筆



layer I~IIIの下限を変位基準とした場合、地表地震断層を挟んで西側が相対的に約2 m低下していると読める(第4図b)。この落差を断層による上下変位とみなすと、その量は今回の地震による上下変位量(地表面で1.8 m)にほぼ等しい。このことから、layer III堆積以後の断層運動は、今回の地震のみである可能性が高い。

断層活動の時期や回数については検討できる証拠が得られていないものの、断層粘土が形成されていることから、おそらく活動は複数回であり、layer IVの上位が緩傾斜であり、下位の砂層がlayer Vにアバットするように堆積した地層であることから、layer IV堆積以前(約1.5万年前より前)にも活動があった可能性が示唆される。

黒澤ほか(2012)に加筆



壁面には、下位から基盤岩(礫岩)(5層)、河道充填礫層(4層)、崩積堆積物(斜面堆積物)(3層)、耕作土壌および表土(2層)と今回の地震で生じた断層崖が崩壊して堆積した特徴的なくさび状の崩積土(1層)が出現しました(第7図)。

断層を境に3層の層厚が断層西側で明らかに厚く、同層の下半分は断層面沿いで基盤岩からなる崖にぶつかるように接しています(第7図)。西側落下の断層変位により生じた西向きの崖が保持され、それが鎌倉~室町時代以降に埋積されたことを示している可能性がります。

西側落下の断層変位による崖が鎌倉~室町時代以降に埋積されたことを示す。

丸山ほか(2012)に加筆

塩ノ平断層の活動履歴及び単位変位量について

(文献調査結果4/4)

第452回審査会合
資料3-3-2 再掲

トレンチ壁面には、別当川が運ん

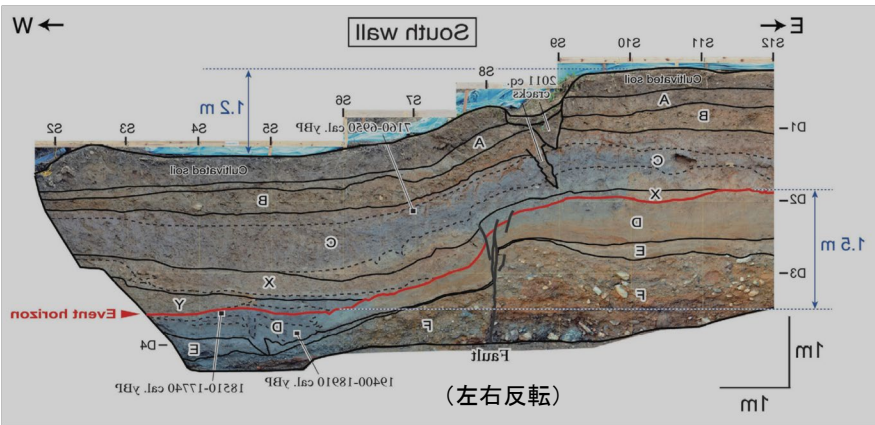
できた礫層とそれを覆う砂層・シルト層・腐植土層、およびそれらを変位させる高角度西傾斜の正断層が露出した (Fig. 9)。断層帯の東西両側に分布する地層を層相に基づいて A~F 層に区分し、さらに断層の低下側(西側)のみに分布するあるいは厚く堆積する地層を X・Y 層として区分した。

地層の上下変位量や変形構造に基づき、2011年4月11日の地震に先行する1回の地震イベントを解説した。A~C 層の上下変位量は、地表と同様に約 1.2 m である。それに対して、下位の D~F 層の上下変位量は約 1.5 m であり、地表や上位の地層の変形量よりも大きい。また A~E 層は変形帯を挟んで層厚がほぼ同じであるのに対して、断層の低下側の C 層と D 層の間には低地を埋めた堆積物である X 層と Y 層が分布する。X 層と Y 層は、D 層上面をオンラップで覆い、傾斜不整合の関係にある。また、S4.5~5 付近の D 層と E 層には開口クラックとそれを埋めた構造が見られ (Fig. 9c)、北面では同じ層準に腐植質シルト層に挟まれた粗~中粒砂層が液状化して流動した痕跡が認められる (Fig. 9b)。これらの観察事項に基づき、2011年地震に先行する断層活動のイベント層準を D 層の上面に認定した。

イベント層準の下位の D 層や E 層からは 19400 年~16820 cal. yBP の 4 つの年代値が得られ、イベント層準の直上の X 層からは、12890~12620 cal. yBP の年代値が得られた。よって先行するイベントは、12500~17000 年前に発生したと考えられる。

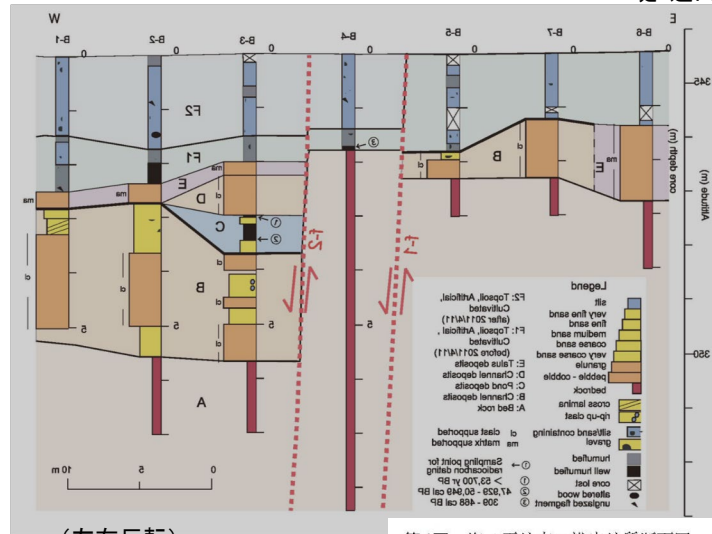


丹羽ほか (2013) に加筆



(左右反転)

堤・遠田 (2012) に加筆



(左右反転)

第4図 塩ノ平地点の推定地質断面図


基盤岩である A 層上面高度は、二条の断層を挟んで西側が相対的に最大約 3.4 m 低下している。これらの変位の累積から、2011年4月の地震以前 B 層堆積後、および、B 層堆積以前もしくは堆積中にそれぞれ 1 回以上の断層活動が推定される。

B-3 の B 層から C 層への急激な細粒化は、河川から池もしくは低湿地への環境変化を示し、有機質シルト~細粒砂層からなる C 層は、断層活動による相対的沈降側を埋めた堆積物であると解釈可能である。このことから、2011年に先行する断層活動のイベント層準のうちの1つは B 層と C 層の境界に限定される。C 層から得られた暦年較正年代から、この断層活動は約 50,000 年前に発生したと考えられる。

丹羽ほか (2013) に加筆

地震断層の長さ等と地震規模との対応(1/2)

- 福島県浜通りの地震(2011.4.11, Mw6.7)によって地表に現れた地震断層と地震規模の関係について検討を実施
- 検討は、地震断層の長さから推定される地震モーメントと地震観測記録から求まる地震モーメント(F-net)の比較により実施

項目	単位	塩ノ平 地震断層	湯ノ岳 地震断層	塩ノ平地震断層 + 湯ノ岳地震断層	備考	
①断層長さ	km	14.2	15.6		栗田ほか(2011)より	
②断層幅	km	15.0	15.0		断層上端深さ5km 断層下端深さ18km 断層傾斜角60°	
③断層面積	km ²	213.0	234.0		①×②	
④松田式によるマグニチュード		6.8	6.8		①より	
地震モーメント	入倉・三宅(2001)	N・m	2.96×10^{18}	3.40×10^{18}	6.36×10^{18}	③より
	武村(1990)	N・m	4.74×10^{18}	4.74×10^{18}	9.48×10^{18}	④より
	武村(1998)	N・m	7.24×10^{18}	7.24×10^{18}	1.45×10^{19}	④より
	 比較					
	2011年4月11日 F-net	N・m			9.58×10^{18}	

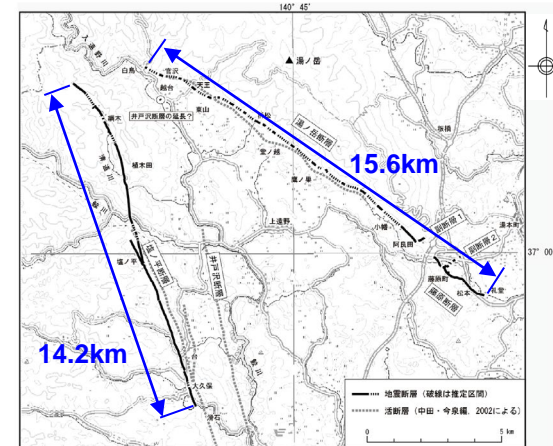


図1 2011年福島県浜通りの地震に伴って出現した地震断層および既知の活断層の分布
基図は国土地理院発行の数値地図200000「白河」を使用。

(栗田ほか, 2011)に加筆

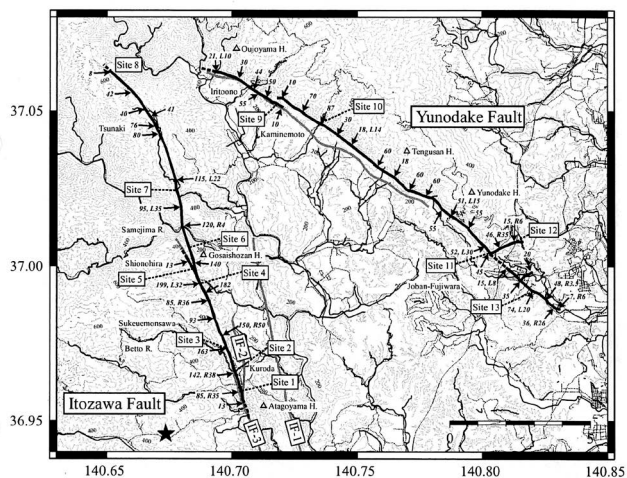
両地震断層の長さから推定した地震モーメントと地震観測記録から求まる地震モーメントが整合していることを確認した。

