

福島第一原子力発電所における 活断層評価及び敷地の地質構造について

平成22年7月12日
東京電力株式会社

本資料は平成22年7月7日の福島県原子力発電所安全確保技術連絡会で配布した資料に、専門委員及び委員からのコメント等を反映し、加筆・修正したものです。



東京電力

1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

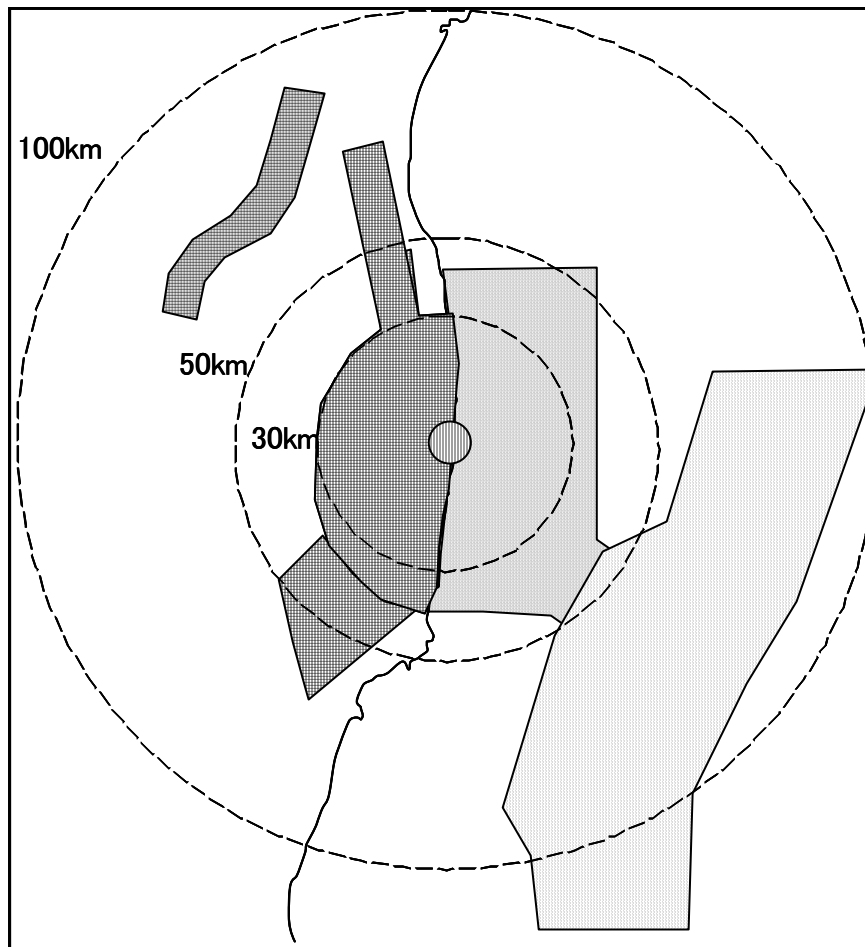
4. 海域の断層評価

5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

運用補助共用施設申請時～耐震設計審査指針の改訂を踏まえて実施した地質調査

H 5 年	運用補助共用施設申請時の地質調査
H 8 ～ 1 2 年	許可取得後に実施した地質調査
H 1 5 年	海域活断層の再評価
H 1 8 年	耐震設計審査指針の改訂
H 1 8 年	耐震設計審査指針改訂を踏まえた地質調査
H 1 9 年	新潟県中越沖地震の発生
H 1 9 年	新潟県中越沖地震を踏まえた地質調査

- 敷地周辺陸域
 - ・文献調査
 - ・変動地形学的調査
(空中写真判読)
 - ・地表地質調査
 - ・ボーリング調査 等
- 敷地周辺海域
 - ・文献調査
 - ・海上音波探査
 - ・他機関の記録再解析 等
- 敷地
 - ・ボーリング調査
 - ・試掘坑調査 等



敷地からの距離は福島第一原子力発電所から

新潟県中越沖地震を踏まえた地質調査

- H 5 年 運用補助共用施設申請時の地質調査
- H 8 ~ 1 2 年 許可取得後に実施した地質調査
- H 1 5 年 海域活断層の再評価
- H 1 8 年 耐震設計審査指針の改訂
- H 1 8 年 耐震設計審査指針改訂を踏まえた地質調査
- H 1 9 年 新潟県中越沖地震の発生
- H 1 9 年 **新潟県中越沖地震を踏まえた地質調査**

■ 敷地周辺陸域

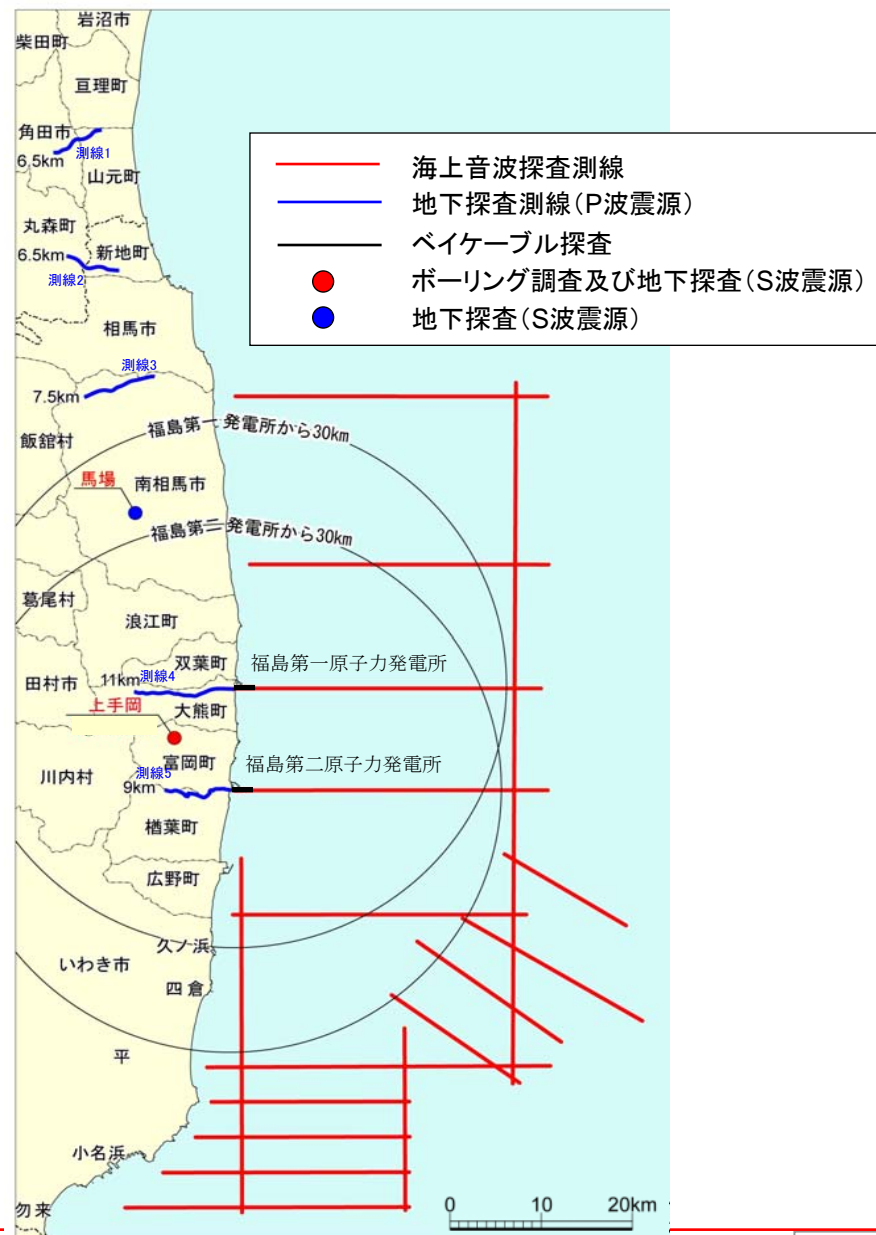
- ・地下探査
- ・ボーリング調査
- ・地表地質調査

■ 敷地周辺海域

- ・海上音波探査

■ 敷地近傍・敷地内

- ・地下探査(ベイケーブルによる探査)
- ・深いボーリング
(第一:約1000m, 第二:約1000m)
- ・浅いボーリング



Aサブグループの議論を踏まえた地質調査

- 平成20年3月31日 中間報告書提出
- 平成20年8月4日 新潟県中越沖地震を踏まえて実施した地質調査結果を国に報告
- 平成20年9月～平成21年3月 Aサブグループ^(※)の議論を踏まえて追加調査を実施

(※)原子力安全・保安院の審議会:地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループAサブグループ会合

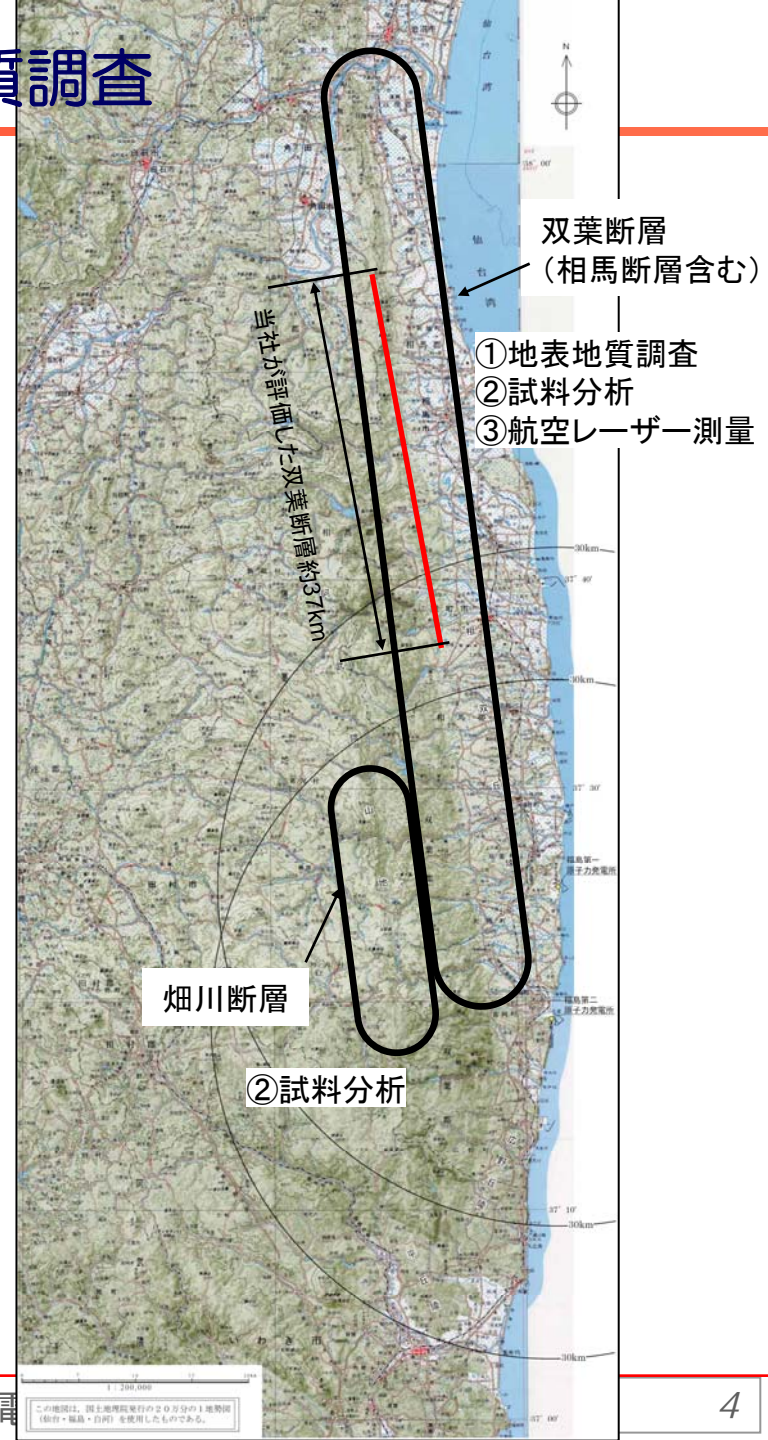
調査概要

(1) 調査実施時期

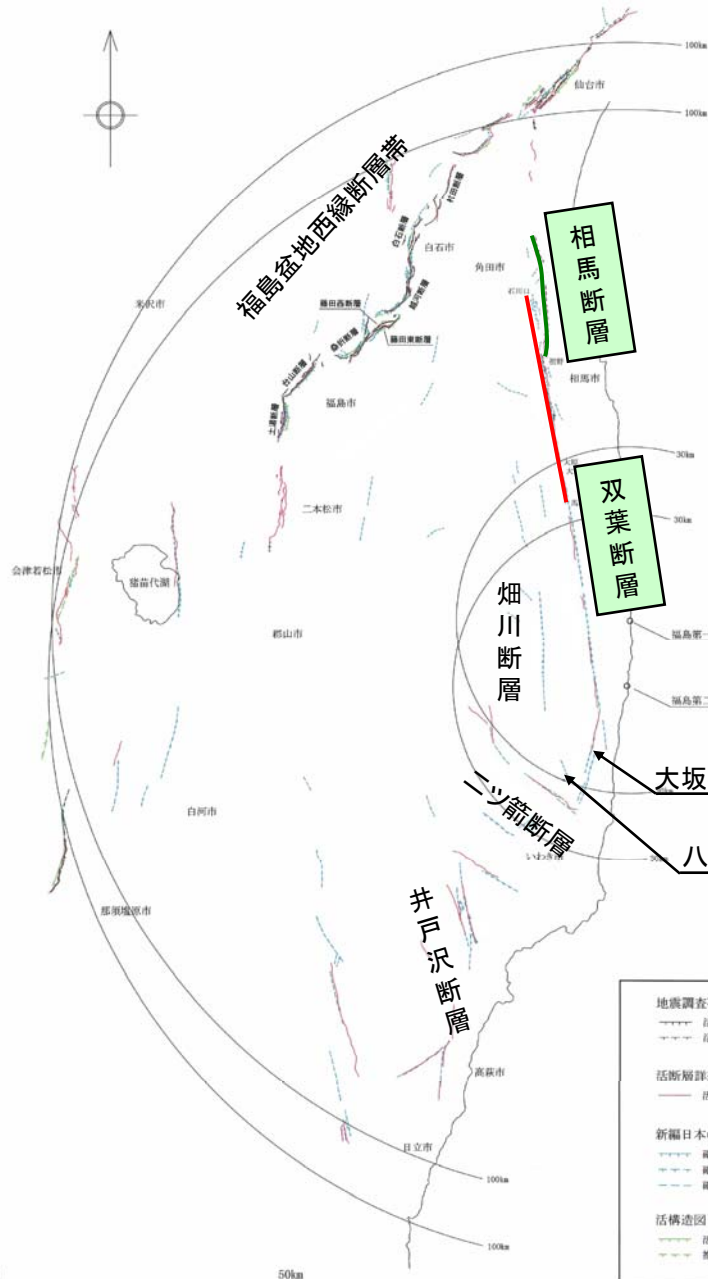
平成20年9月上旬～平成21年3月末

(2) 調査項目

- ① 地表地質調査
 - ・火山灰分析
 - ・リニアメントの成因調査 等
- ② 試料分析
 - ・断層破碎部の性状に関する各種分析
- ③ 航空レーザー測量
 - ・数値標高モデルによる地形面の分析



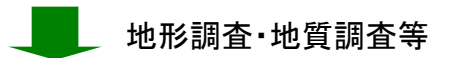
調査・評価概要



- 活構造図「新潟」
- 新編日本の活断層
- 活断層詳細デジタルマップ
- 地震調査研究推進本部等に以下の断層が示される。



- ・双葉断層
- ・相馬断層
- (地震調査研究推進本部が示す双葉断層北部)
- ・畑川断層
- ・大坂-芦沢リニアメント
- ・八茎断層
- ・ニツ箭断層
- ・福島盆地西縁断層帯
- ・井戸沢断層