地震断層の長さ等と地震規模との対応(2/2)

○福島県浜通りの地震(2011.4.11, Mw6.7)に関する, 地表に現れた断層長さや変位量から推定したモーメントマグニチュードと地震観測記録から求まるモーメントマグニチュードの関係(文献調査)

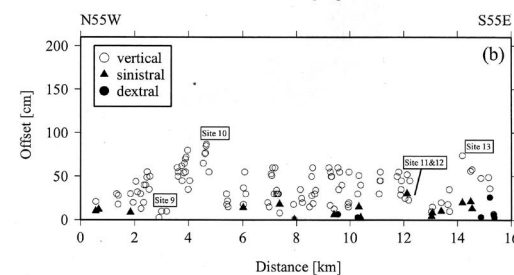
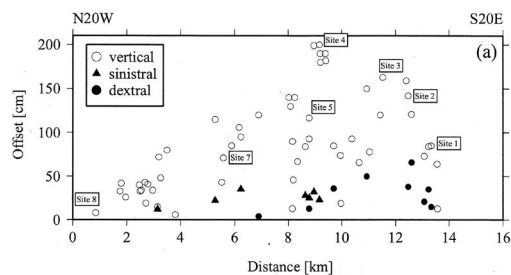
■ Mizoguchi et al(2012)※について

- 福島県浜通りの地震(2011.4.11, Mw6.7)について現地調査を行い, 変位分布等を調べている。
- 調査の結果得られた地震断層長さや最大変位量, 平均変位量を, Wells and Coppersmith(1994)による経験式に当てはめてモーメントマグニチュードを算定している。
- その結果モーメントマグニチュードは6.5~6.8となり, 地震観測記録から求まる気象庁のモーメントマグニチュード6.6と整合しているとしている。



Mizoguchi et al. (2012)による地表地震断層

※Mizoguchi et al.(2012):Surface Fault Ruptures and Slip Distributions of the M_w 6.6 11 April 2011 Hamadoori, Fukushima Prefecture, Northeast Japan, Earthquake, BSSA,vol.102 ,no.5 ,p.1949-1956



Mizoguchi et al. (2012)による変位分布

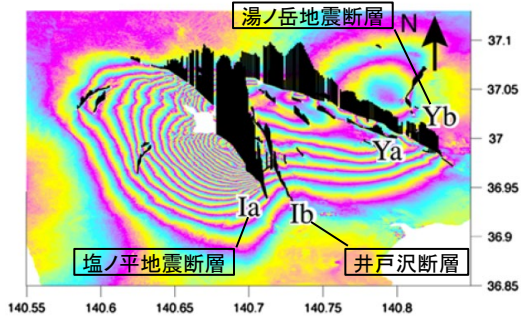
左: 井戸沢断層(塩ノ平地震断層)
右: 湯ノ岳断層(湯ノ岳地震断層)

地震断層の長さや変位量から推定したモーメントマグニチュードと地震観測から求まるモーメントマグニチュードが整合していると評価されている。

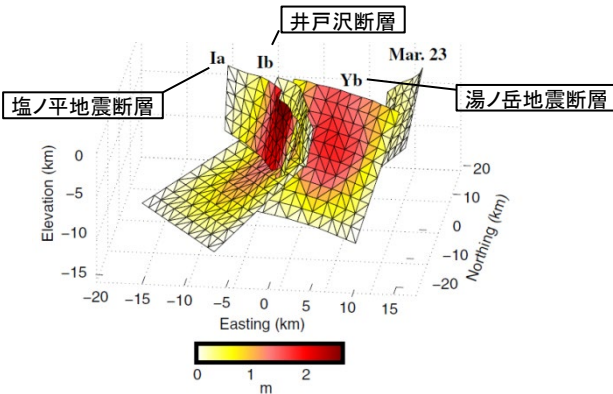
井戸沢断層の応力解放について(文献調査結果)

Fukushima et al. (2013)の概要

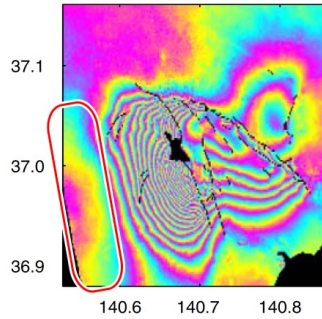
- 福島県浜通りの地震(2011.4.11, Mw6.6)を対象に, SAR画像を用いて面的な地盤変動を検出し, 再現解析のため断層モデルを求めた。
- 地表の変位を再現するよう最適化した断層モデルは, 井戸沢断層と塩ノ平地震断層が深さ約5km以深で収斂することを示唆する。



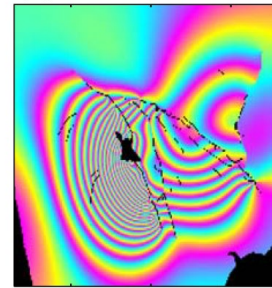
<干渉SAR画像と変位不連続トレースにおける衛星からの距離変化量>



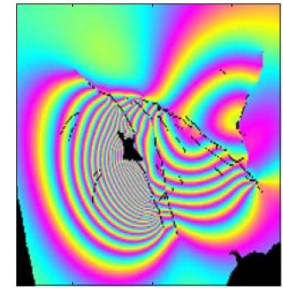
<最適断層モデルの配置とすべり量分布>
・最大すべり量は塩ノ平地震断層の地表付近で2.7m



(a)干渉SAR画像(観測結果)



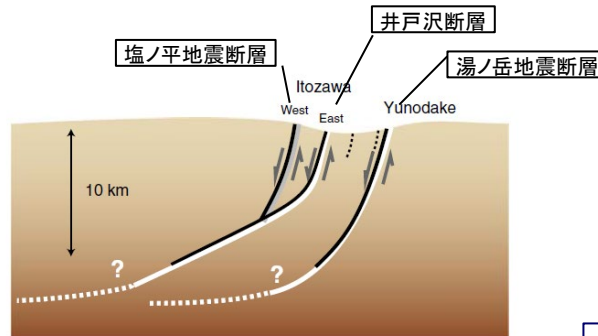
(b)井戸沢断層と塩ノ平地震断層が収斂するモデルによる解析結果



(c)井戸沢断層と塩ノ平地震断層が収斂しないモデルによる解析結果

<最適断層モデルの評価>

(b)の解析結果は(a)の観測結果を良好に再現している((c)の解析結果は赤枠部分が再現されない)。



<断層モデルの推定に基づく地下構造の模式図>
・井戸沢断層は, 地表付近のスプレー構造で特徴づけられる

井戸沢断層と塩ノ平地震断層は, 深部で収斂する一連の断層構造であることが示唆されているとしている。

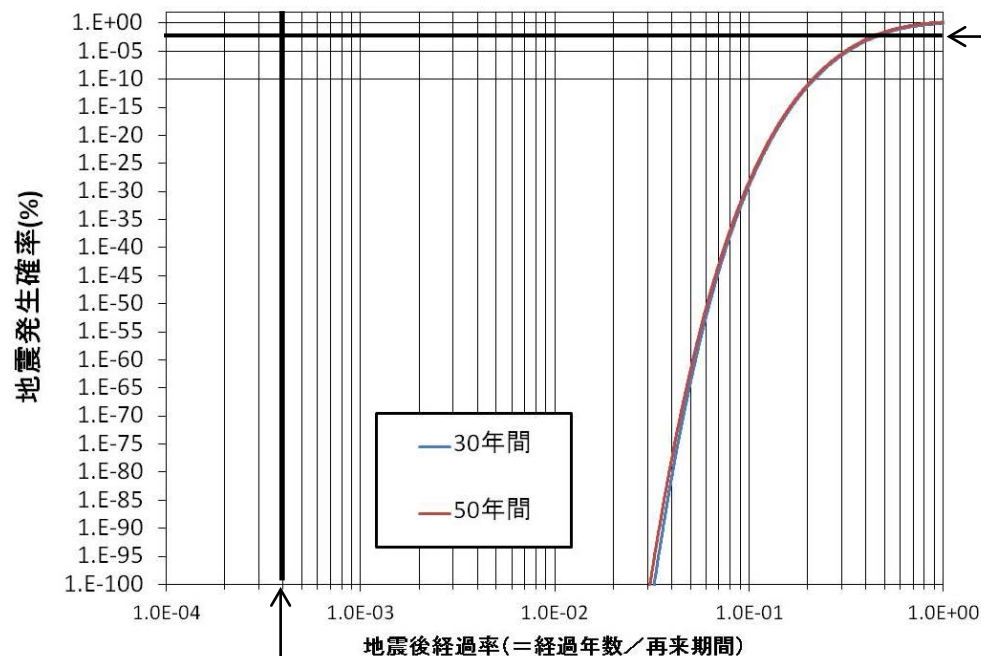
(Fukushima et al. (2013)に加筆)