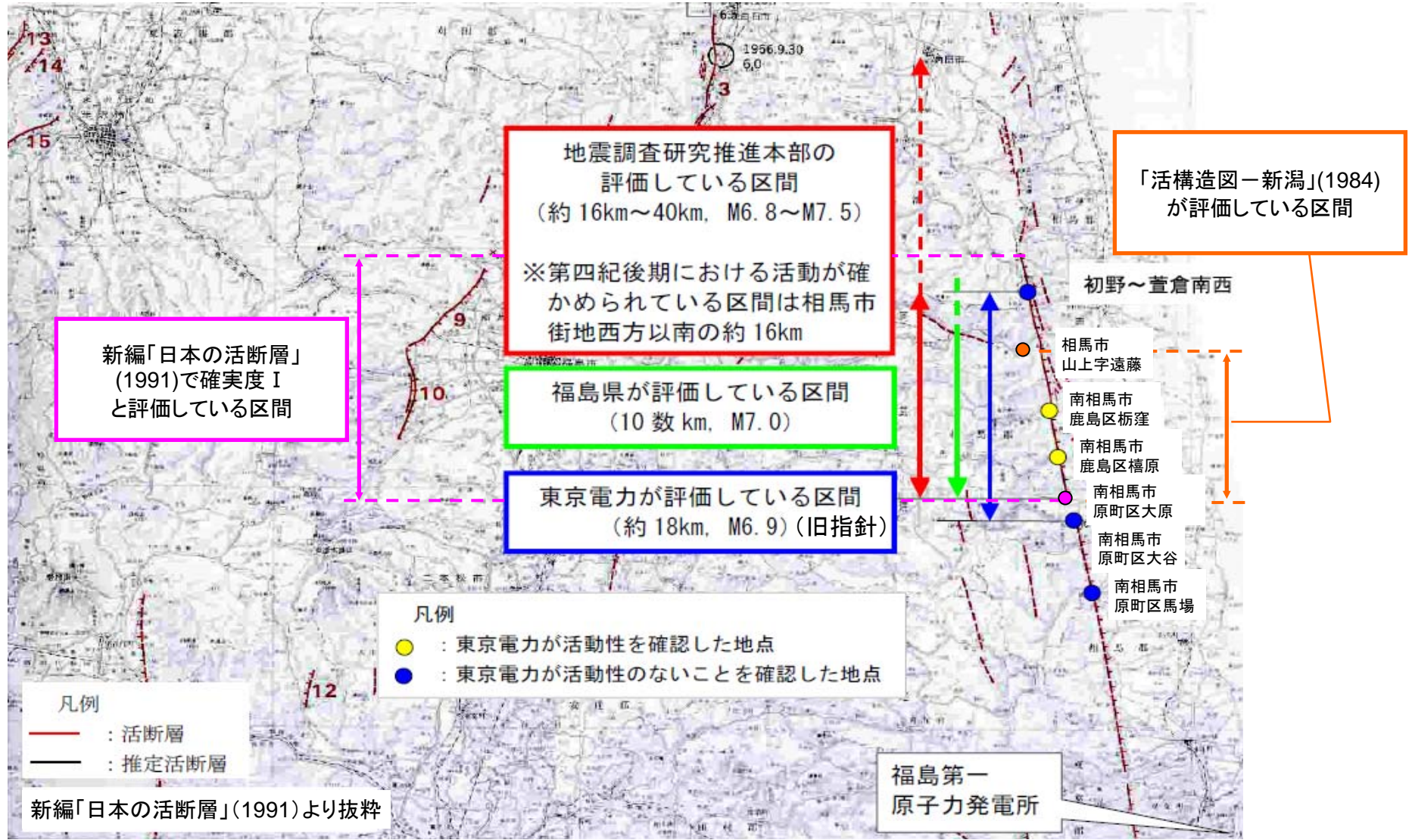


- ・双葉断層 (約37km)
- ・福島盆地西縁断層帯 (約57km)
- ・井戸沢断層 (約19.5km)



活断層として評価

双葉断層に対する国，福島県，東京電力，および文献による評価の比較



双葉断層の南部について、新編「日本の活断層」(1991)では「岩相の差異によって生じた地形である可能性がある」とされている。

1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

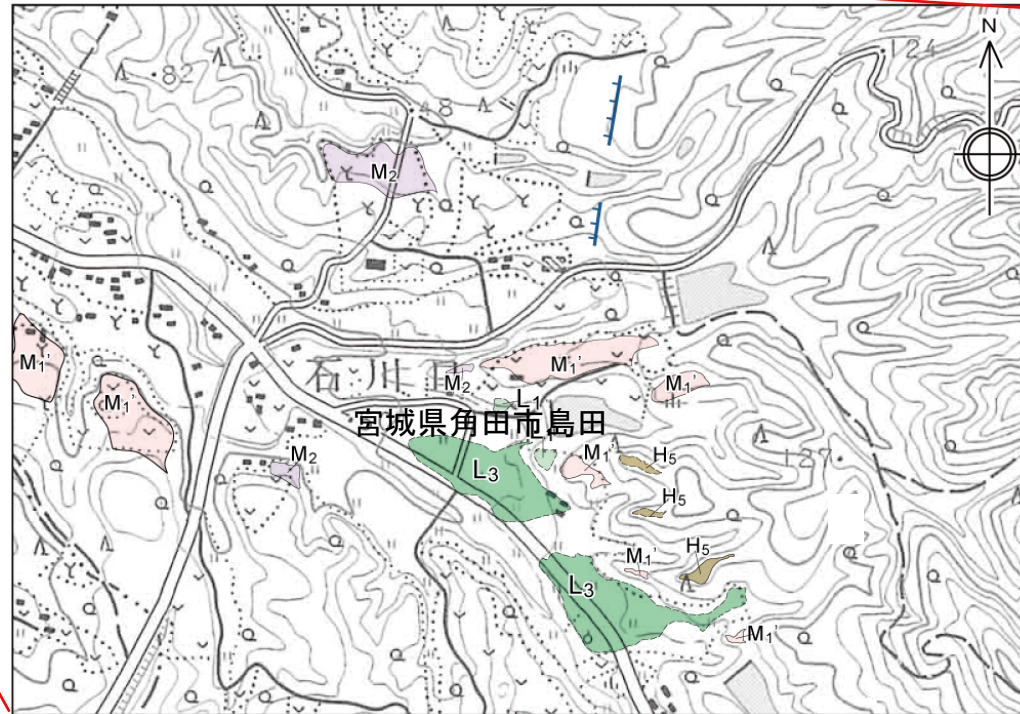
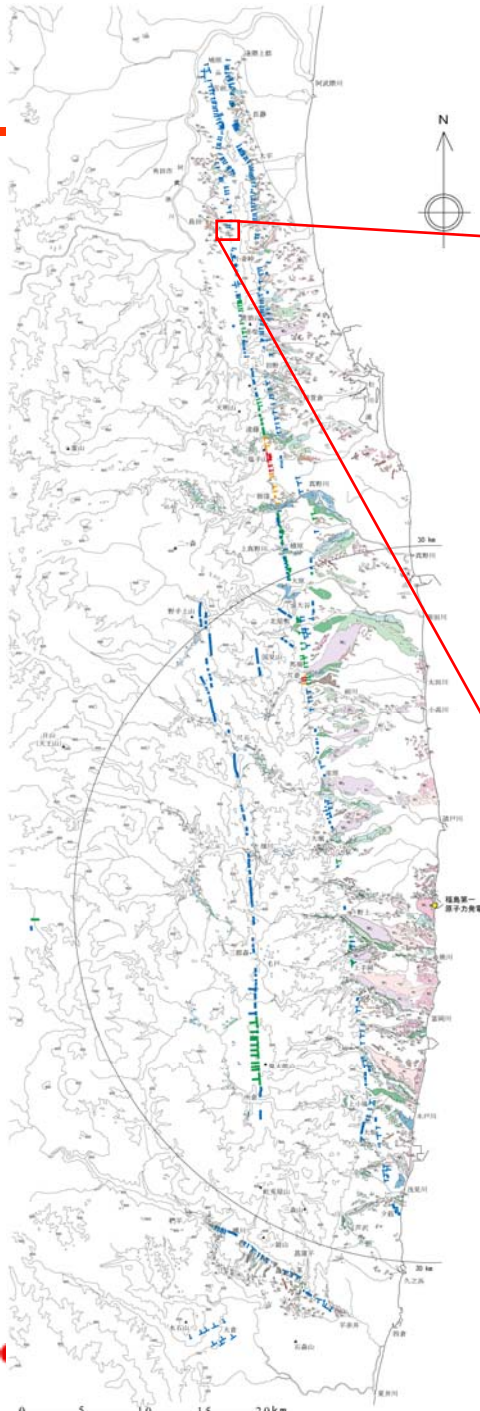
2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

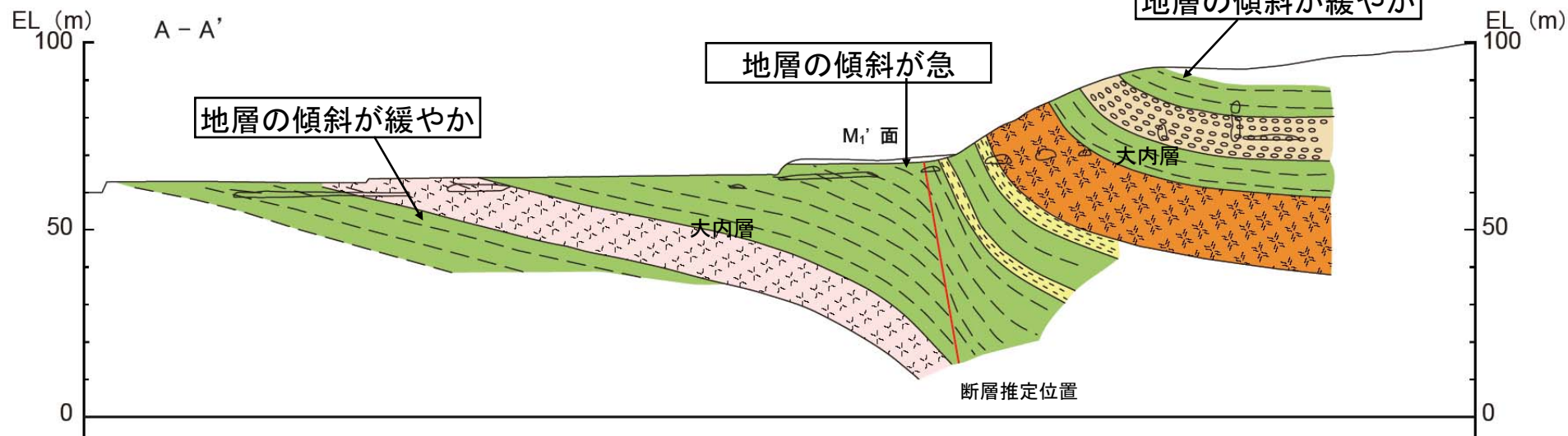
宮城県角田市島田周辺の空中写真判読図



- 凡例
- 段丘面
- L₃ L₃面 (MIS 2)
 - L₁ L₁面 (MIS 5a)
 - M₂ M₂面 (MIS 5c)
 - M₁ M₁面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
 - H₅ H₅面 (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
- リニアメント
- L_d (短線は低下側を示す)

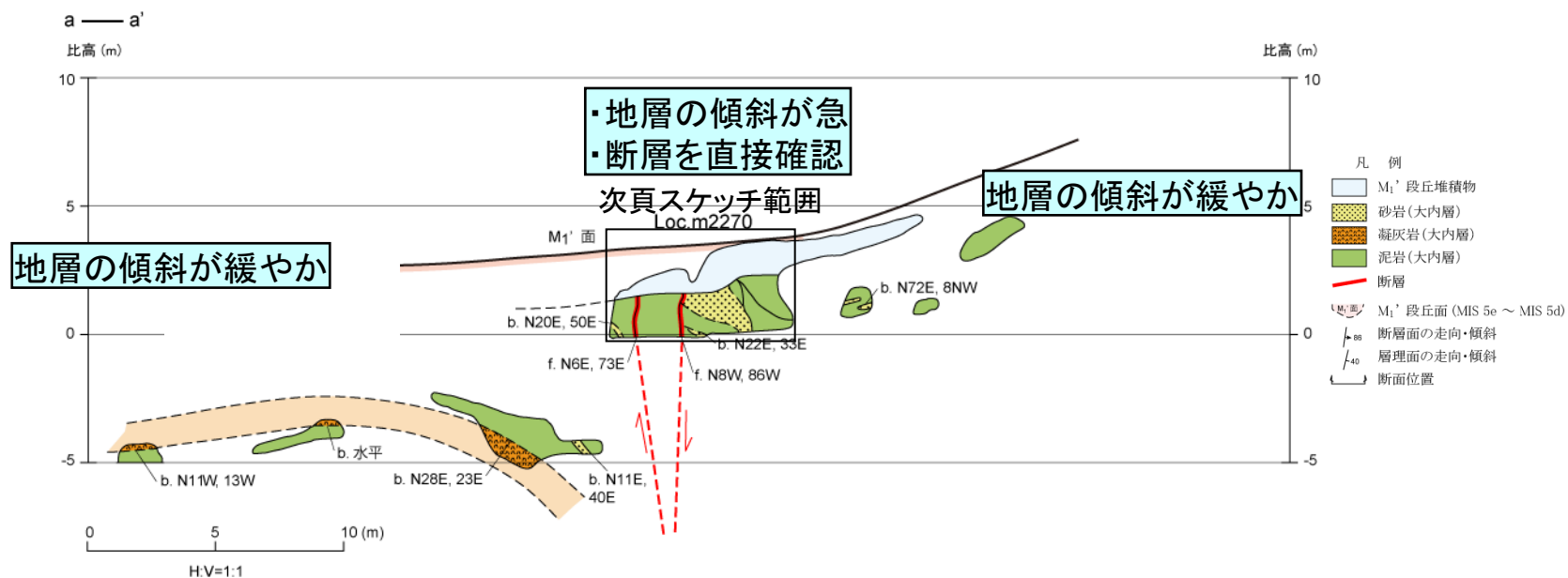
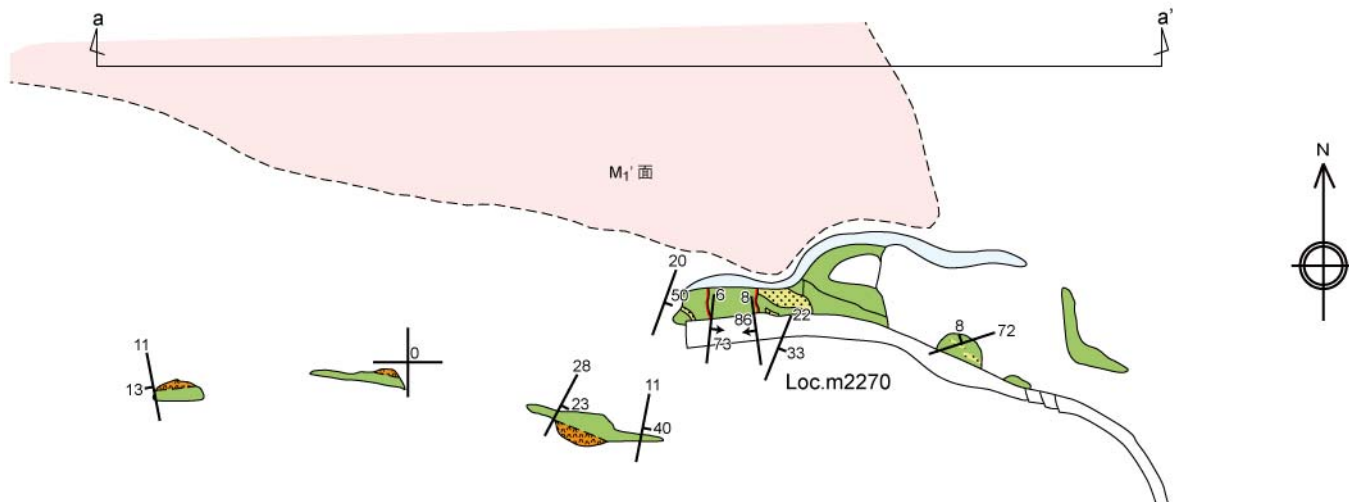
空中写真判読図に示されるリニアメント分類番号(3-d)及び地名(宮城県角田市島田)の判読要素は資料集に詳述。

地質断面図 (1)



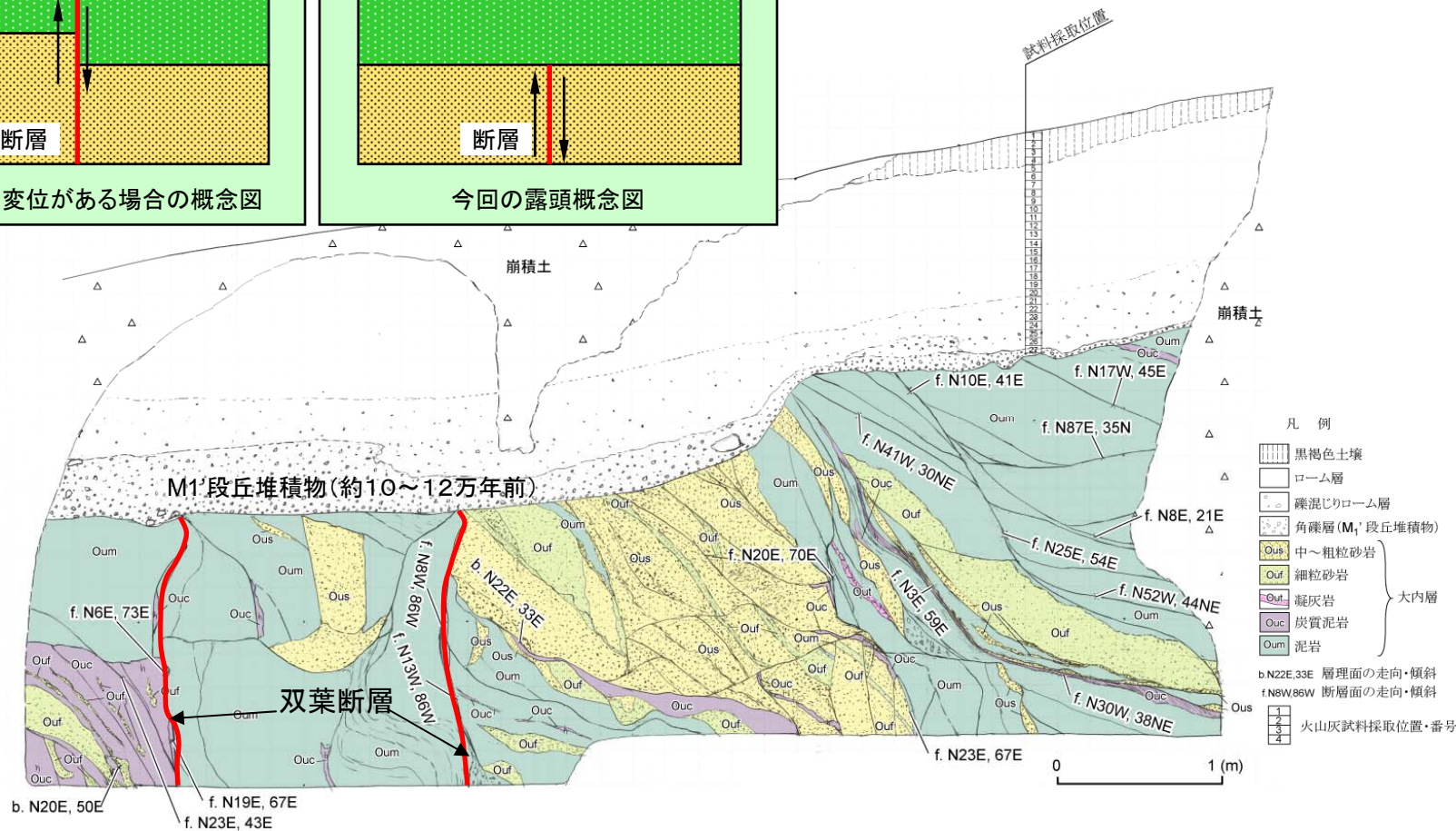
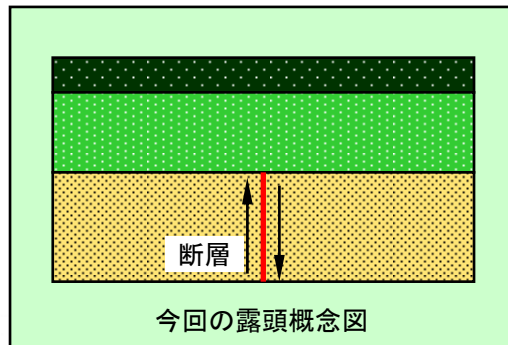
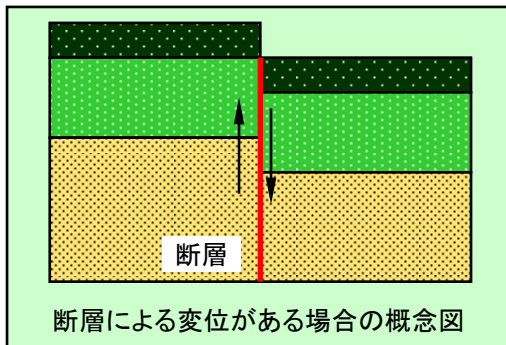
■ M₁'面 (MIS5e~5d) の分布域を含む東西で大内層の傾斜の変化 (緩傾斜→急傾斜→緩傾斜) を確認していること, M₁'面の南北で双葉断層を露頭で確認していることから, 双葉断層は M₁'面の分布している付近に存在する。