地震本部の手法による塩ノ平断層の地震発生確率

以下の条件で、BPT分布に基づく地震発生確率を算定した。

- 再来期間12,500年(文献調査結果のうち最短とした)
- 地震後経過年数 5年(2016年4月時点に相当)
- 地震発生間隔のばらつき $\alpha=0.24$ (地震本部による標準的値)

この結果、今後30年間、50年間の地震発生確率はほぼ0%となった。



← 地震本部では、10の-3乗パーセント未満の場合は地震発生確率を「ほぼ0%」としている。

地震後経過年数:5年
地震後経過率:5年/12,500年間= 4×10^{-4}

地震発生確率の算定結果

期間	地震発生確率
今後30年間	6×10^{-1338} パーセント
今後50年間	1×10^{-848} パーセント

α を0.2~0.3、再来期間を12,500~50,000年の範囲で変化させても同様の結果となった

4. 敷地周辺断層の同時活動

地震発生確率に着目したF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動性について

【規制基準の要求事項】

- ・「震源として考慮する活断層」は、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できないもの。
- ・活動区間は、活動履歴、地震1回の変位量分布・平均変位速度分布等を総合して評価

【規制基準に照らした塩ノ平断層の評価】

◆ 活動性 ◆

後期更新世以降(約12～13万年前以降)に活動したことから、「震源として考慮する活断層」として評価

◆ 活動区間 ◆

塩ノ平断層については、「活動履歴」や「単位変位量」が詳細に把握されていることから、これらも踏まえて総合的に判断

「活動履歴」に関する観測事実

- ・過去数万年間で複数回活動
 - 現在の広域応力場に応じた活動履歴が把握されている。
 - 再来期間は数万年間
- ・過去数万年間の活動はいずれも正断層センス
- ・最新活動時期は2011年4月11日
- ・各種研究機関及びこれまでの調査結果によれば、後期更新世以降に「塩ノ平断層」が「北方陸域の断層」及び「F1断層」と同時活動した事実は得られていない。

「単位変位量」に関する観測事実

- ・過去数回の活動における単位変位量は、1m程度と概ね一定
- ・2011年4月11日の活動の単位変位量は1m程度であり、活動範囲は10数km

上記観測事実に基づく推察

- ・塩ノ平断層は、現在の広域応力場において繰り返し活動し、いずれの活動も正断層センスであることから、2011年東北地方太平洋沖地震型の地震の発生(地震本部によれば約600年間隔で発生)によらず、安定した応力場(引張場)で活動
- ・塩ノ平断層の地震規模は概ね一定であることから、固有の規模で活動を繰り返している。
- ・2011年4月11日の地震では、固有の地震規模に相当するエネルギーが解放された。

F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層との同時活動性の評価

- ・他機関の調査結果も含め、後期更新世以降に「塩ノ平断層」が「F1断層」や「北方陸域の断層」と同時活動した事実はない。
- ・しかしながら、「塩ノ平断層」の「活動履歴」や「単位変位量」の情報が得られていることから、地震本部の評価手法も参考に、これら断層の同時活動性について検討した。
- ・その結果、「塩ノ平断層自体の今後50年間における地震発生確率はほぼ0%」であり、また「塩ノ平断層とF1断層及び北方陸域の断層が今後50年間で同時活動する場合の地震発生確率は更に小さい」と評価される。



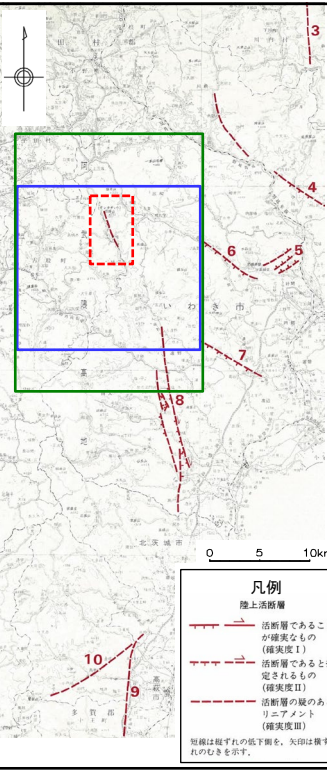
「塩ノ平断層」の「活動履歴」、「単位変位量」も踏まえて総合的に判断した結果、「塩ノ平断層と隣接する北方陸域の断層及びF1断層」の同時活動する可能性は極めて低いものと判断される。

しかしながら、断層の走向・傾斜の類似性等も勘案し、これらの断層の同時活動を考慮することとした。

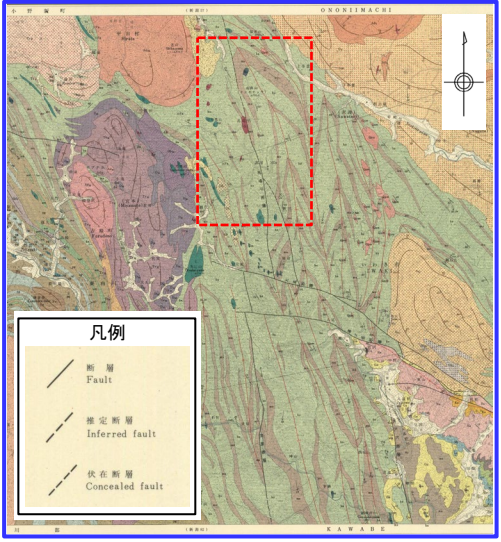
「新編 日本の活断層(1991)」が塩ノ平地震断層の北方に示す
確実度Ⅲのリニアメントについて

4. 敷地周辺の同時活動 塩ノ平地震断層北方の地質に関する文献調査結果

活断層研究会編
「新編 日本の活断層(1991)」に加筆



地質調査総合センター
「5万分の1地質図幅「竹貫」(1973)」に加筆

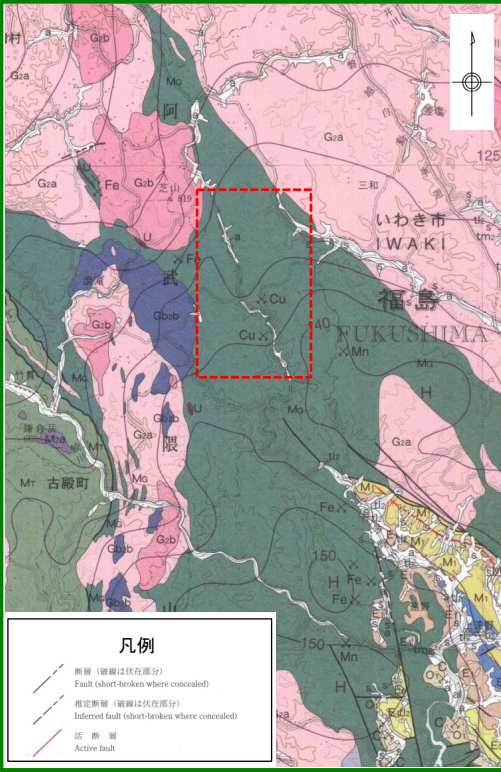


馬場平断層は典型的な縦走断層で、馬場平付近では $N20^{\circ}W$ で直立、幅は 3 m 以上で、圧砕作用が進んでいる。断層内の細部構造は第29図のよう
で、母岩はミロナイト化した珪質片岩である。この断層の北方への延長は、入達野川の谷に沿って上三坂方面につづくが、芝山花崗岩体東縁に発達する剪裂帯につなげる見方もある。南方への延長は大風断層で一たん切られて西に転位するが、御斎所街道の具東東方を通る断層に続くものと考えられる。

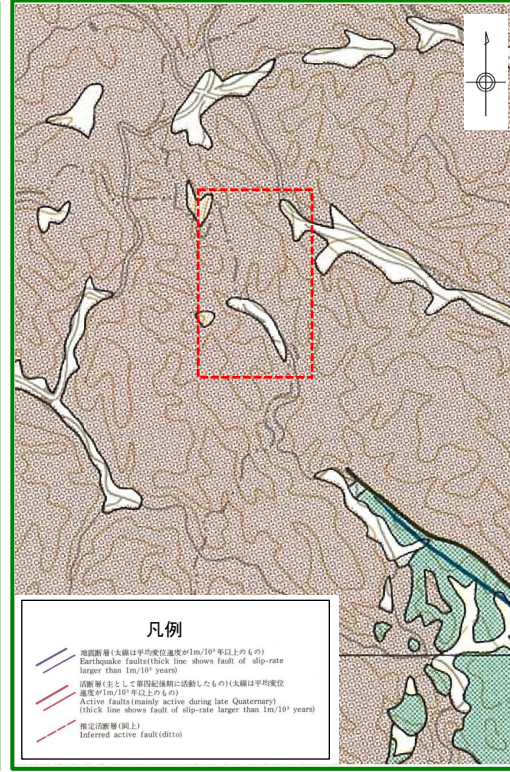
ミロナイト化した珪質片岩 (剪断構造が残って16°)
同上の角礫化帯
粘土化帯

第29図 馬場平断層の細部構造 (馬場平南方、入達野川の河原の露出) (大平, 1970)

地質調査総合センター
「20万分の1地質図幅「白河」(2007)」に加筆



地質調査総合センター
「50万分の1活構造図「新潟」(1984)」に加筆



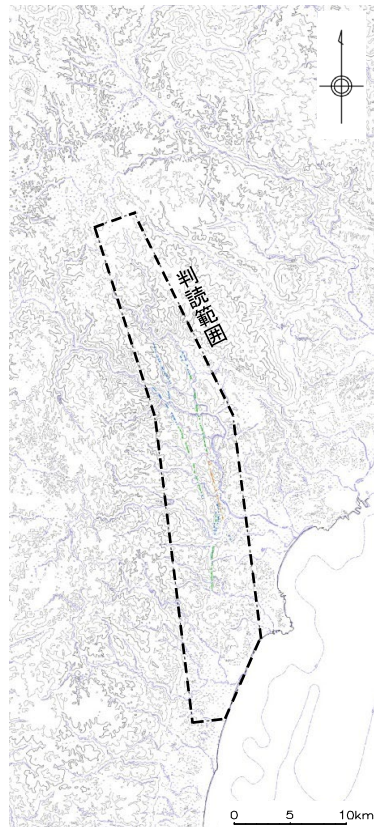
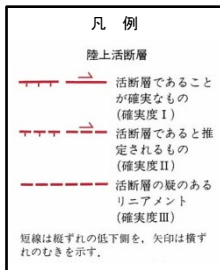
- ・「5万分の1地質図幅「竹貫」(1973)」では「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメント位置に断層(馬場平断層)が示されている。
- ・「5万分の1地質図幅「竹貫」(1973)」において、馬場平断層は、「馬場平付近では $N20^{\circ}W$ で直立、幅は3m以上で、圧砕作用が進んでいる。」とされている。
- ・「20万分の1地質図幅「白河」(2007)」及び「50万分の1活構造図「新潟」(1984)」では、「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメント位置付近に断層を記載していない。

4. 敷地周辺の同時活動

塩ノ平地震断層北方の変動地形学的調査結果



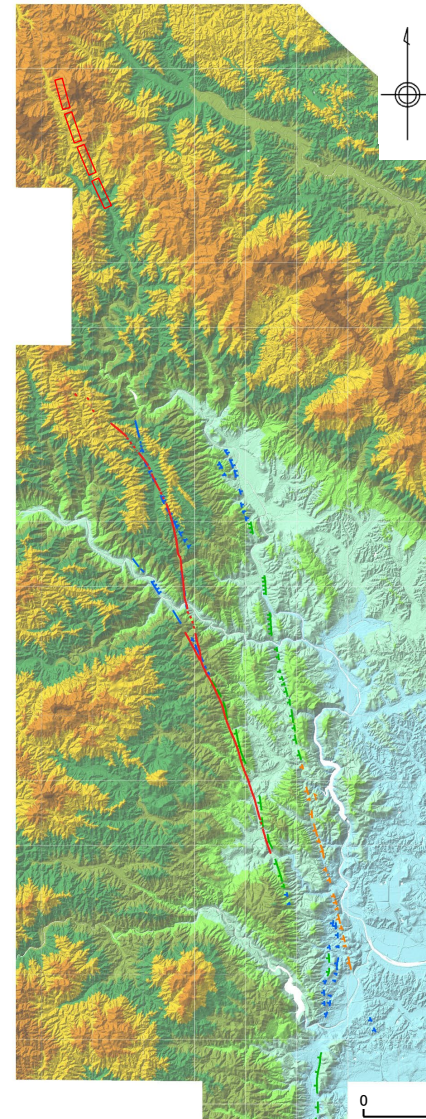
活断層研究会編
「新編 日本の活断層(1991)」に加筆



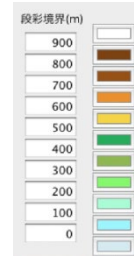
変動地形判読結果



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。
(承認番号 平26情標、第337号)及び(承認番号 平26情標、第540号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院長の長の承認を得なければならない。



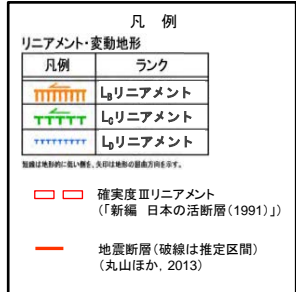
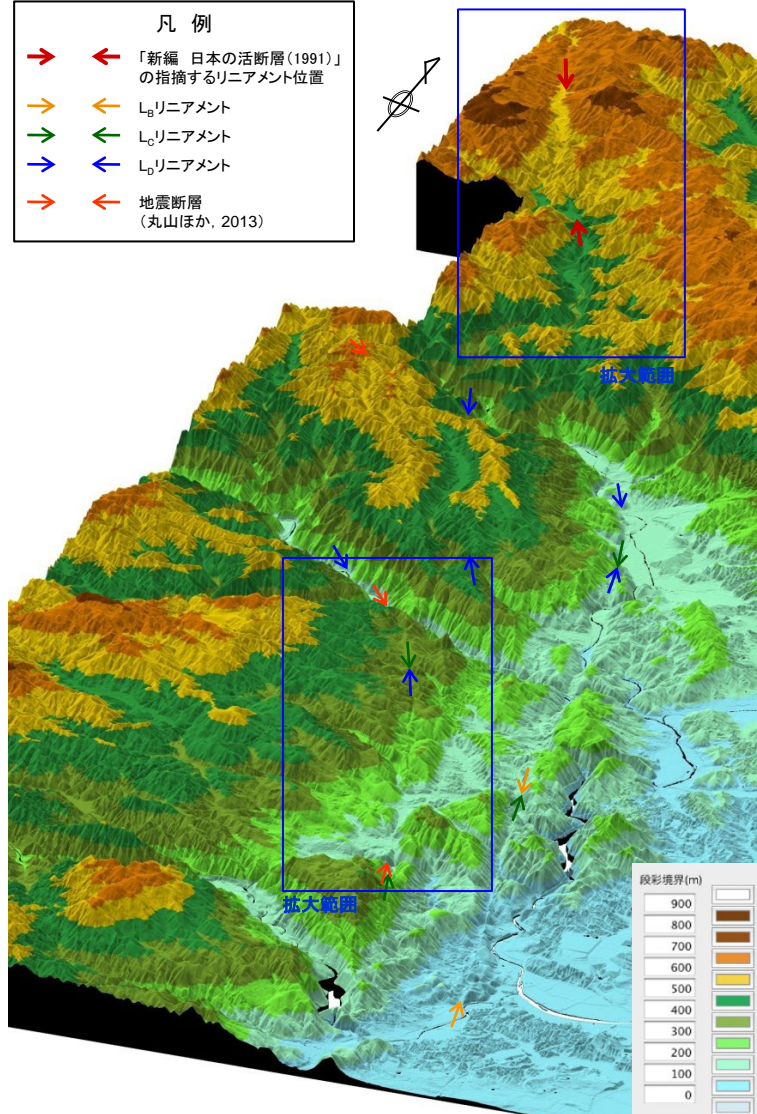
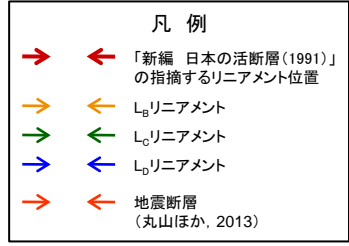
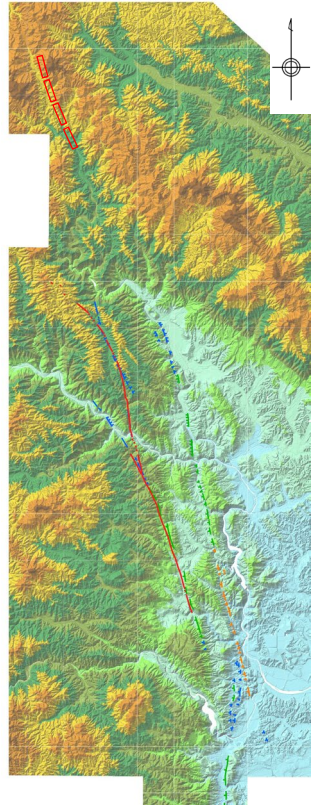
段彩陰影図(国土地理院, 5mメッシュDEM)



- ・変動地形学的調査の結果、井戸沢断層及び塩ノ平地震断層付近においては、東側隆起を示すリニアメント(非対称地形)が連続して認められる。また、判読されたリニアメントの西側には、沖積低地が広がる特徴的な地形が全体的に認められる。
- ・塩ノ平地震断層の北方に「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメントの付近においては、山地高度に有意な不連続は認められず、尾根・水系の屈曲などの横ずれを示唆する地形等も認められない。