地質断面図 (2)



■断層及びその西方に大内層の緩傾斜への変化が確認されたことから、当該断層が双葉断層と判断される。

露頭スケッチ



■双葉断層はM₁'段丘堆積物基底面に変位・変形を与えていない。

1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

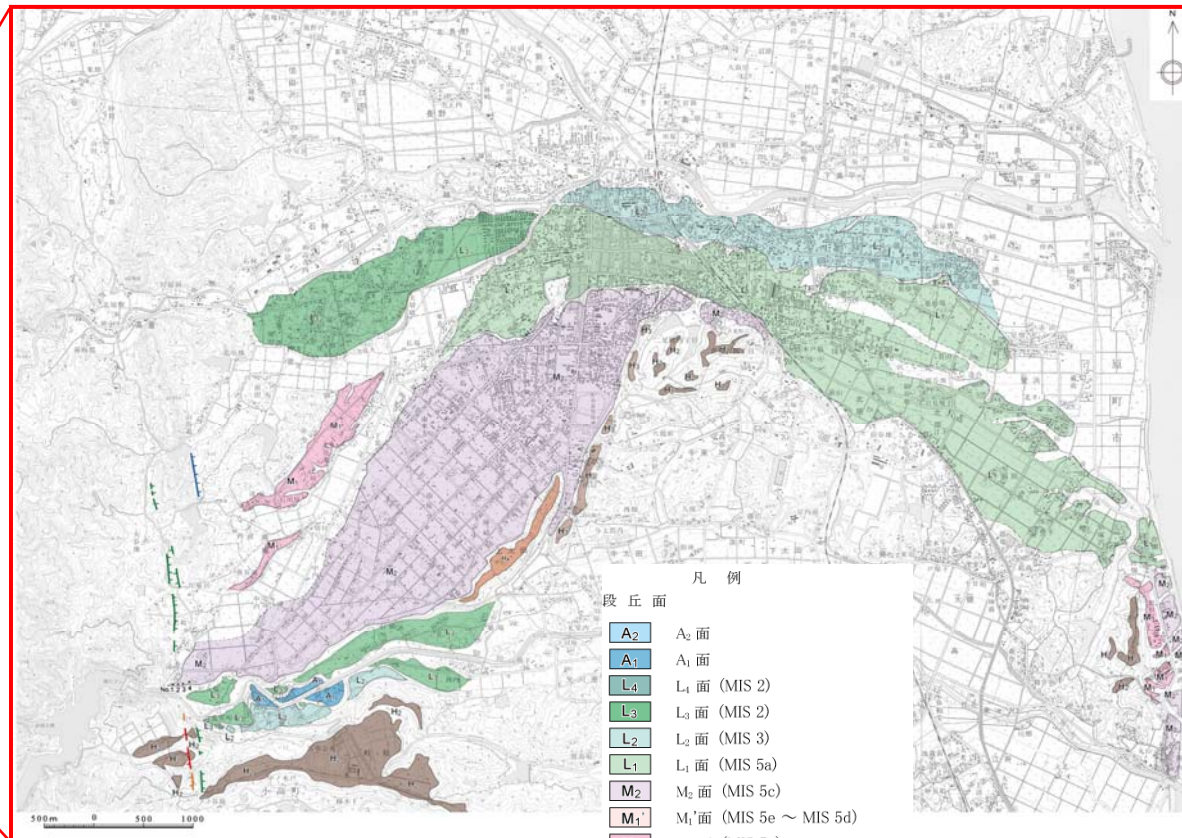
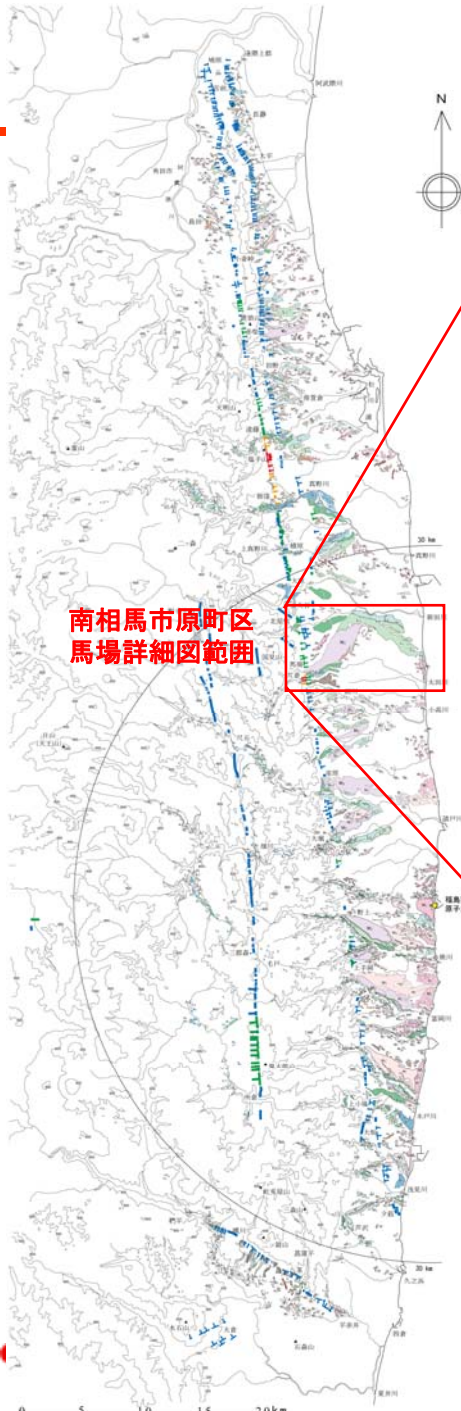
2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

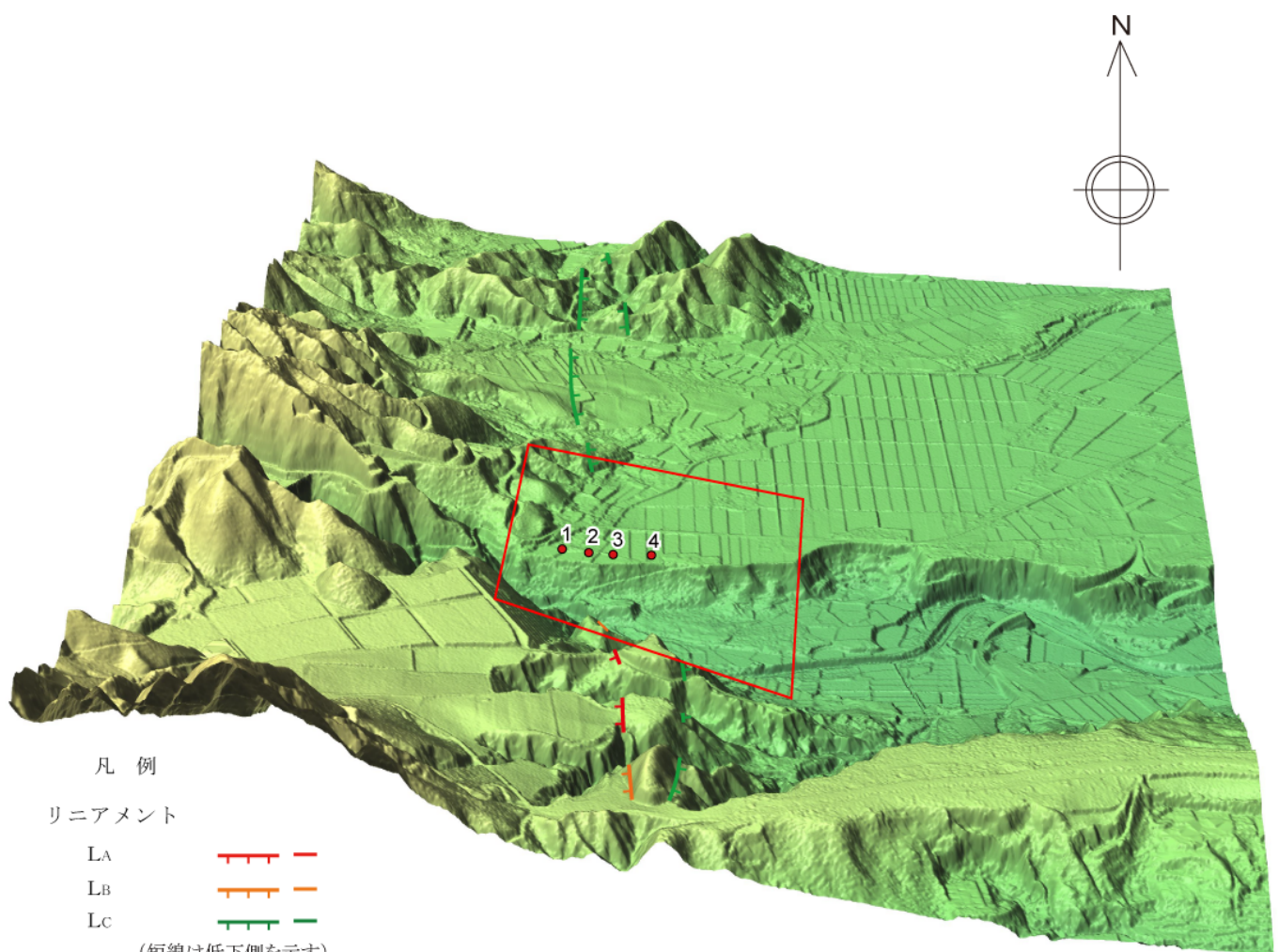
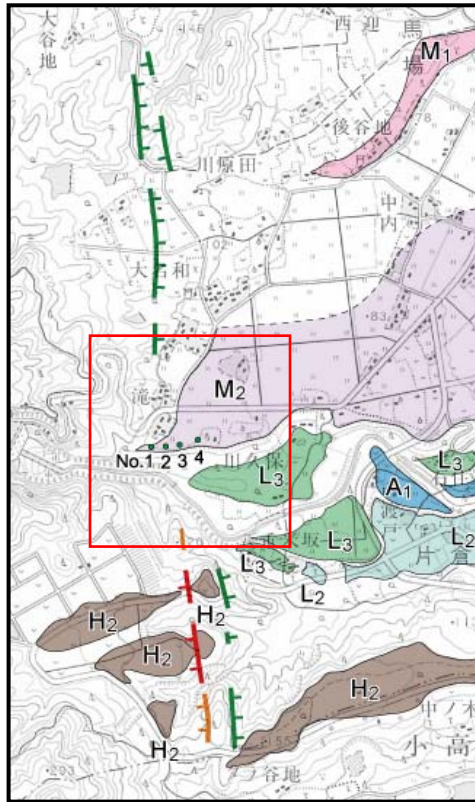
5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

南相馬市原町区馬場周辺の空中写真判読図



- 凡例
- 段丘面
- A₂ A₂面
 - A₁ A₁面
 - L₄ L₄面 (MIS 2)
 - L₃ L₃面 (MIS 2)
 - L₂ L₂面 (MIS 3)
 - L₁ L₁面 (MIS 5a)
 - M₂ M₂面 (MIS 5c)
 - M₁' M₁'面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
 - M₁ M₁面 (MIS 5e)
 - H₅ H₅面
 - H₄ H₄面
 - H₃ H₃面
 - H₂ H₂面
 - H₁ H₁面
- (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
- 崖錐性～扇状地性平坦面(低位面)
- 崖錐性～扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L_A L_A
 - L_B L_B
 - L_C L_C
 - L_D L_D
- (短線は低下部を、矢印は尾根、谷の屈曲方向を示す。)

■L_C, L_D, リニアメントが連続的に判読される。一部H面上にL_A, L_Bリニアメントが判読される。



凡例

リニアメント

- LA
- LB
- LC

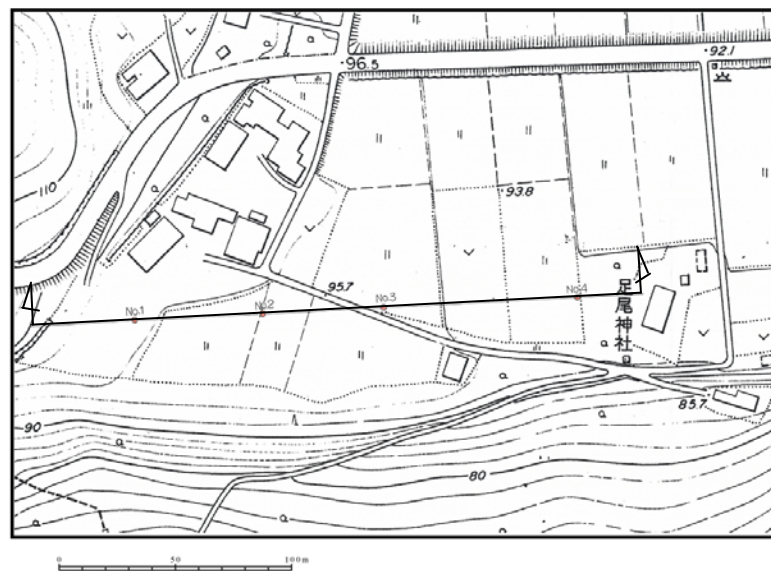
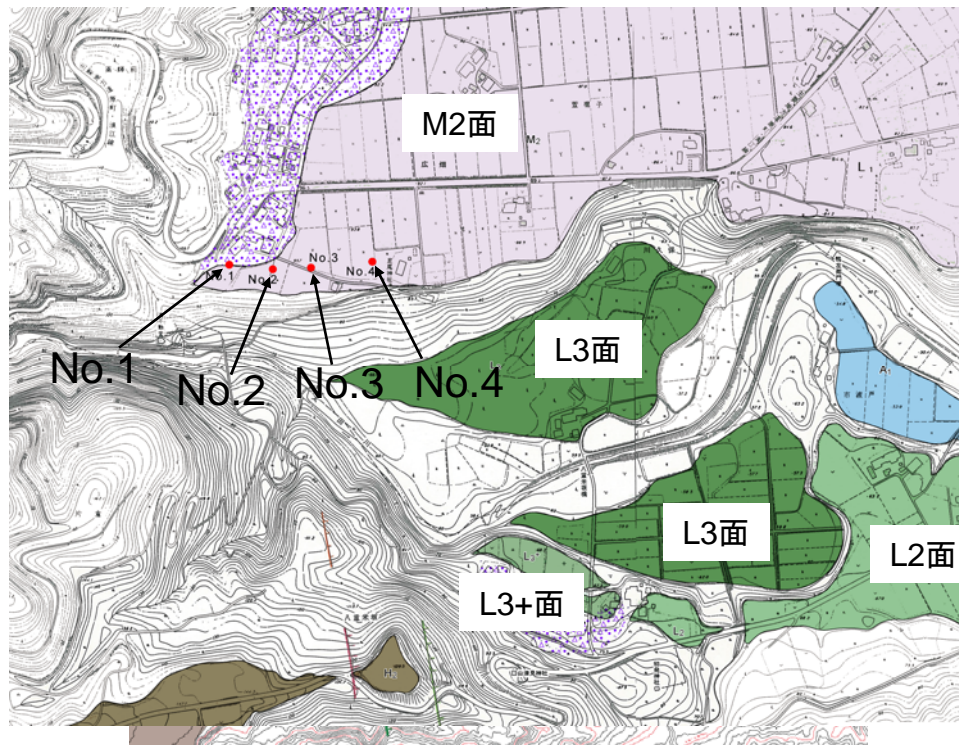
(短線は低下側を示す)