4. 敷地周辺の同時活動

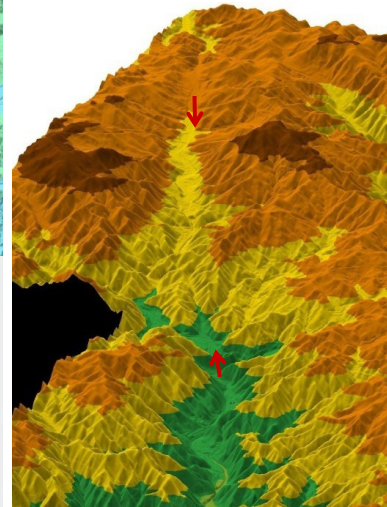
塩ノ平地震断層北方の変動地形学的調査結果(鳥瞰図)



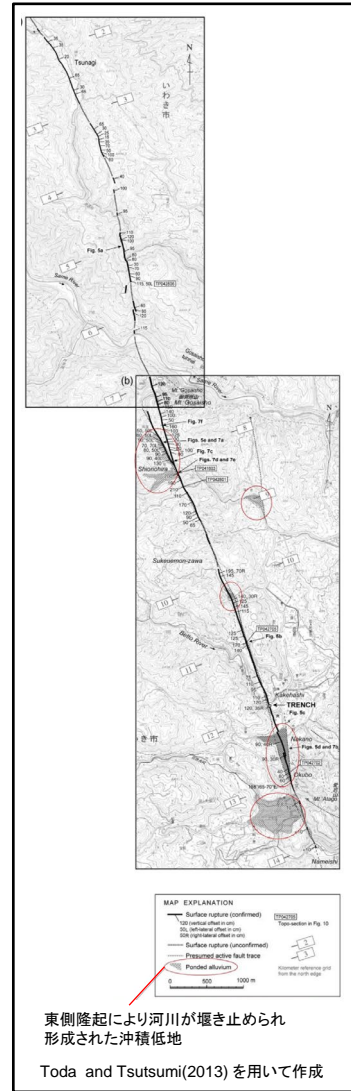
鳥瞰図(国土地理院, 5mメッシュDEM, 高さ2倍強調)



塩ノ平地震断層付近の拡大

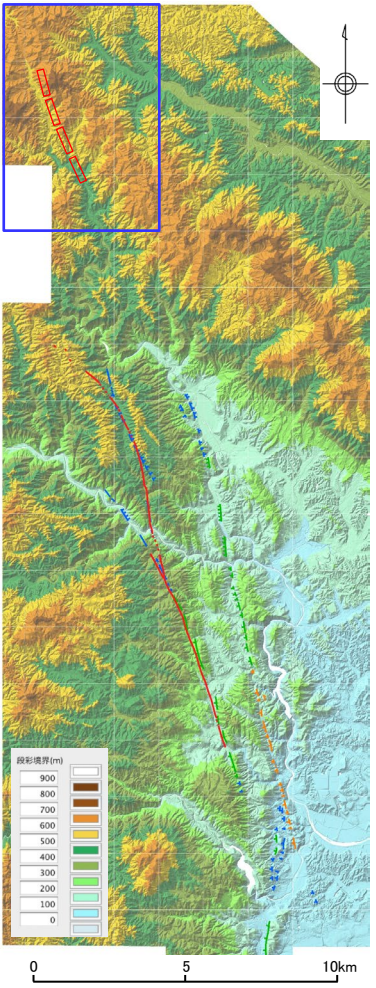


「新編 日本の活断層(1991)」の指摘するリニアメント付近の拡大

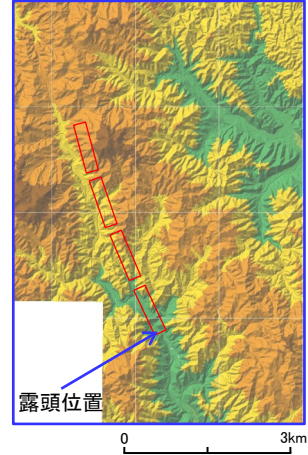


- ・井戸沢断層及び塩ノ平地震断層付近においては、東側隆起を示すリニアメント(非対称地形)が連続して認められる。また、判読されたリニアメントの西側には、沖積低地が広がる特徴的な地形が全体的に認められるのに対して、塩ノ平地震断層の北方に「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメント付近には、同様の特徴的な地形は認められない。
- ・なお、Toda and Tsutsumi(2013)では、塩ノ平地震断層付近において、東側隆起により河川が堰き止められ、形成された沖積低地が分布するとしている。

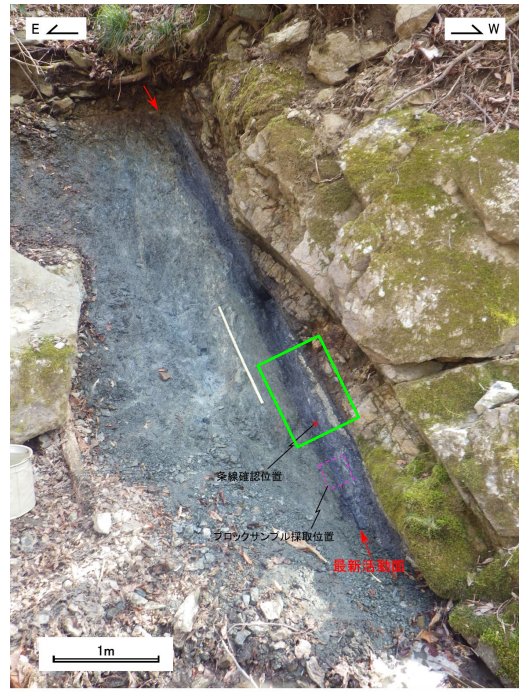
4. 敷地周辺の同時活動 塩ノ平地震断層北方の地表地質調査結果(1/3)



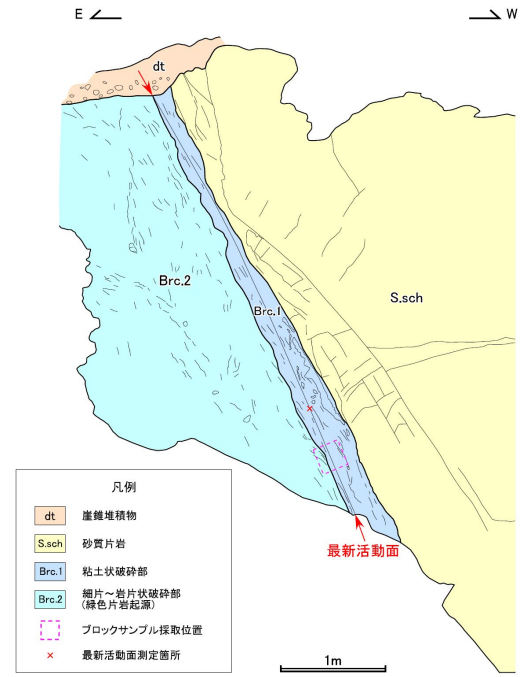
段彩陰影図
(国土地理院, 5mメッシュDEM)



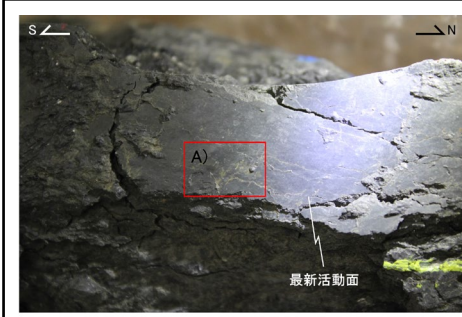
最新活動面
露頭写真(拡大)



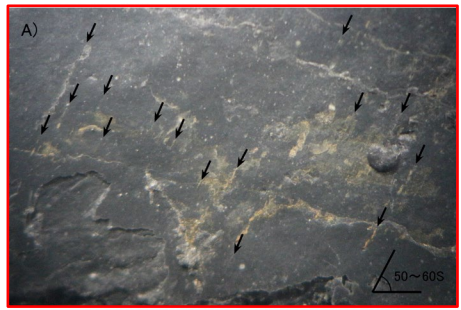
露頭写真



露頭スケッチ



最新活動面写真



条線実体顕微鏡観察

「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメント位置付近に確認された露頭の調査を実施した。

- ・露頭は上盤側の砂質片岩と下盤側の緑色片岩の境界をなす。
- ・破碎帯は主に下盤側に発達している。
- ・粘土状破碎部には、平面性が高く連続性の良い最新活動面が認められる。
- ・最新活動面はN18W62W, レイク50~60Sを呈する。
- ・研磨片試料観察及び薄片試料観察の結果, 最新活動面は右横ずれを伴う逆断層センスである。