ボーリング位置

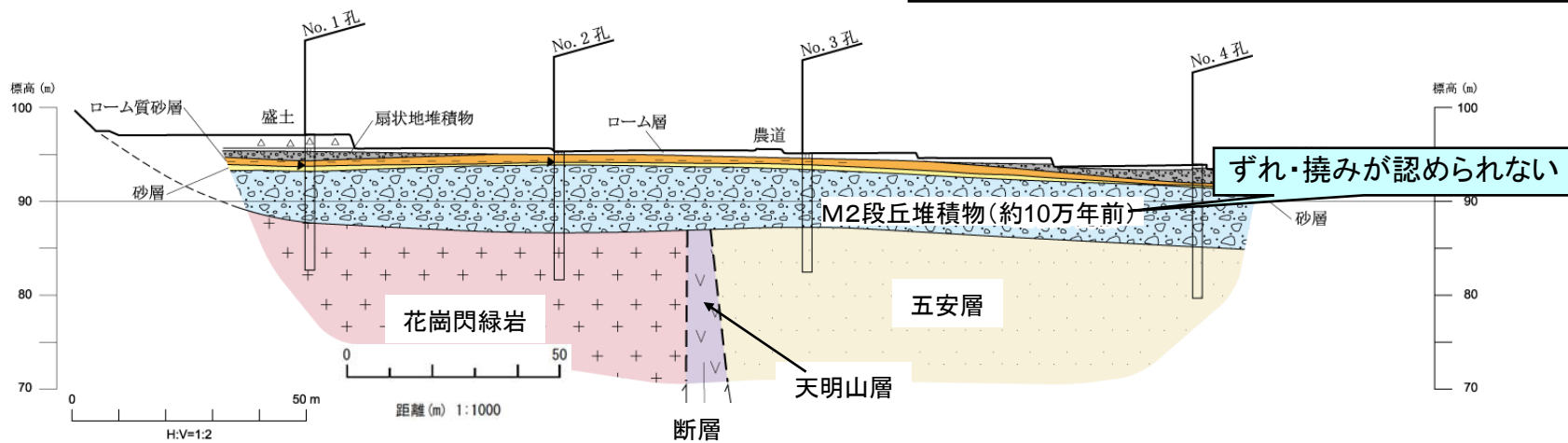
拡大位置

H/V=1/2

ボーリング調査結果



■ M₂段丘堆積物 (MIS5c, 約10万年前) の基底面に変位・変形が認められない。



1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

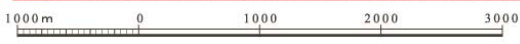
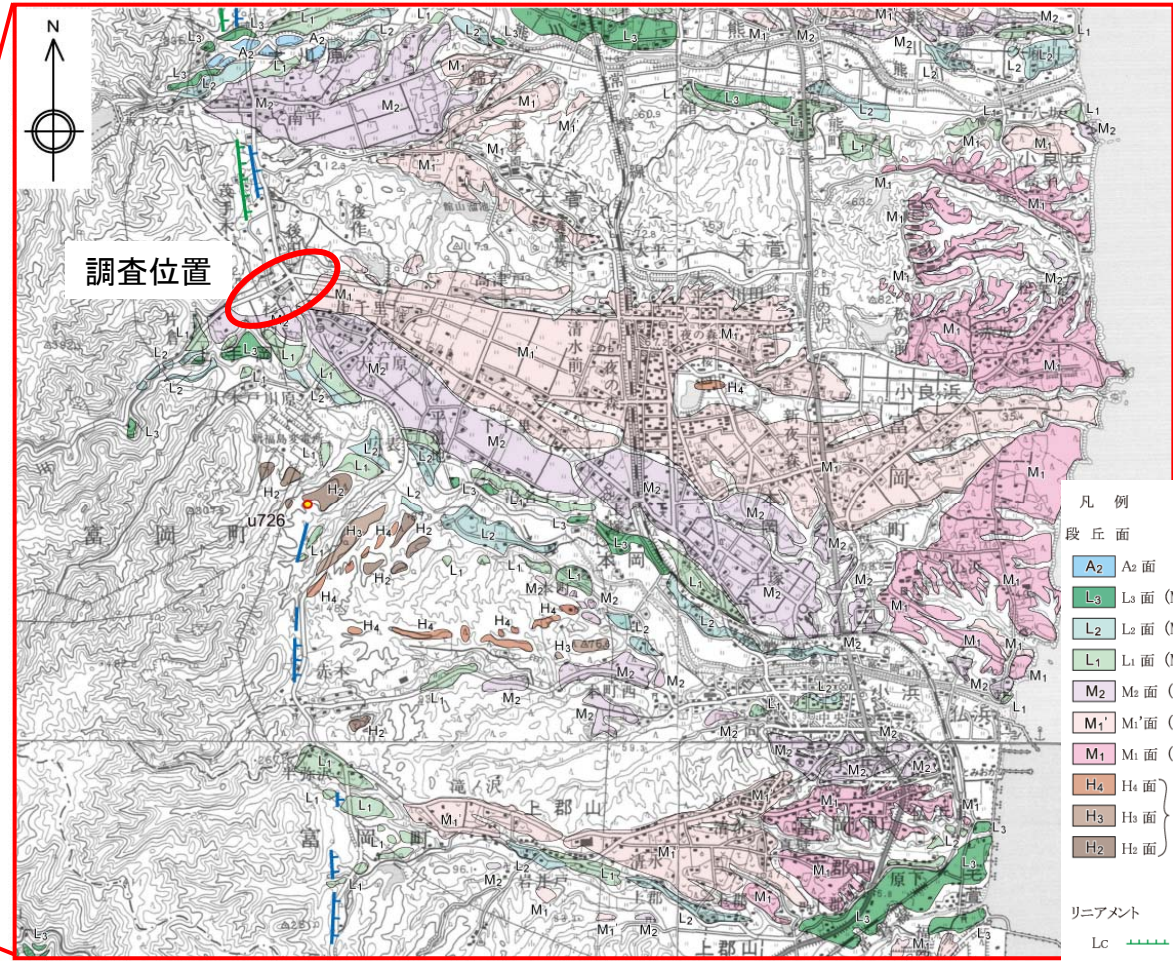
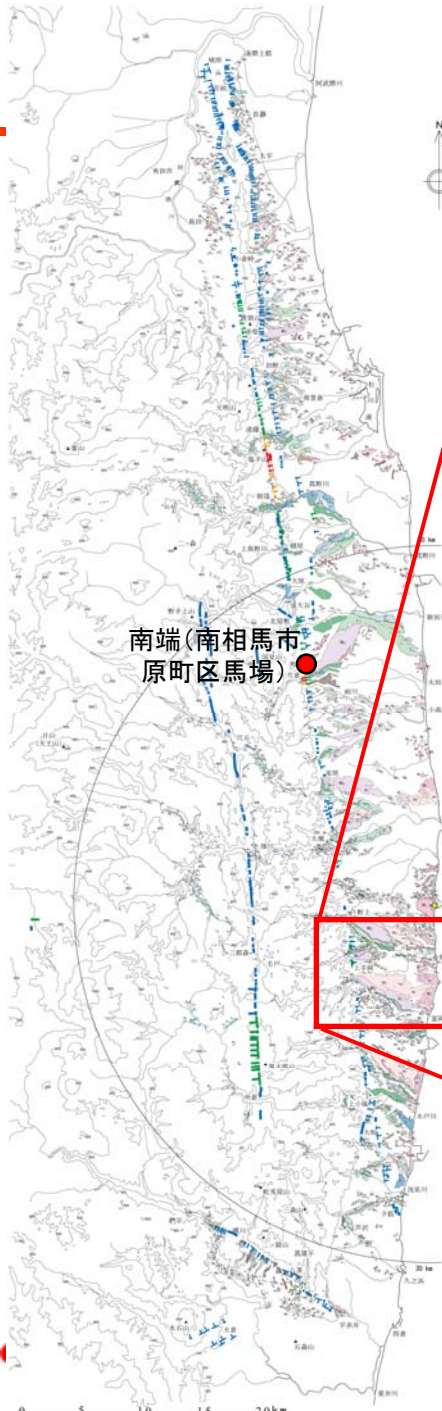
2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

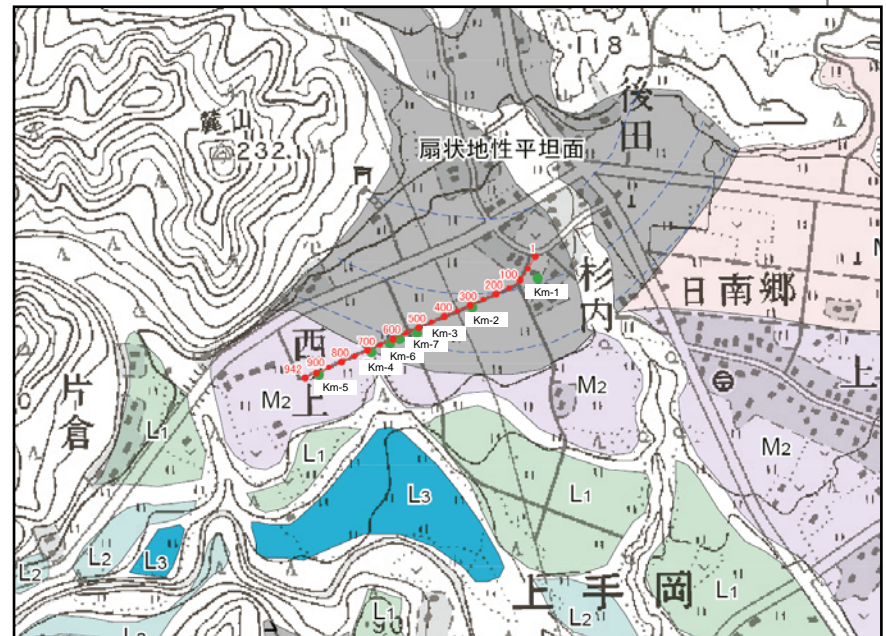
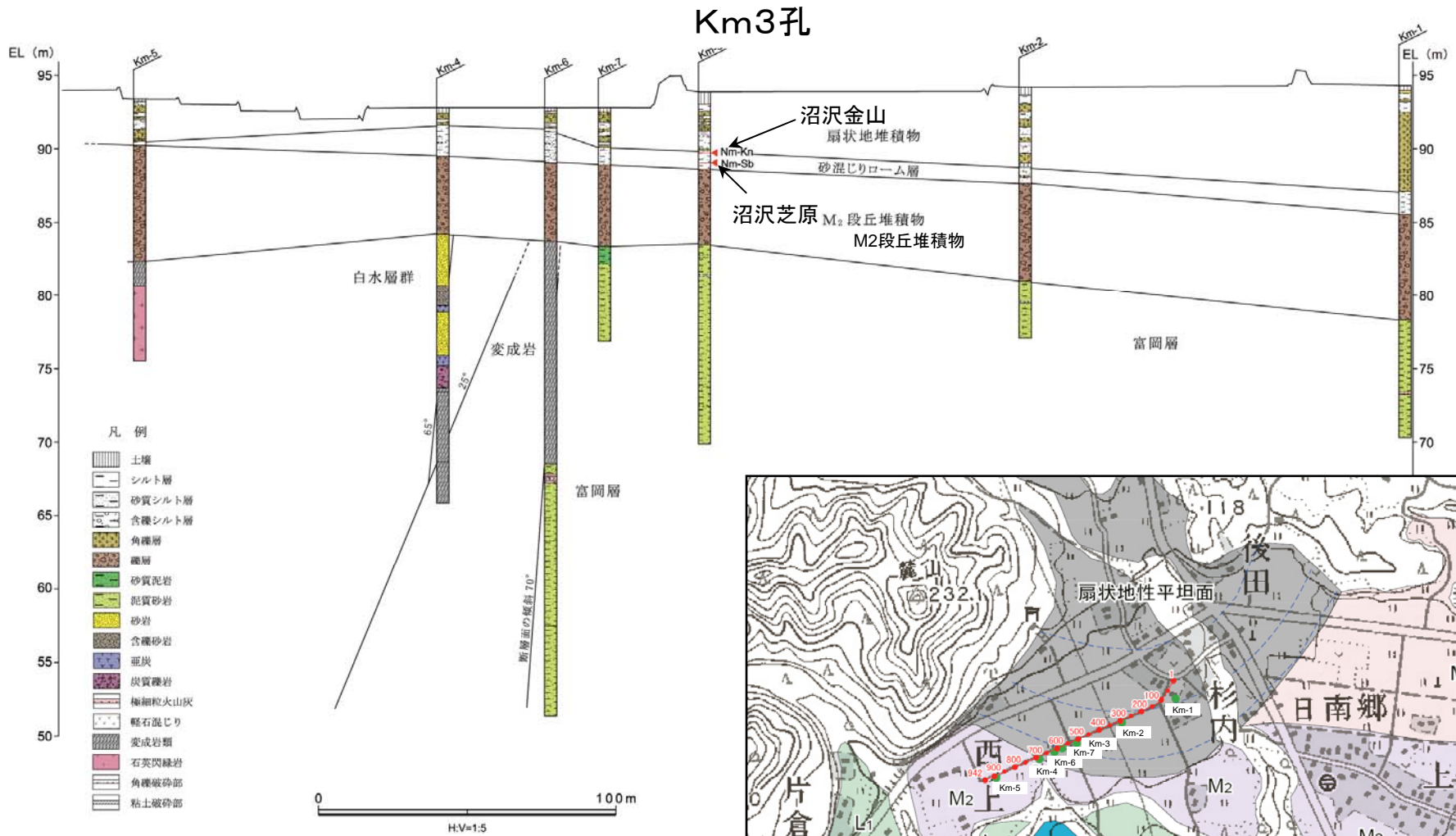
5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

双葉郡富岡町上手岡周辺の空中写真判読図



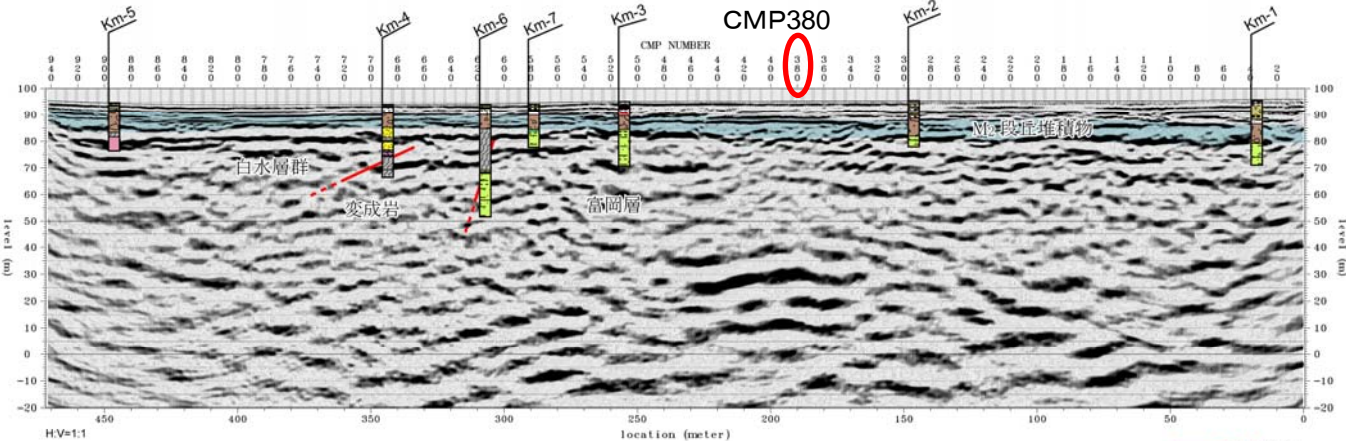
- 凡例
- 段丘面
- A₂ A₂面
 - L₃ L₃面 (MIS 2)
 - L₂ L₂面 (MIS 3)
 - L₁ L₁面 (MIS 5a)
 - M₂ M₂面 (MIS 5c)
 - M_{1'} M_{1'}面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
 - M₁ M₁面 (MIS 5e)
 - H₄ H₄面
 - H₃ H₃面
 - H₂ H₂面
- (MIS 7 あるいはそれ以前の高海面期)
- リアメント
- Lc
 - Ld
- (短線は低下面を、矢印は尾根、谷の屈曲方向を示す。)