凡例

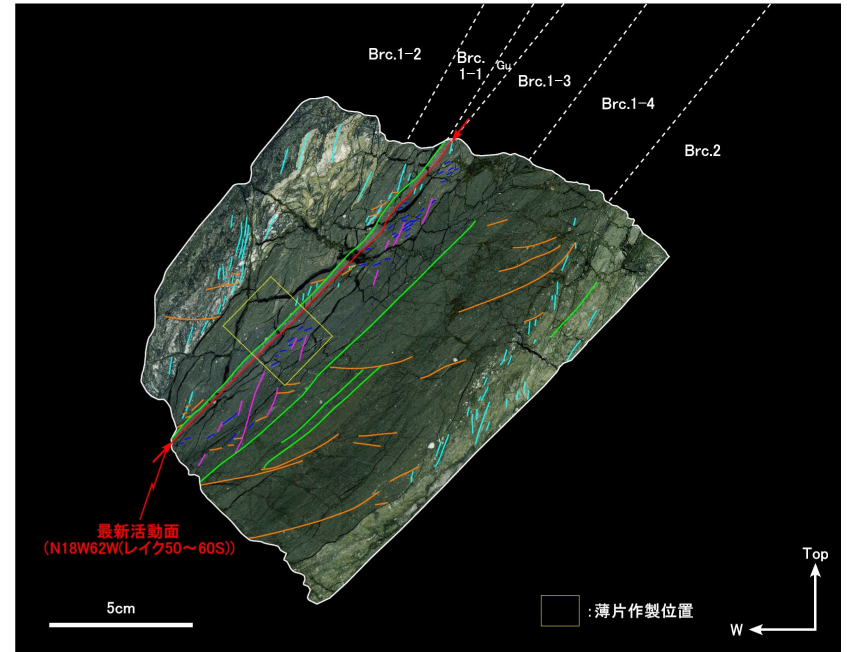
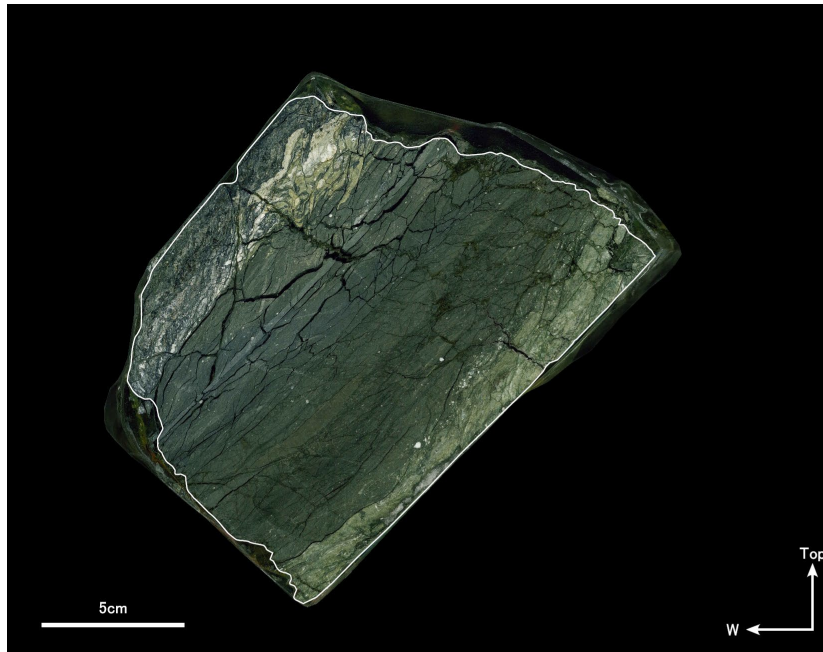
凡例	ランク
	L ₉ リニアメント
	L ₈ リニアメント
	L ₇ リニアメント

知照は地質的に近い場合、矢印は地形の動き方向を示す。

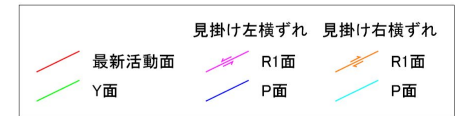
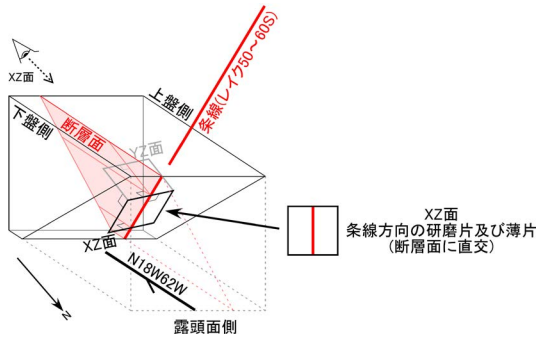
確実度Ⅲリニアメント (「新編 日本の活断層(1991)」)

地震断層(破線は推定区間) (丸山ほか, 2013)

4. 敷地周辺の同時活動
塩ノ平地震断層北方の地表地質調査結果(2/3)(研磨片試料観察)



研磨片(XZ面)



最新活動面:他のY面に比べ、平面性が高く連続性も良い。西側に粘土状破砕部を伴う。

Gu:粘土状破砕部、強破砕、淡灰色を呈する。径0.5mm以下のフラグメントがごく少量認められる。最新活動面の上盤側に幅1~2mm程度で連続的に形成している。

Brc.1-1:粘土状破砕部、淡褐色~灰色を呈する。概ね1mm以下のフラグメントを少量含む。P面及びR1面から右横ずれセンスが判読される。

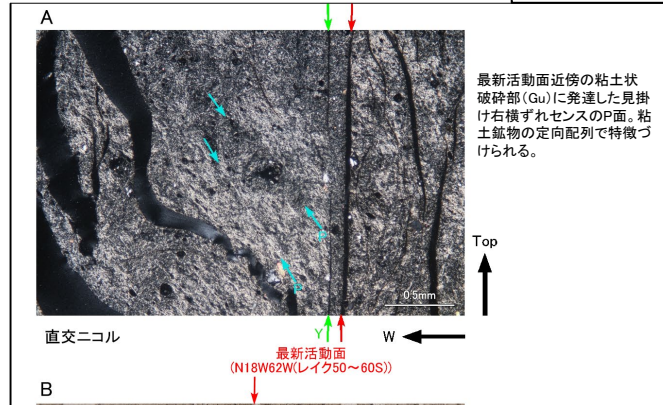
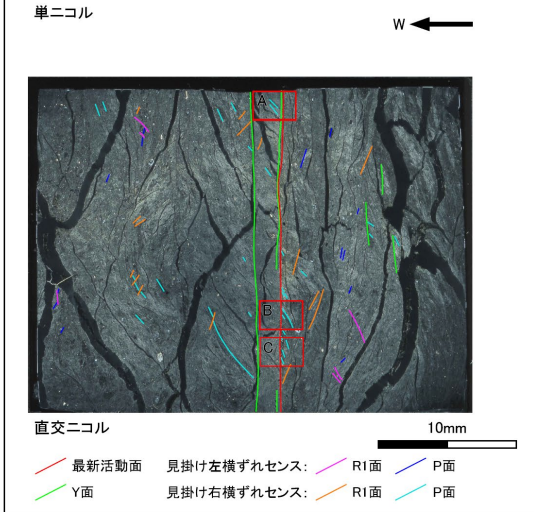
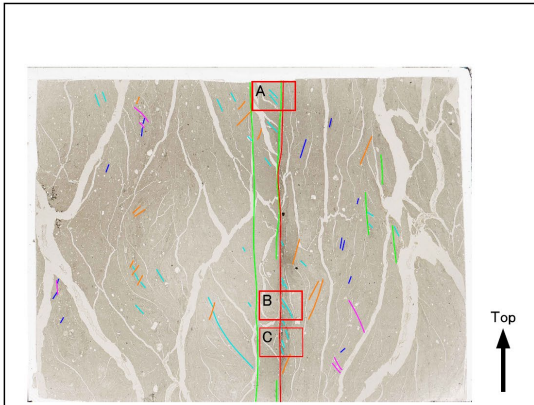
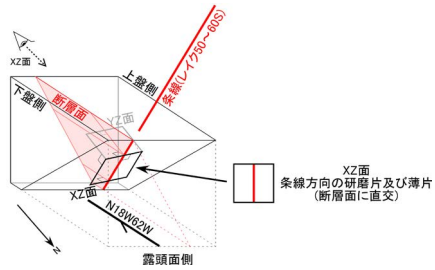
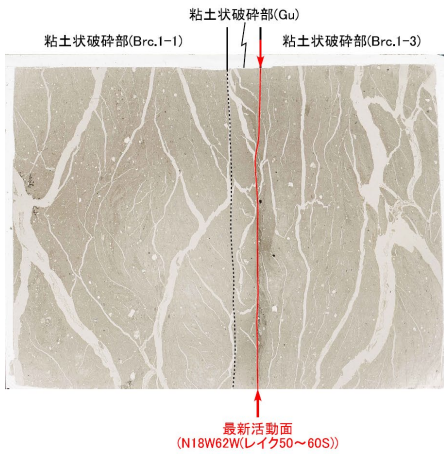
Brc.1-2:粘土状破砕部、淡緑褐色~暗灰色、一部白色を呈する。概ね2mm程度のフラグメントを含む。P面及びR1面から右横ずれセンスが判読される。

Brc.1-3:粘土状破砕部、灰色を呈する。概ね0.5mm以下のフラグメントを少量含む。最新活動面近傍では右横ずれセンスが、その外側では左横ずれセンスが判読される。

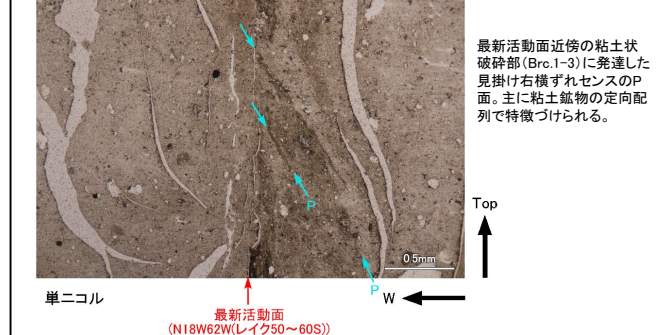
Brc.1-4:粘土状破砕部、灰色を呈する。概ね0.5mm程度のフラグメントを少量含む。P面及びR1面から右横ずれセンスが判読される。