双葉郡富岡町上手岡地点ボーリング調査結果

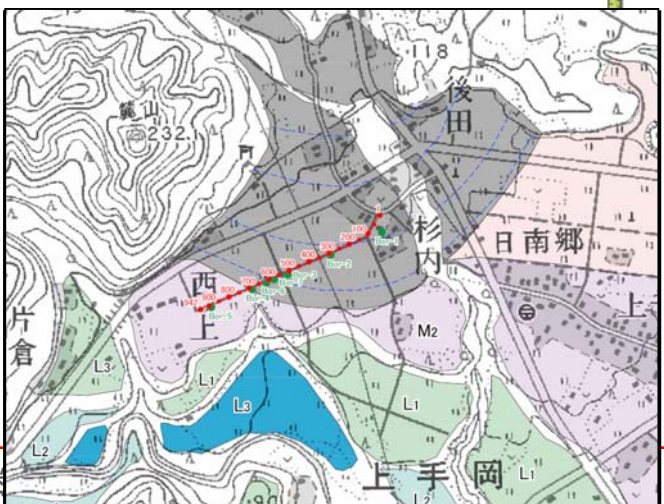
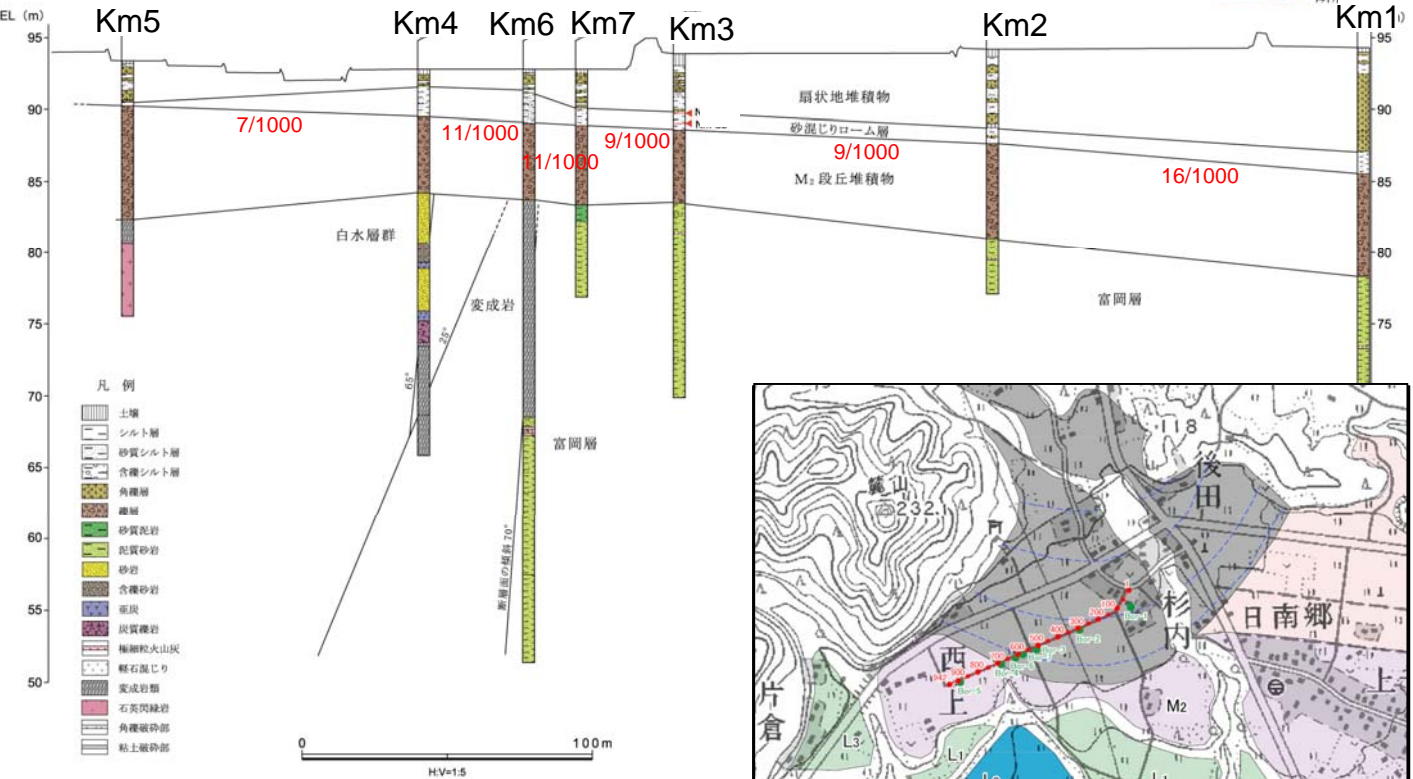


■ M₂段丘堆積物上面に高度不連続は認められない。

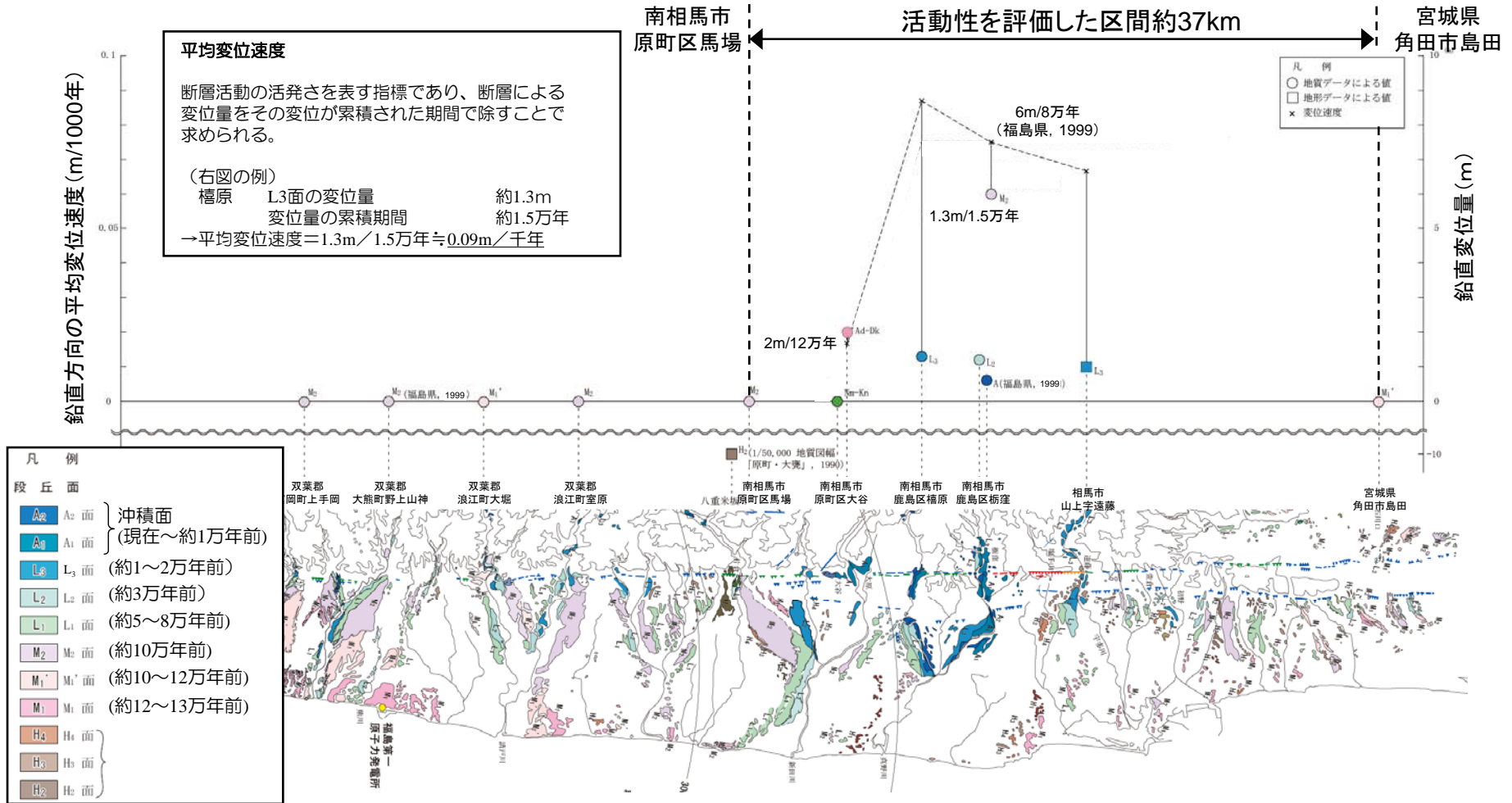
双葉郡富岡町上手岡地点ボーリング・反射法探査結果



■ 反射法地震探査の結果からCMP380付近のM₂段丘堆積物上面と推定される反射面に不連続は認められない。
■ CMP380付近を含むボーリング孔間(Km2~Km3)のM₂段丘堆積物上面の傾斜は他のボーリング孔間の傾斜とほぼ同程度であり、断層による影響は想定されない。



双葉断層の後期更新世の鉛直方向の平均変位速度



- L面の変位量がほぼ同等であることから、相馬市山上字遠藤、南相馬市鹿島区柝窪、南相馬市鹿島区檜原については同等の平均変位速度と想定される。
- 南相馬市原町区大谷付近では、約12万年前の火山灰(Ad-Dk, 安達太良岳)に約2mの変位が認められていることから相馬市山上字遠藤、南相馬市鹿島区柝窪、南相馬市鹿島区檜原より平均変位速度は小さい。
- 南相馬市原町区馬場以南では、最終間氷期(約8~13万年前)の地層に変位・変形は認められない。また、北部では宮城県角田市島田のM1'面(約10~12万年前)に変位・変形が認められない。

まとめ【双葉断層】

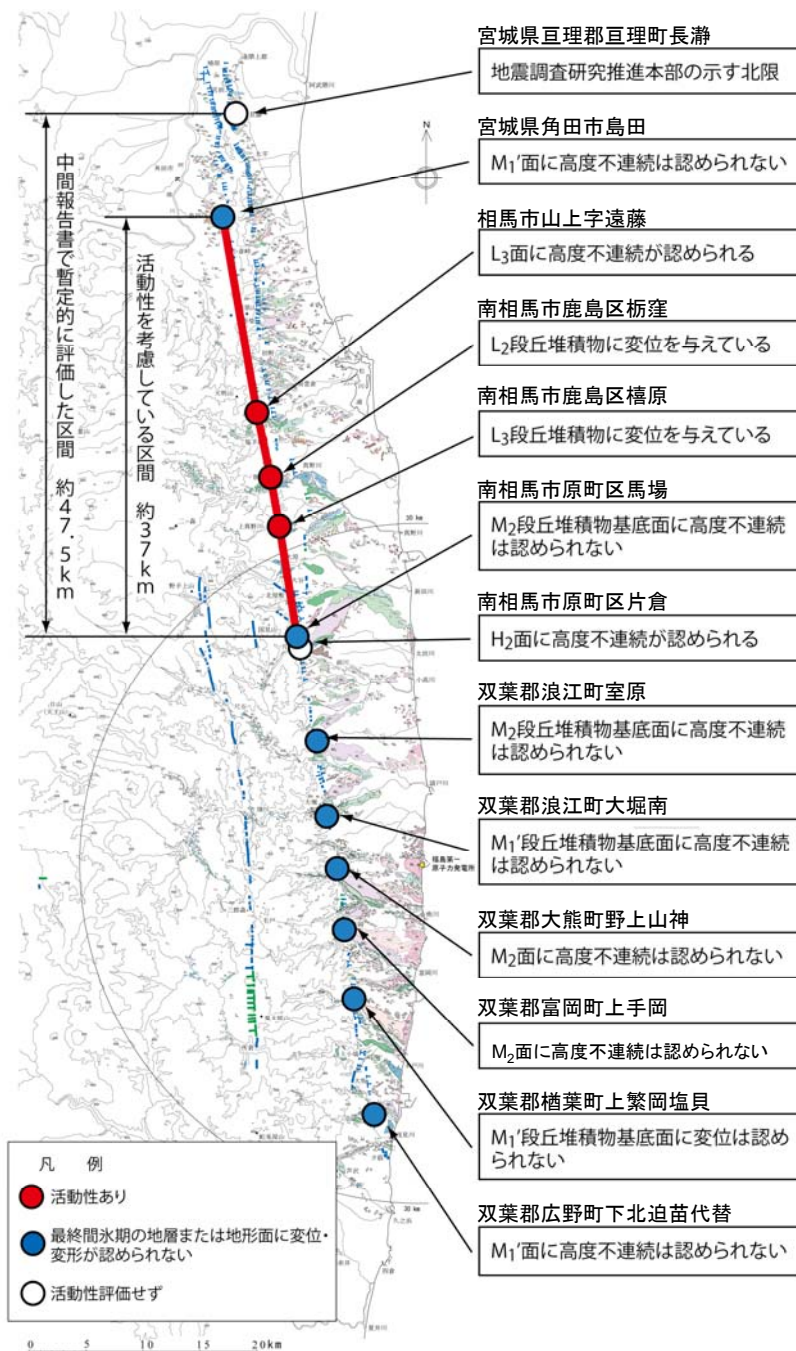
■相馬市山上字遠藤，南相馬市鹿島区柝窪，南相馬市鹿島区榎原において，双葉断層は低位段丘堆積物，中位段丘堆積物もしくは低位面に変位を与える。

■相馬市山上字遠藤，南相馬市鹿島区柝窪，南相馬市鹿島区榎原より南方の南相馬市原町区馬場地点において，ボーリング調査及びレーザー測量結果に基づく地形面に関する検討の結果，最終間氷期の地層・地形面に変位・変形が認められないことから，後期更新世以降の活動はないと判断される。

■相馬市山上字遠藤，南相馬市鹿島区柝窪，南相馬市鹿島区榎原より北方の宮城県角田市島田地点において，地表地質調査による断層露頭の状況及びレーザー測量結果に基づく地形面に関する検討の結果，最終間氷期の地層及び周囲の地形面に変位・変形が認められないことから，後期更新世以降の活動はないと判断される。

■南相馬市原町区馬場より南方の複数の地点において，地表地質調査，ボーリング調査及び反射法地震探査結果等に基づく地形面および堆積物に関する検討の結果，それぞれM₁'面及びM₂面あるいは面を構成する堆積物に変位・変形が認められないことから，後期更新世以降の活動はないと判断される。

■以上より，双葉断層については，宮城県角田市島田から南相馬市原町区馬場までの約37kmについて活動性を考慮することとする。



1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

相馬断層の概要



■文献により相馬断層が示されている付近は、中新統(およそ500～2500万年前の地層)及び鮮新統(およそ200～500万年前の地層)の**撓曲構造(地層が曲がった構造)により特徴付けられ**、活断層詳細デジタルマップ(2002)による推定活断層及び空中写真判読によるリニアメントは、上記の撓曲部に位置している。

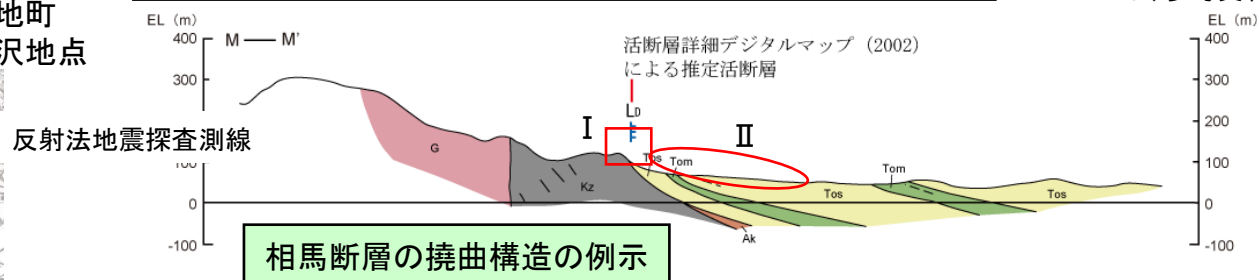
■上記を踏まえ、下記の9地点について、**I. リニアメントの成因**、**II. 撓曲構造と地形面の関係**について検討を行った。

■ここでは、代表して宮城県亶理郡山元町鷲足地点及び相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点の調査結果を示す。

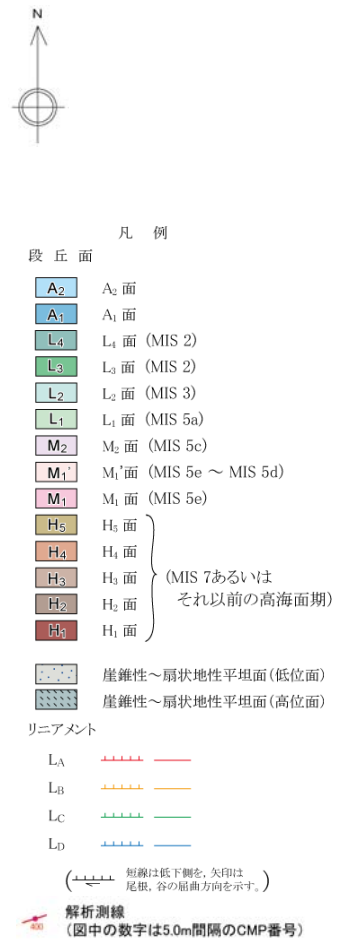
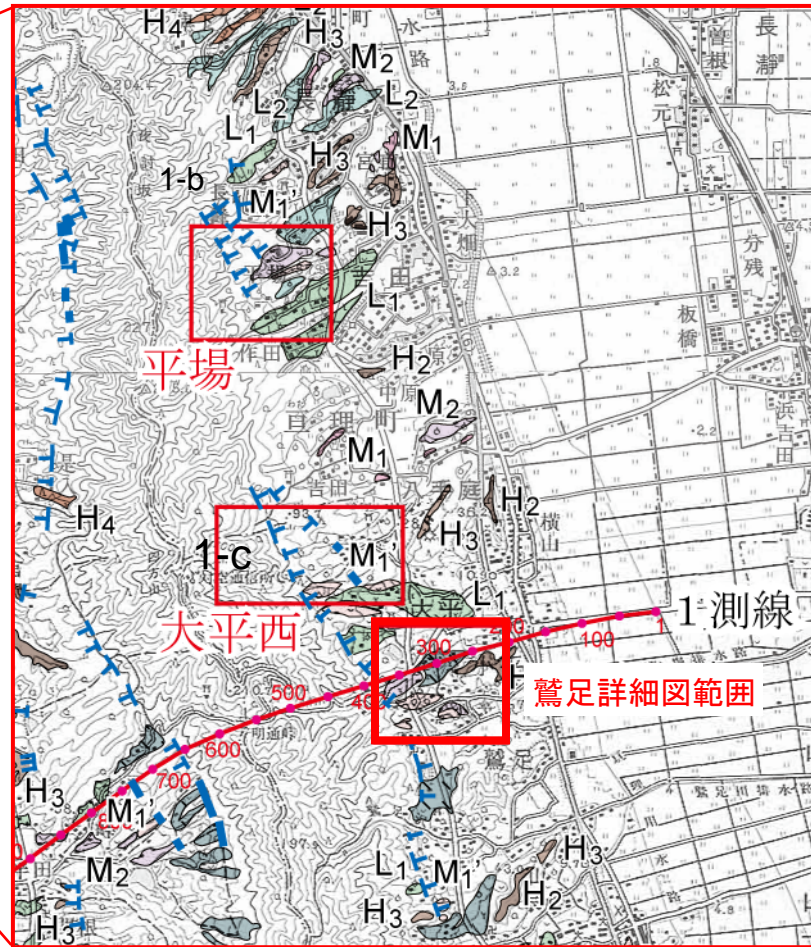
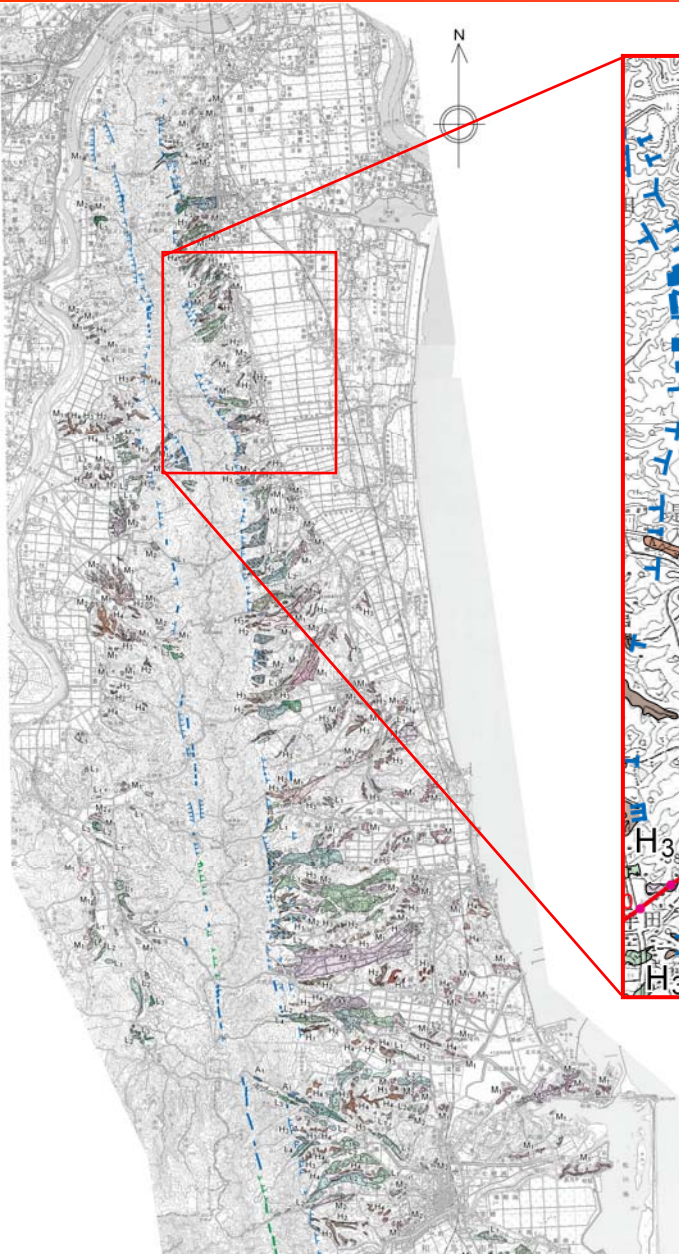
相馬断層に関する調査地点

- ① 宮城県亶理郡亶理町長瀬平場地点
- ② 宮城県亶理郡山元町大平西地点
- ③ 宮城県亶理郡山元町鷲足地点
- ④ 宮城県亶理郡山元町高瀬地点
- ⑤ 宮城県亶理郡山元町坂元地点
- ⑥ 相馬郡新地町福田沢口地点
- ⑦ 相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点
- ⑧ 相馬郡新地町駒ヶ嶺赤柴地点
- ⑨ 相馬市初野弘川地点

宮城県亶理郡山元町鷲足地点及び相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点以外の調査結果については、参考資料に示す。

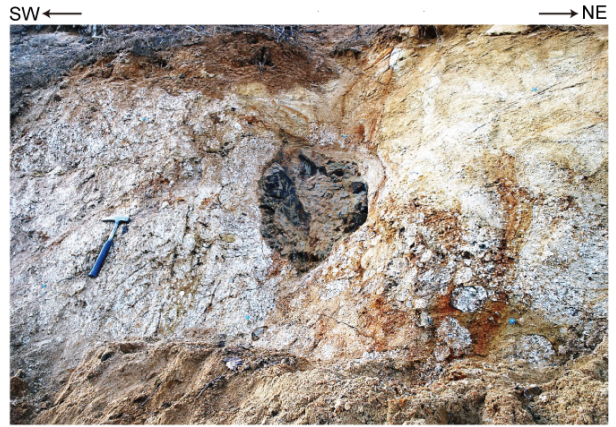
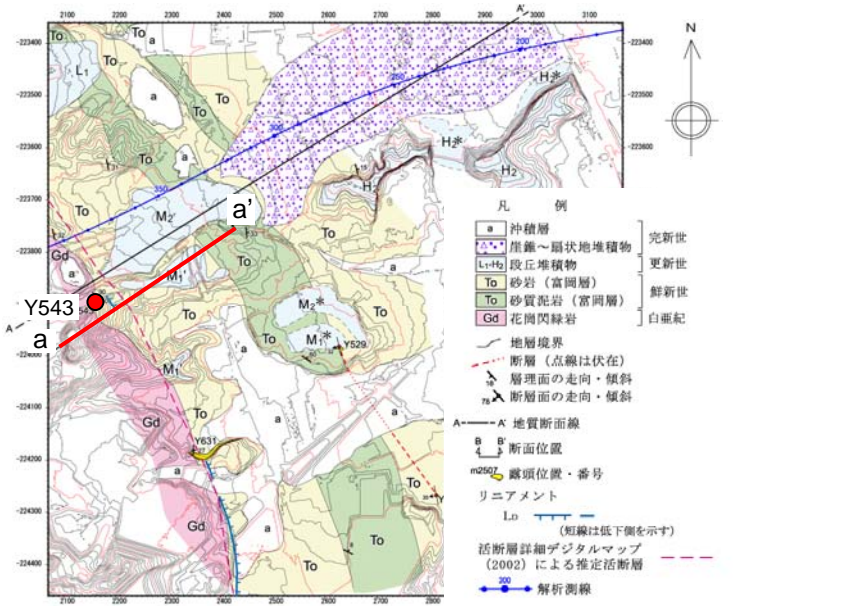


③ 【鷺足地点】

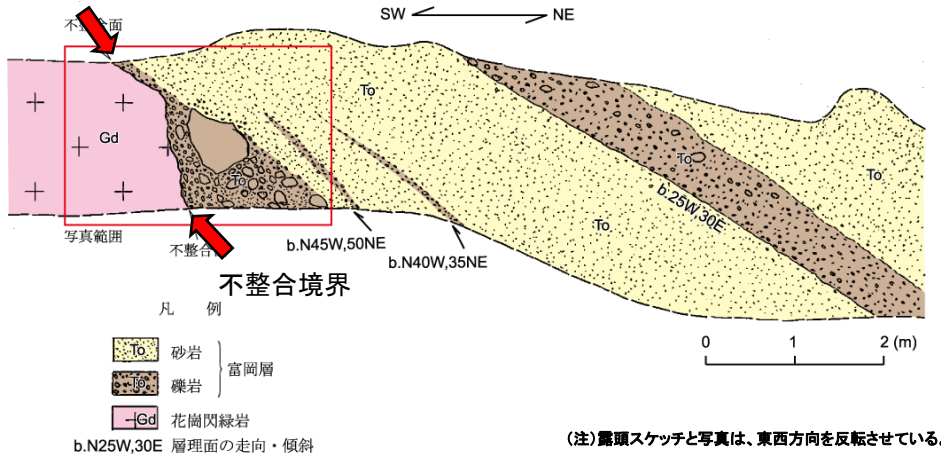
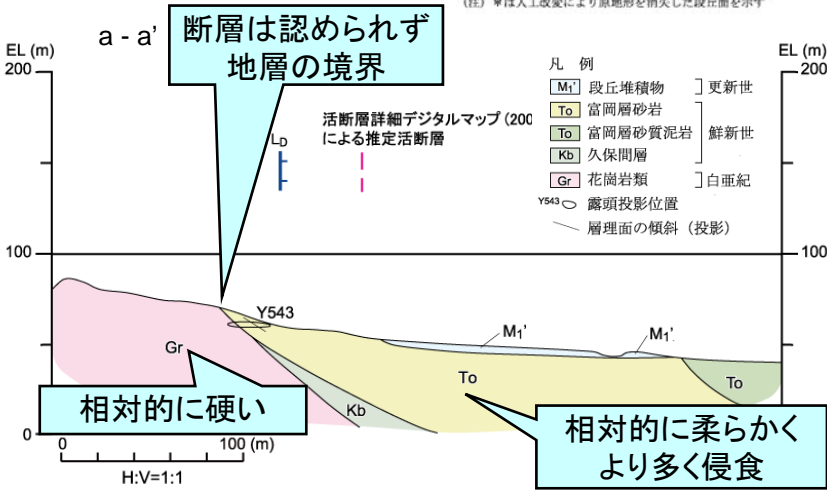


③ 【驚足地点:Y543】

リニアメントの成因



Y543: 花崗閃緑岩 (北東側)と富岡層 (南西側)との間に認められる不整合。

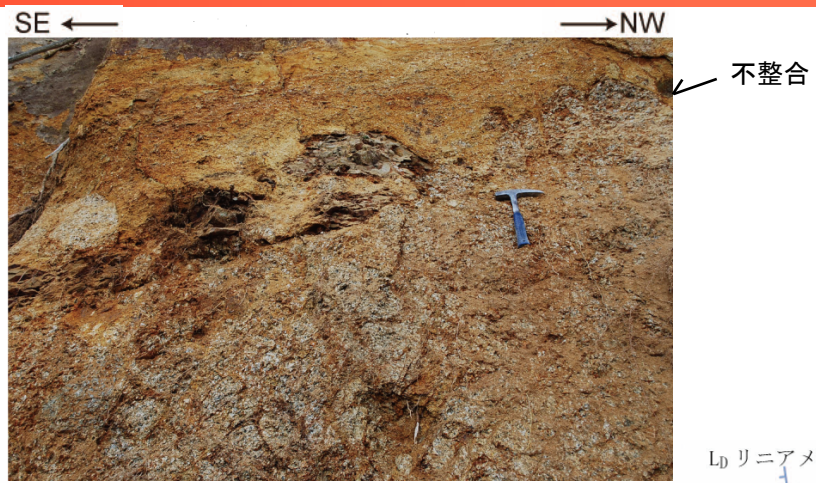
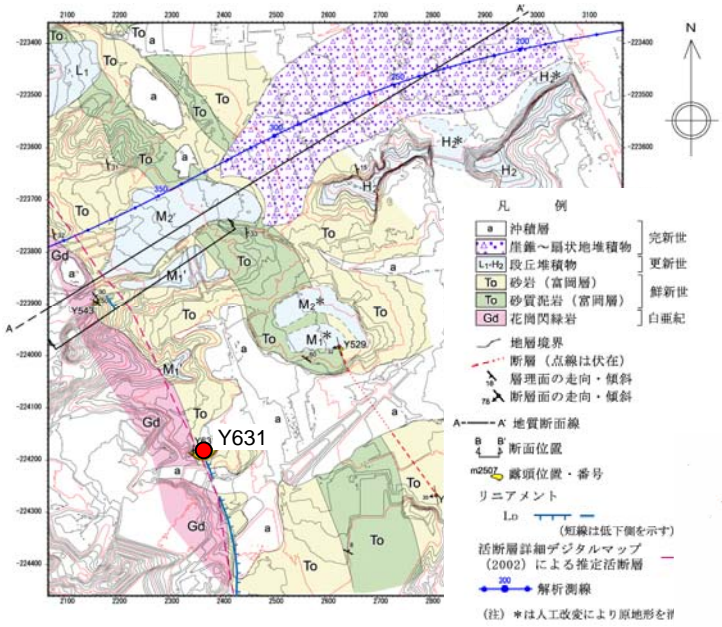


(注) 露頭スケッチと写真は、東西方向を反転させている。

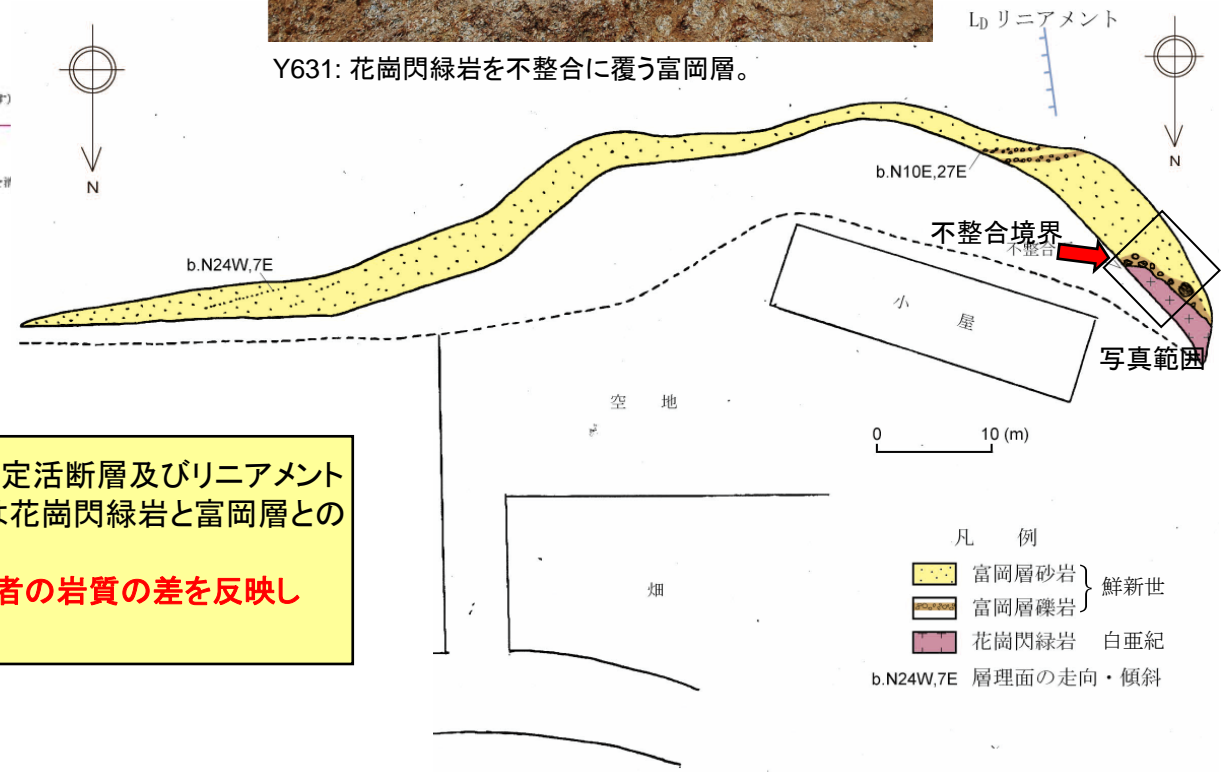
■ 活断層詳細デジタルマップによる推定活断層及びリニアメント付近には断層は確認されないが、これらの位置にほぼ対応して花崗閃緑岩と富岡層との間に不整合が確認される。
 ■ 推定活断層及びリニアメントは、両者の岩質の差を反映した侵食地形と判断される。

③ 【鷲足地点:Y631】

リニアメントの成因



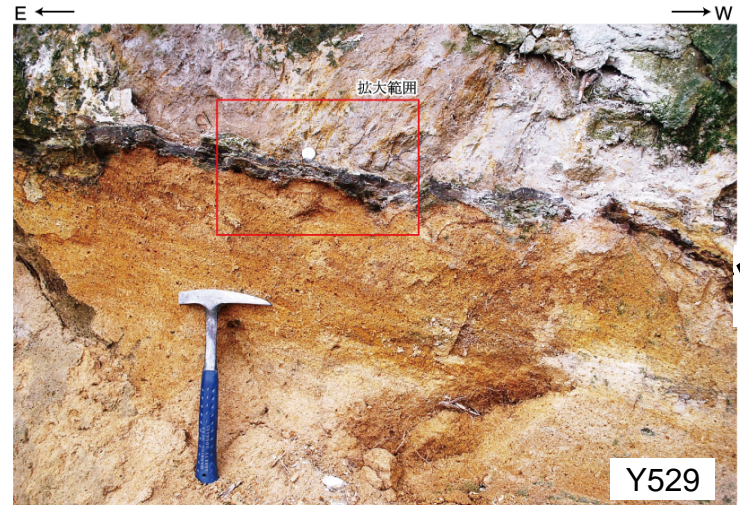
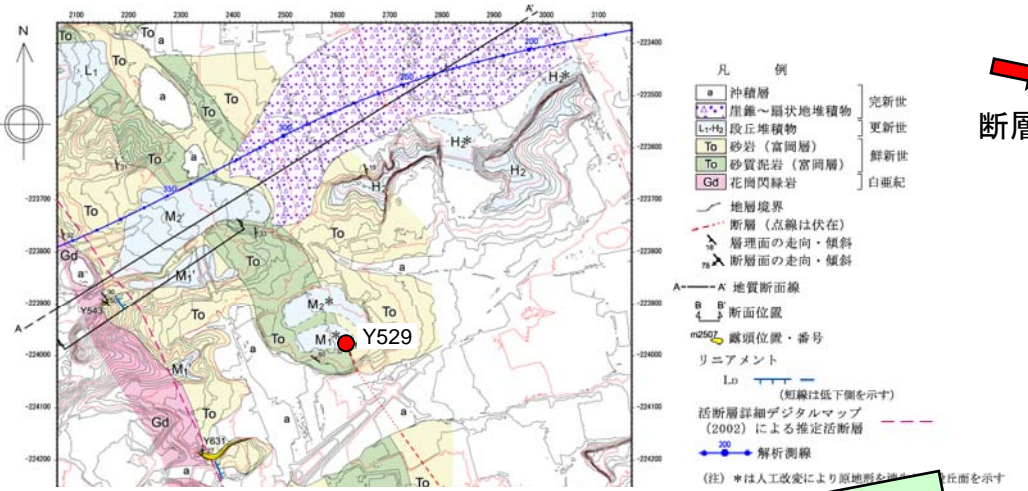
Y631: 花崗閃緑岩を不整合に覆う富岡層。