Brc.2:細片~岩片状破砕部、緑灰色を呈する。概ね1mm程度のフラグメントを含む。P面及びR1面から右横ずれセンスが判読される。

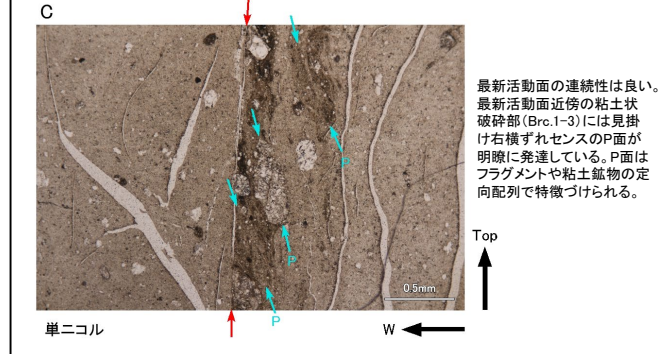
4. 敷地周辺の同時活動 塩ノ平地震断層北方の地表地質調査結果(3/3)(薄片試料観察)



最新活動面近傍の粘土状破砕部(Gu)に発達した見掛け右横ずれセンスのP面。粘土鉱物の定向配列で特徴づけられる。



最新活動面近傍の粘土状破砕部(Brc.1-3)に発達した見掛け右横ずれセンスのP面。主に粘土鉱物の定向配列で特徴づけられる。



最新活動面の連続性は良い。最新活動面近傍の粘土状破砕部(Brc.1-3)には見掛け右横ずれセンスのP面が明瞭に発達している。P面はフラグメントや粘土鉱物の定向配列で特徴づけられる。

馬場平断層 薄片(XZ面)

- 最新活動面は、平面性が高く、連続性も良い。西側に粘土状破砕部を伴う。
- 粘土状破砕部(Gu)は、幅1.5mm~2mm程度で連続的に認められる。幅はほぼ均一であり、膨縮は認められない。最新活動面に沿って、右横ずれセンスのP面が発達している。
- 粘土状破砕部(Brc.1-1)は、粘土状破砕部(Gu)との境界となるY面に沿って、右横ずれセンスのP面が発達しているが、その西側では左横ずれセンスが判読される。
- 粘土状破砕部(Brc.1-3)は、最新活動面近傍ではP面及びR1面から右横ずれセンスが発達するが、最新活動面から離れるにつれて左横ずれセンスが判読される。
- 以上より、最新活動面の変位センスは右横ずれであり、本地点における最新活動面の変位センスは右横ずれを伴う逆断層センスである。

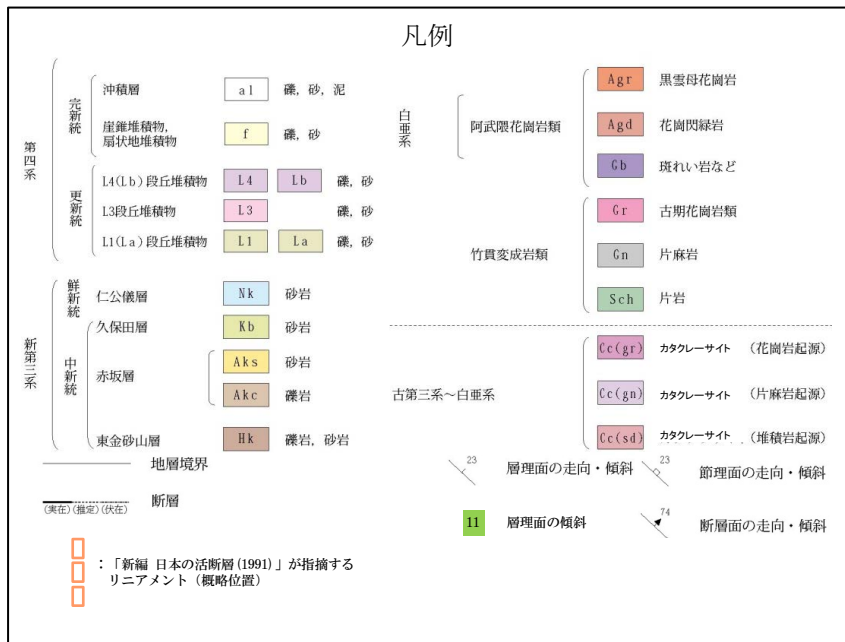
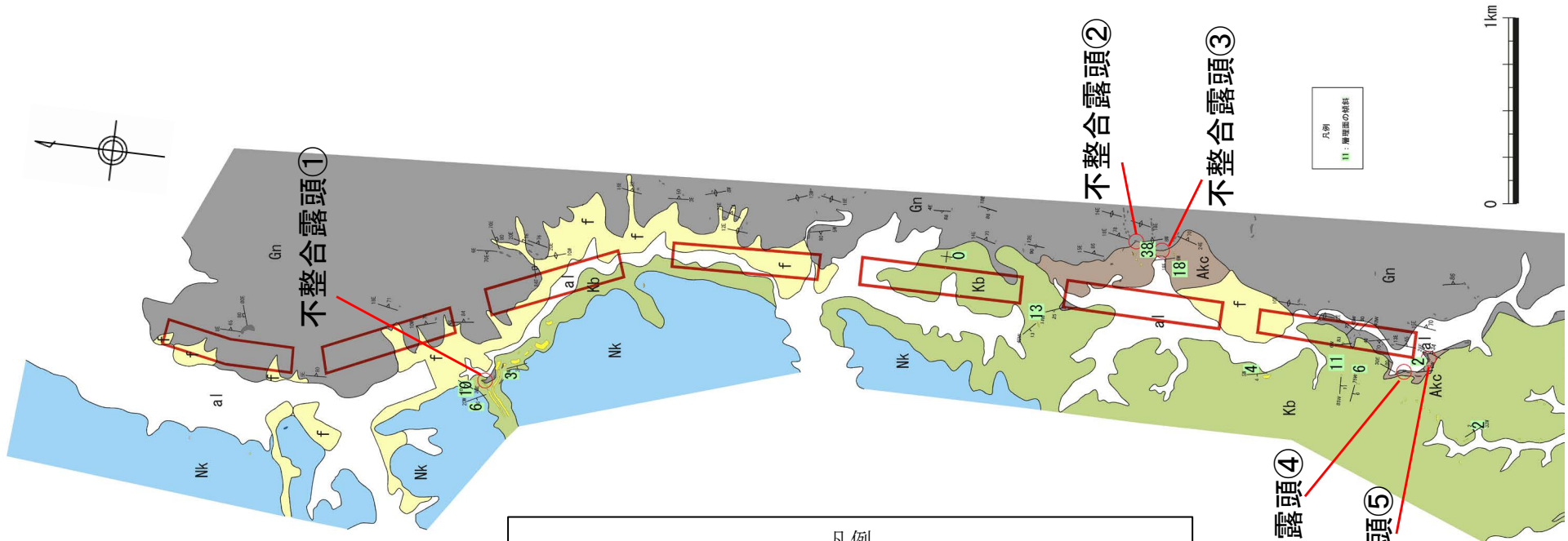
文献調査の結果、「新編 日本の活断層(1991)」が塩ノ平地震断層の北方に示す確実度Ⅲのリニアメントについて活構造であることを指摘する見解はない。
 変動地形学的調査の結果、「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメント付近にリニアメントは判読されない。
 地表地質調査の結果、「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメントに対応して認められた断層の最新活動面は右横ずれを伴う逆断層センスであるのに対し、塩ノ平地震断層の過去数万年間の活動はいずれも正断層センスである。
 以上のことから、「新編 日本の活断層(1991)」が示すリニアメントについて活構造を示唆する状況はなく、塩ノ平地震断層との同時活動を考慮する必要はないと判断する。

余白

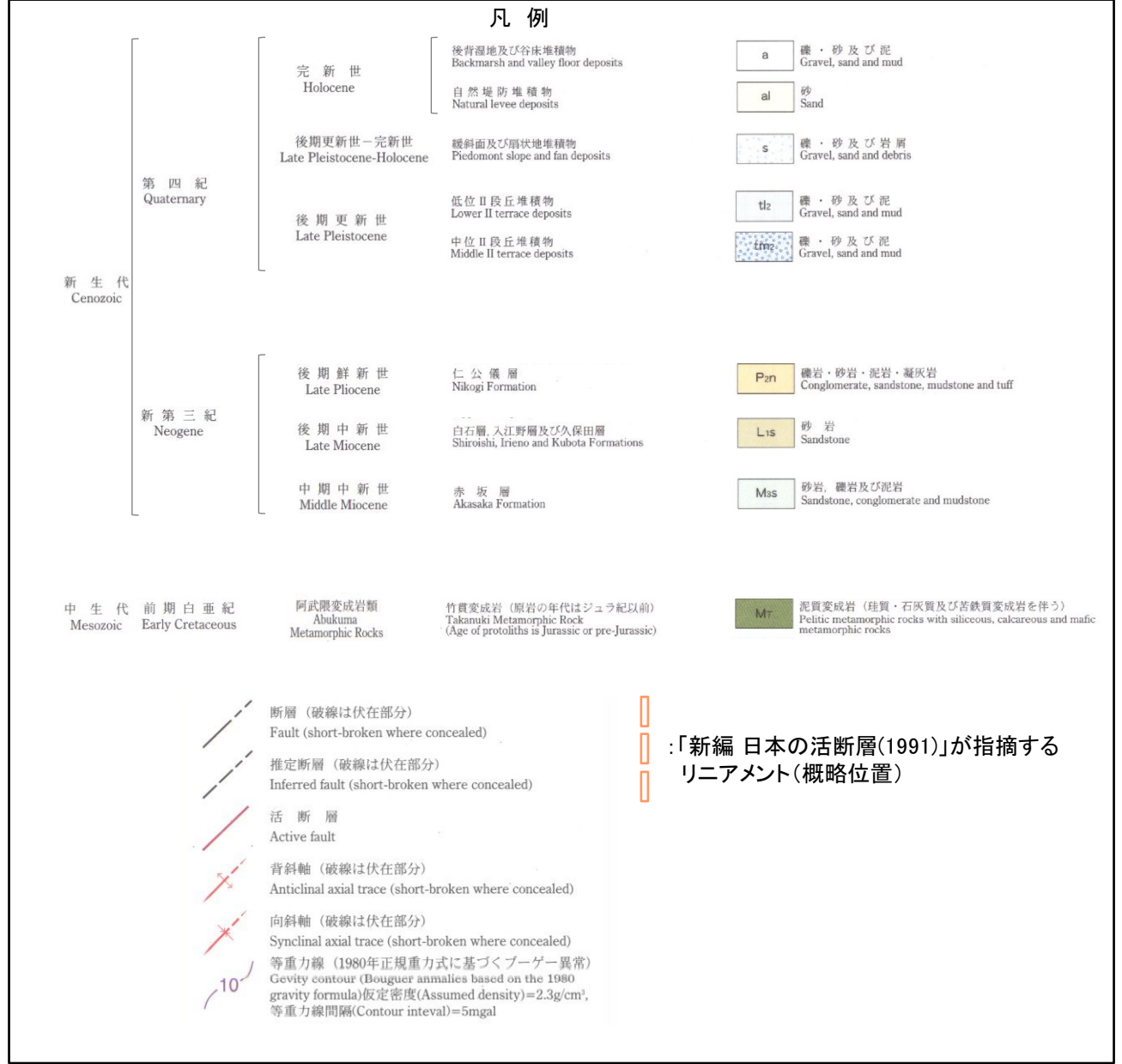
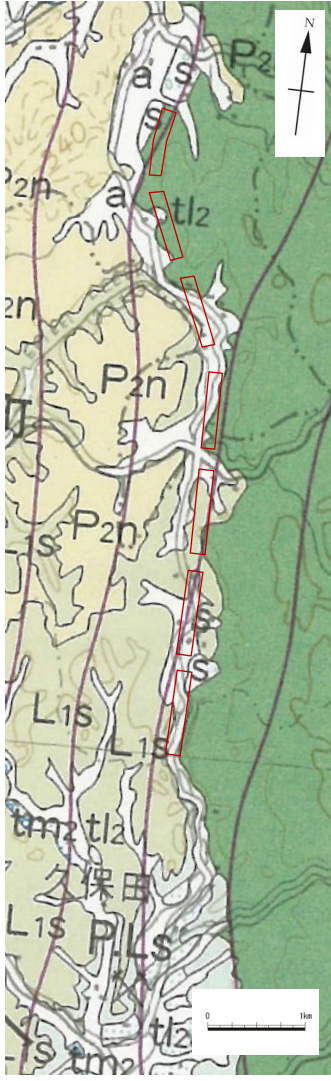
5. 補足図面集

5. 補足図面集

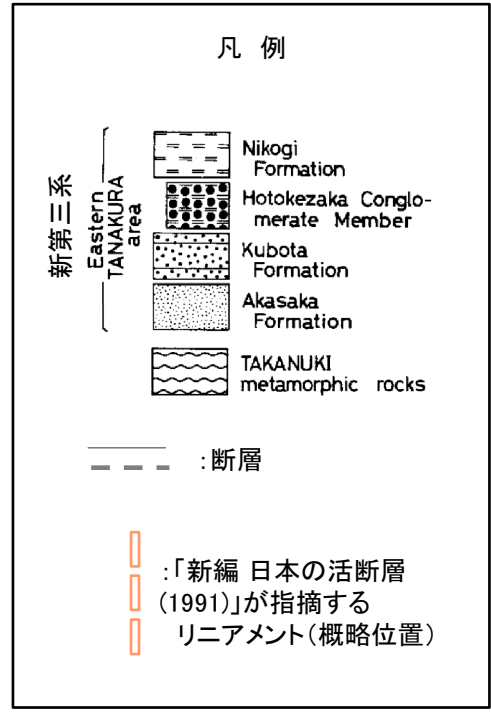
地表地質調査結果(古屋敷～小高東方)



5. 補足図面集
20万分の1地質図幅「白河」(2007) (古屋敷～小高)

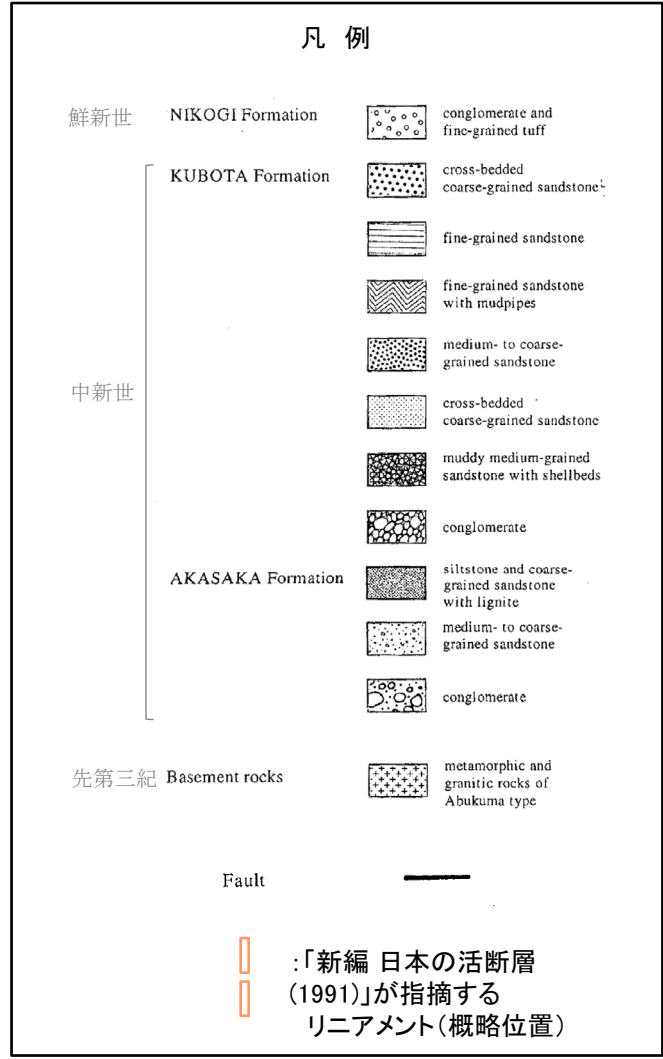
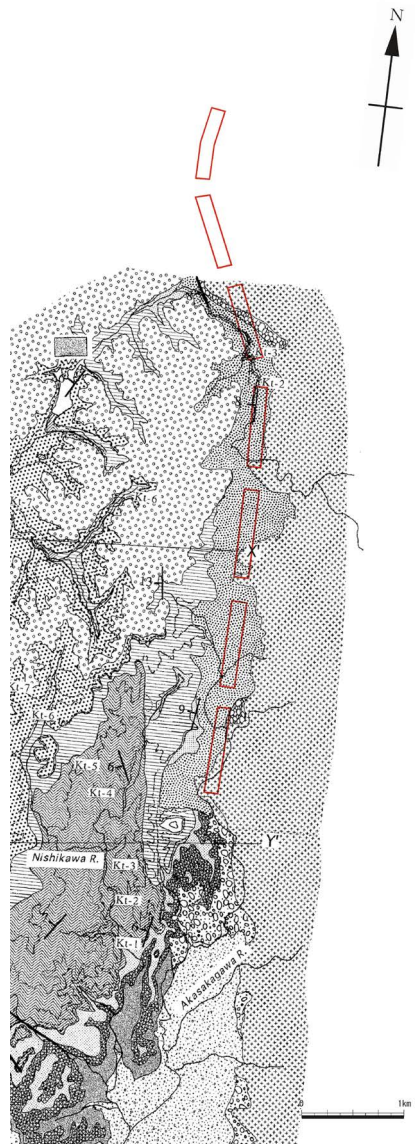


大槻(1975) (古屋敷~小高)



5. 補足図面集

島本ほか(1998) (古屋敷~小高)



50万分の1活構造図「新潟」(1984) (古屋敷～小高)