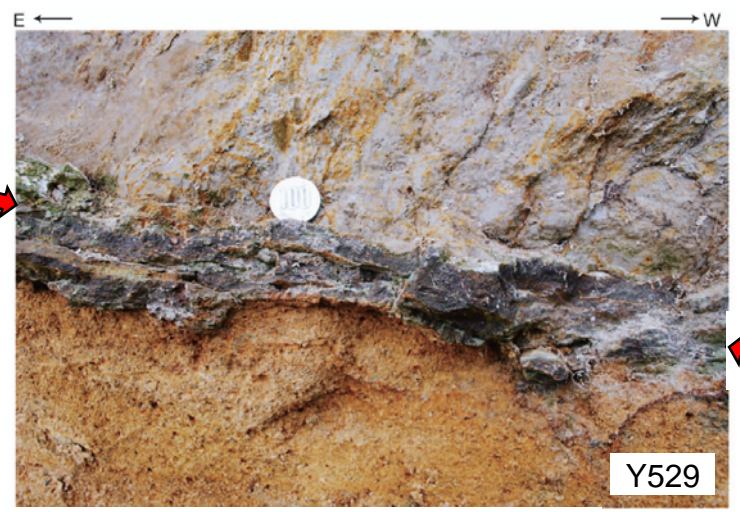
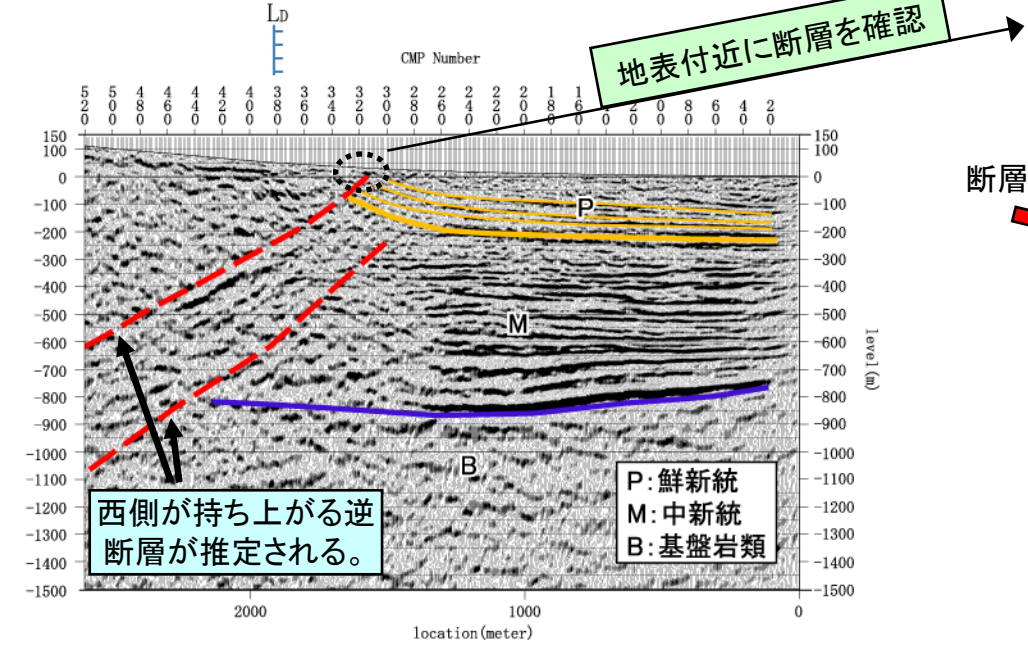
■活断層詳細デジタルマップ(2002)による推定活断層及びリニアメント付近には断層は確認されず、これらの位置は花崗閃緑岩と富岡層との不整合境界に対応する。

■推定活断層及びリニアメントの位置は、両者の岩質の差を反映した侵食地形と判断される。

③ 【鷲足地点:Y529】



富岡層泥岩 (鮮新世)
断層
富岡層砂岩 (鮮新世)

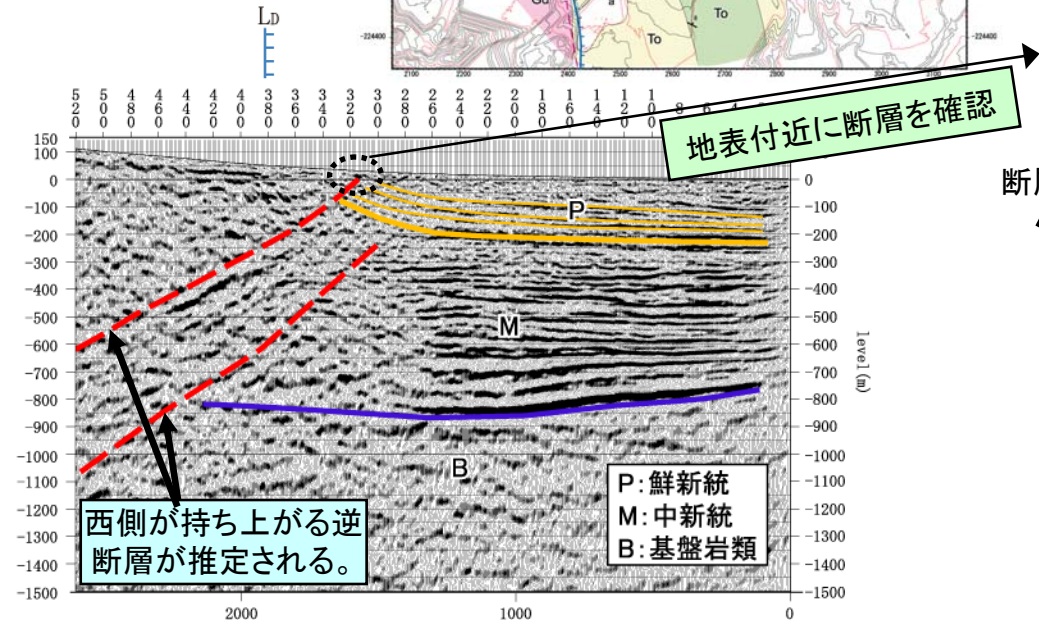
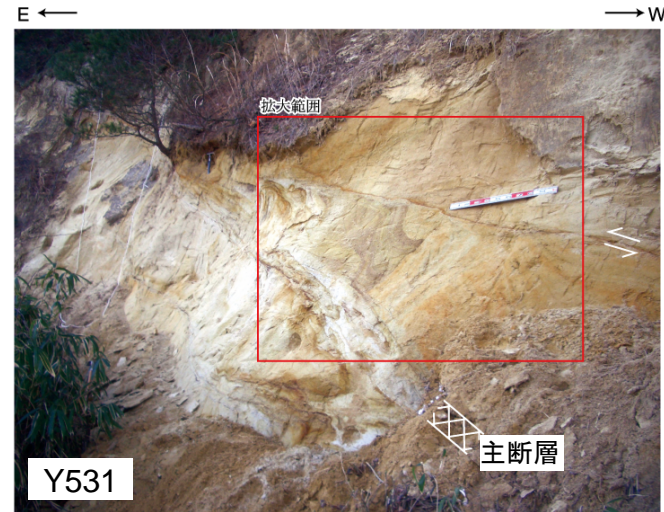
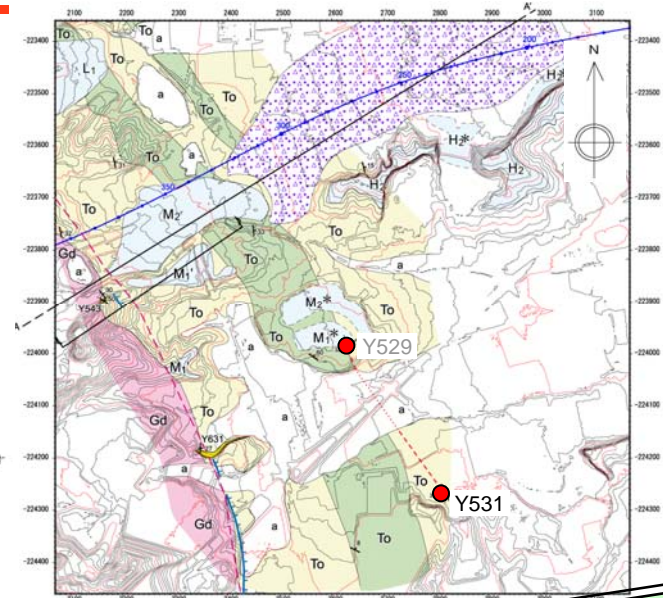


富岡層泥岩 (鮮新世)
断層
富岡層砂岩 (鮮新世)

■リニアメント東側の反射法地震探査による断層推定位置付近において下位の富岡層泥岩が上位の富岡層砂岩に衝上する逆断層が確認されるが、断層面は岩石化し硬質。

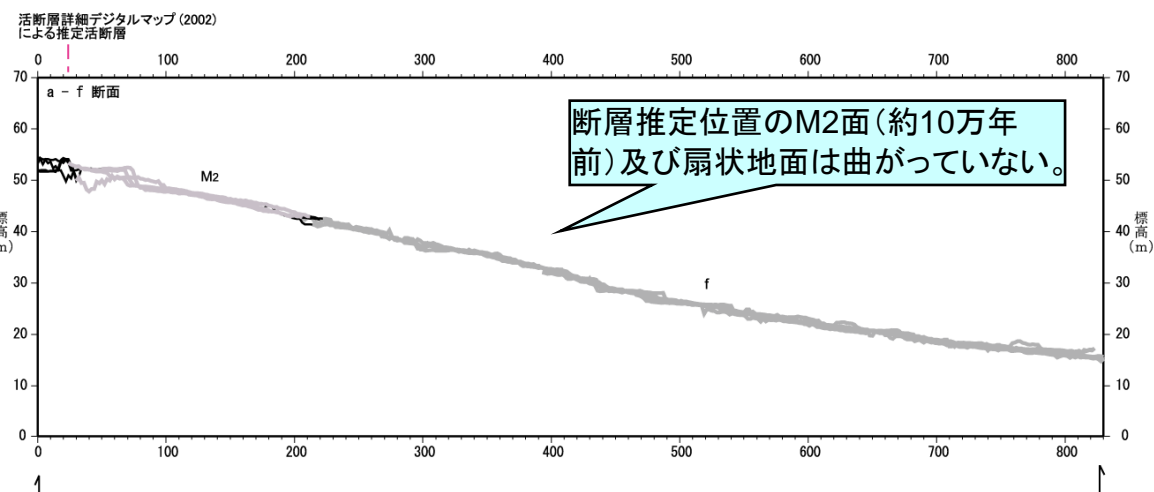
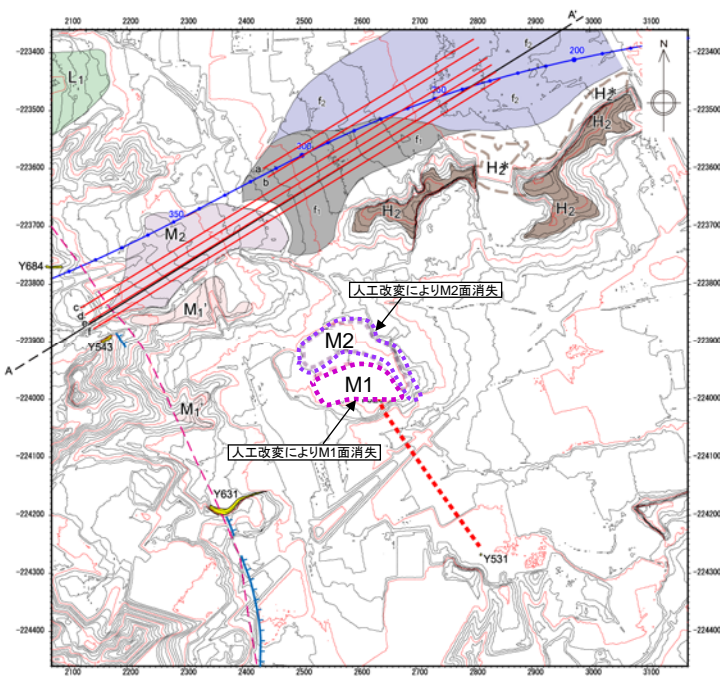
③ 【鷲足地点：Y531】

- 凡例
- a 沖積層
 - L₁~L₂ 堆積層
 - To 砂岩 (富岡層)
 - To 砂質泥岩 (富岡層)
 - Gd 花崗閃緑岩
- 完新世
更新世
鮮新世
白亜紀
- 地層境界
 - 断層 (点線は伏在)
 - 層理面の走向・傾斜
 - 断層面の走向・傾斜
- A-A' 地質断面線
B-B' 断面位置
m2502 露頭位置・番号
リニアメント
L.D (短線は低下側を示す)
- 活断層詳細デジタルマップ (2002) による推定活断層
300 解析測線
- (注) *は人工改変により原地形を消失した段丘面を示す

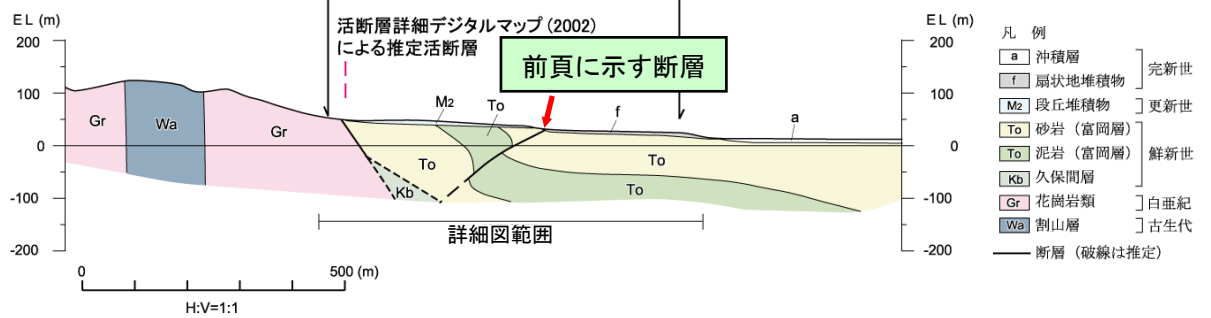


■リニアメント東側の反射法地震探査による断層推定位置付近において富岡層中の逆断層が確認されるが、断層は周囲の富岡層と一体化しており固結している。

③ 【鷲足付近の地形・地質断面図】

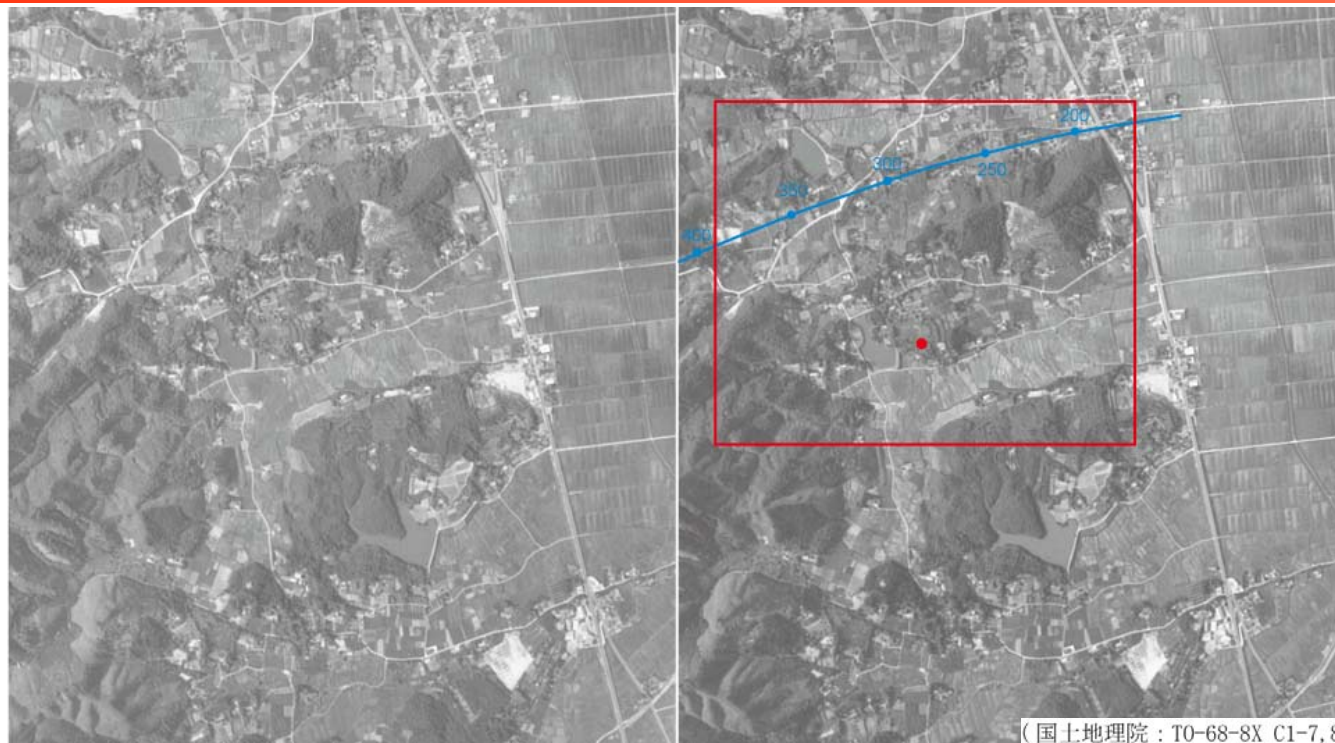


- 凡例
- 段丘区分
 - L₁ L₁面 (MIS 5a)
 - M₂ M₂面 (MIS 5c)
 - M_{1'} M₁'面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
 - M₁ M₁面 (MIS 5e)
 - H₂ H₂面 (MIS 7 あるいはそれ以前の高海面期)
 - f₁ f₁扇状地面
 - f₂ f₂扇状地面
 - (注) *は人工改変により原地形を消失した段丘面を示す
 - リニアメント
 - L_D (距離は右下欄を示す)
 - 活断層詳細デジタルマップ (2002) による推定活断層
 - 地質断面線 A-A
 - 断面線 a-a
 - 解析測線 300
 - 露頭位置・番号 Y531
 - 断層 (破線は推定)





■断層確認位置付近に分布するM₂面(約10万年前)及び扇状地面に変位・変形は確認されない。

③ 【鷺足付近の航空写真】

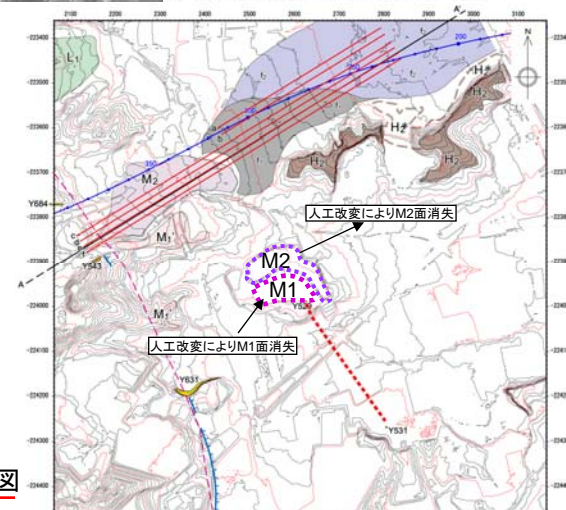


(国土地理院：T0-68-8X C1-7, 8)

1968年撮影の写真

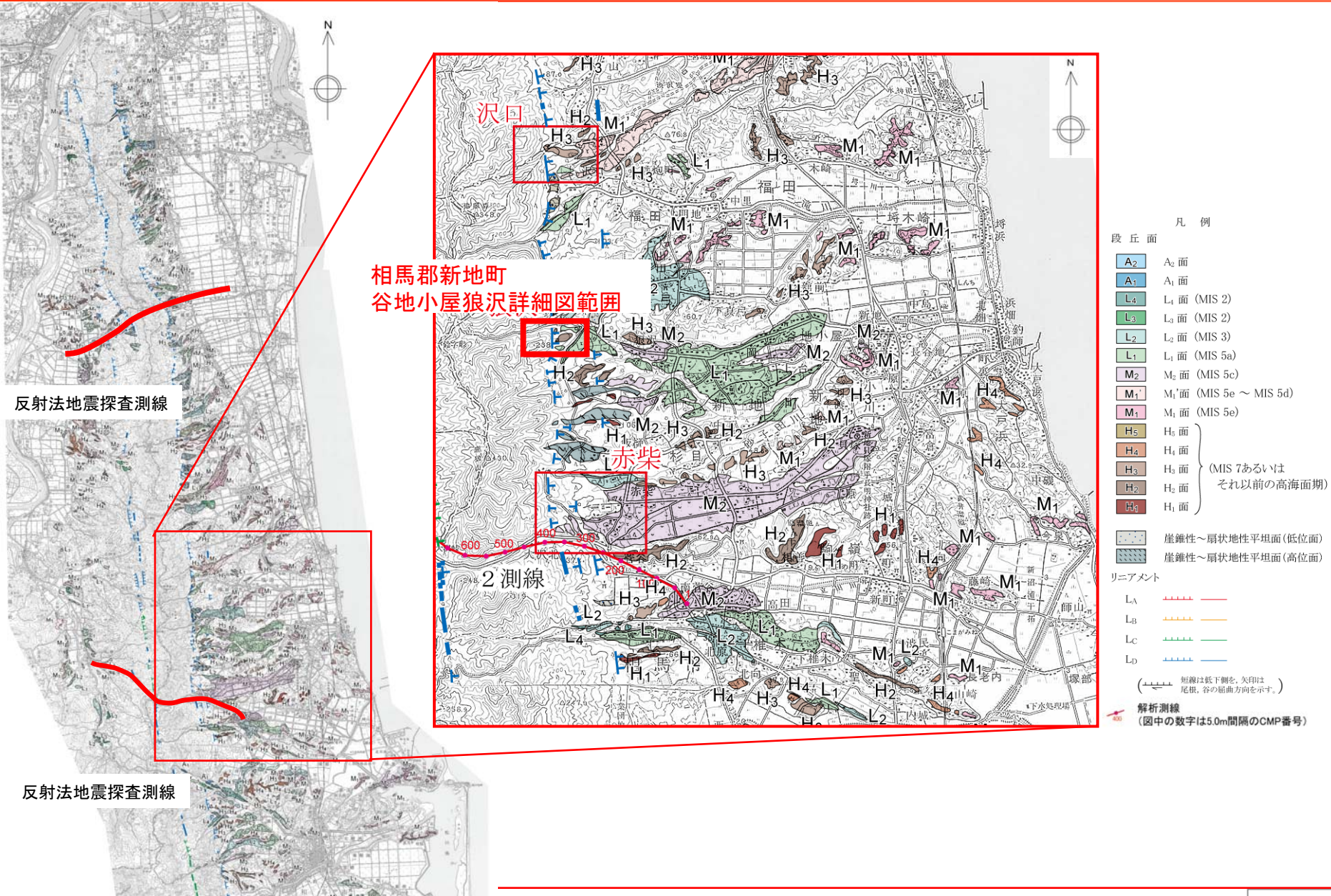
 反射解析側線
 断層露頭 (Y529)

- 断層の北方延長を横断して分布するM₁面及びM₂面は人工改変により原地形が消失している。
- ただし、人工改変前に撮影された航空写真からは、前述のM₁面(約12~13万年前)、M₂面(約10万年前)には、変位や変形は認められない。

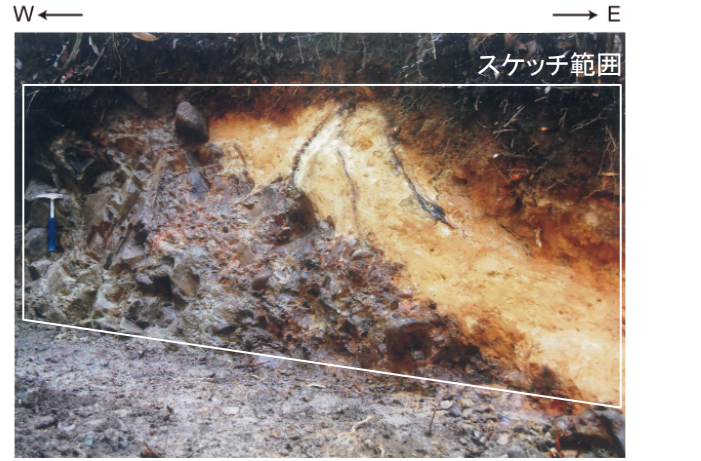
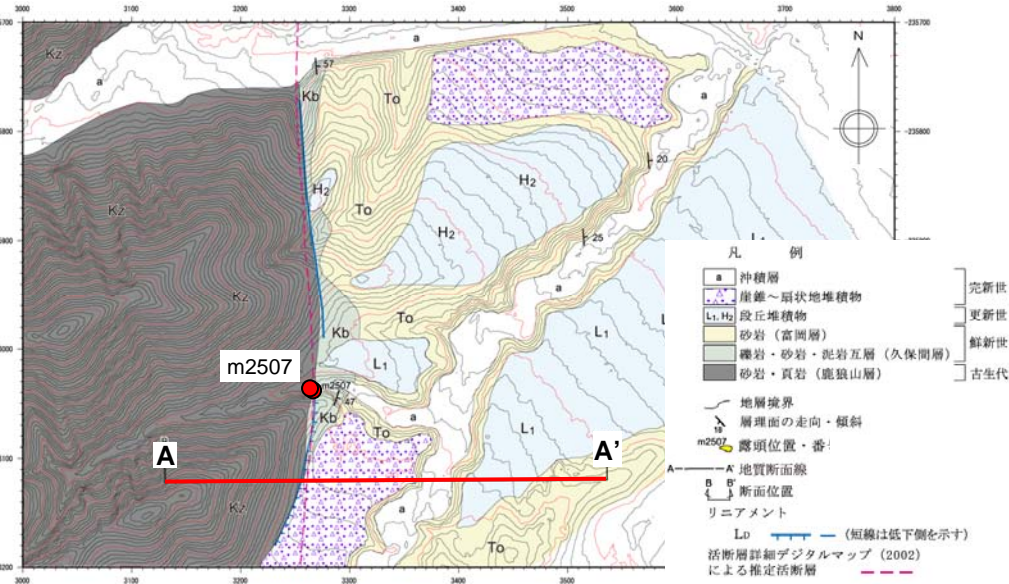


写真赤枠範囲の判読図

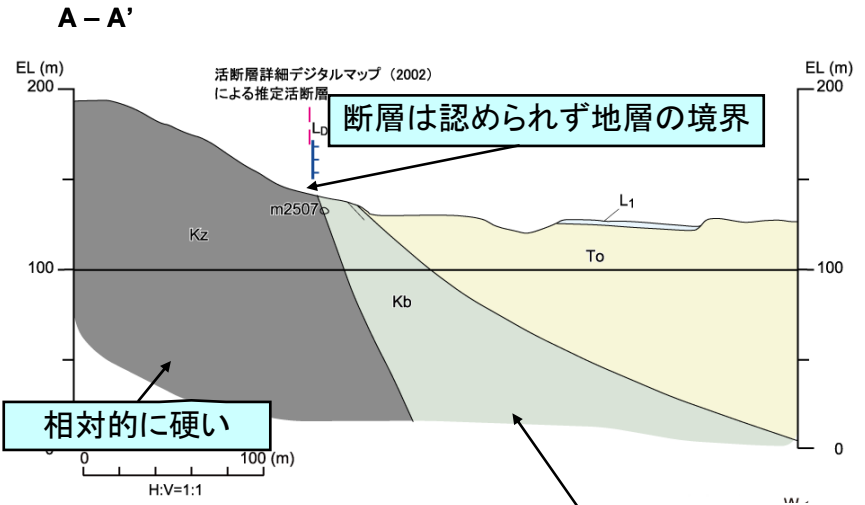
⑦ 【相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点】



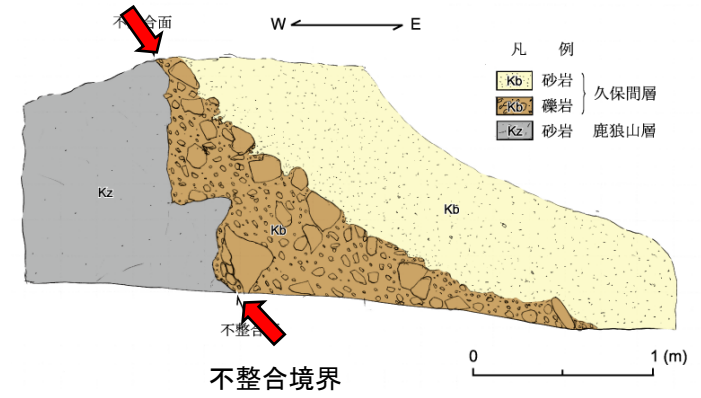
⑦ 【相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点：m2507】 リニアメントの成因



m2507: 鹿狼山層にアバットする久保間層。久保間層基底には基底礫岩を伴う。



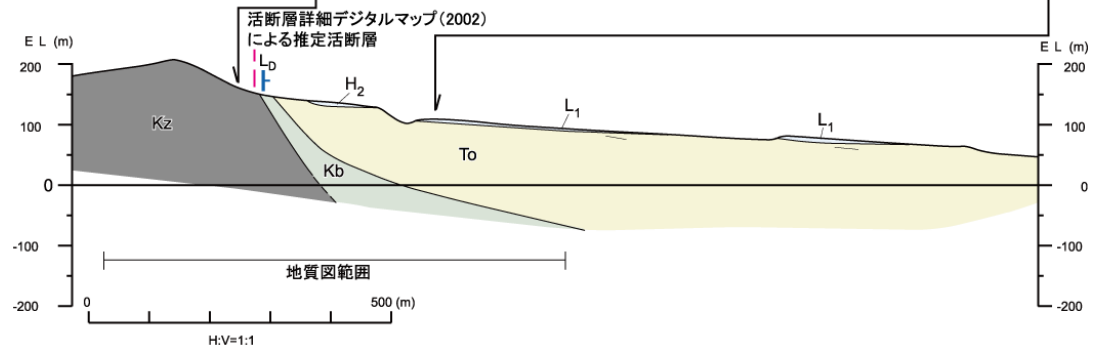
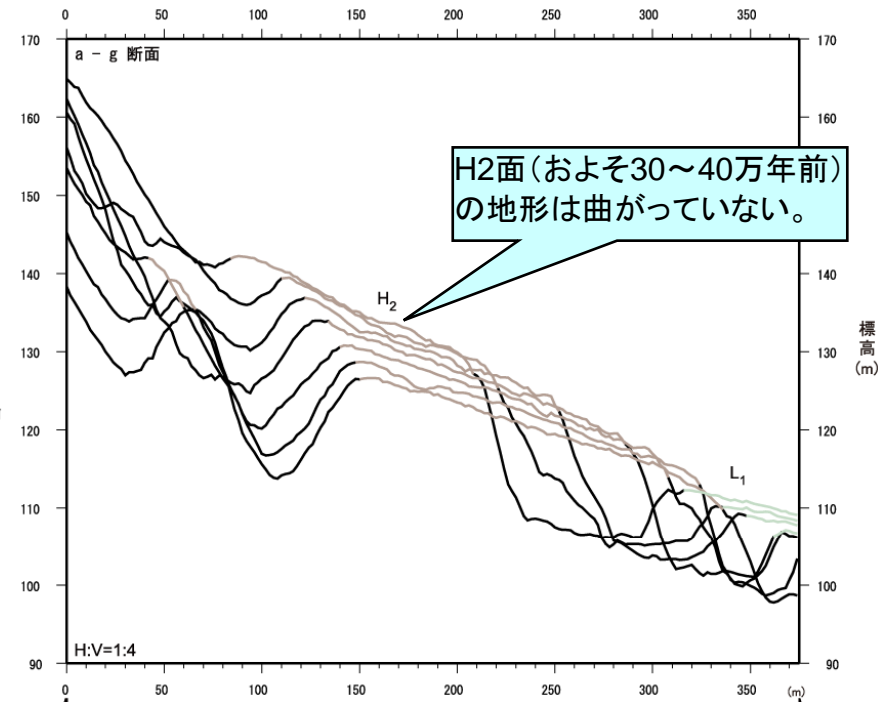
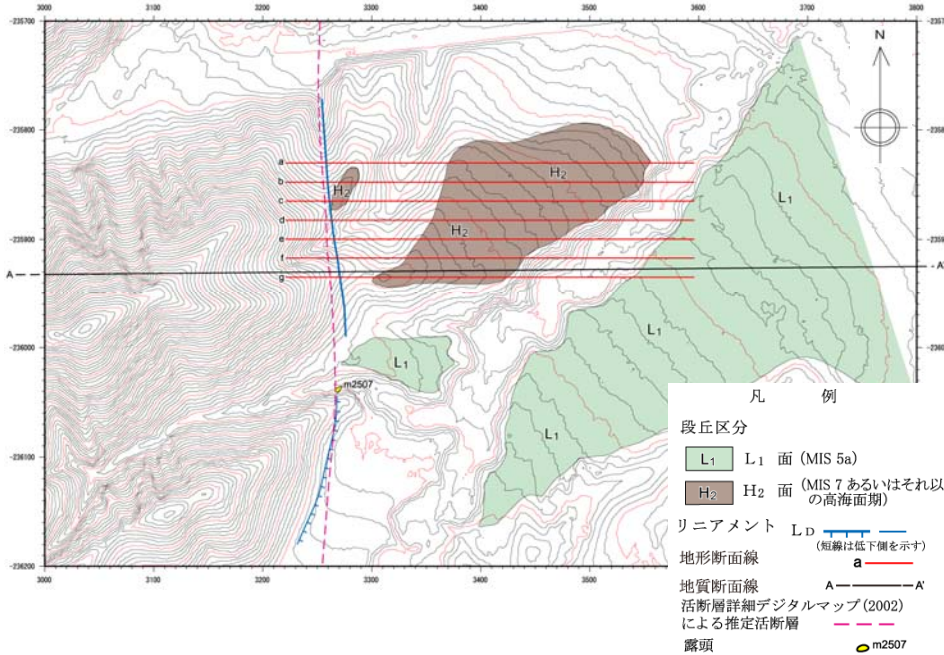
相対的に柔らかくより多く侵食



(注)露頭スケッチと写真は、東西方向を反転させている。

- 活断層詳細デジタルマップ(2002)による推定活断層及びリニアメント付近には断層は確認されず、鹿狼山層と久保間層との不整合に対応する。
- 推定活断層及びリニアメントは、両者の岩質の差を反映した侵食地形と判断される。

⑦ 【相馬郡新地町谷地小屋狼沢付近の地形・地質断面図】



■ レーザー測量結果に基づき作成した地形断面から、相馬郡新地町谷地小屋狼沢地点におけるH₂面に変動地形は認められない。

双葉断層及び相馬断層の評価



双葉断層及び相馬断層の評価

■ **双葉断層**については、M1'段丘堆積物(約10~12万年前)に断層による変位・変形が及んでいないことが確認された宮城県角田市島田地点から、M2段丘堆積物(約10万年前)に変位・変形が及んでいないことが確認された南相馬市原町区馬場地点までの約37kmについて活動性を考慮する。

■ **相馬断層**については、多数の地点でリニアメントは岩質の差を反映した侵食地形であると判断されること、撓曲構造に対応して分布する段丘面に変位・変形が及んでいないことが確認されたことから、**活断層**ではないと判断する。

1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

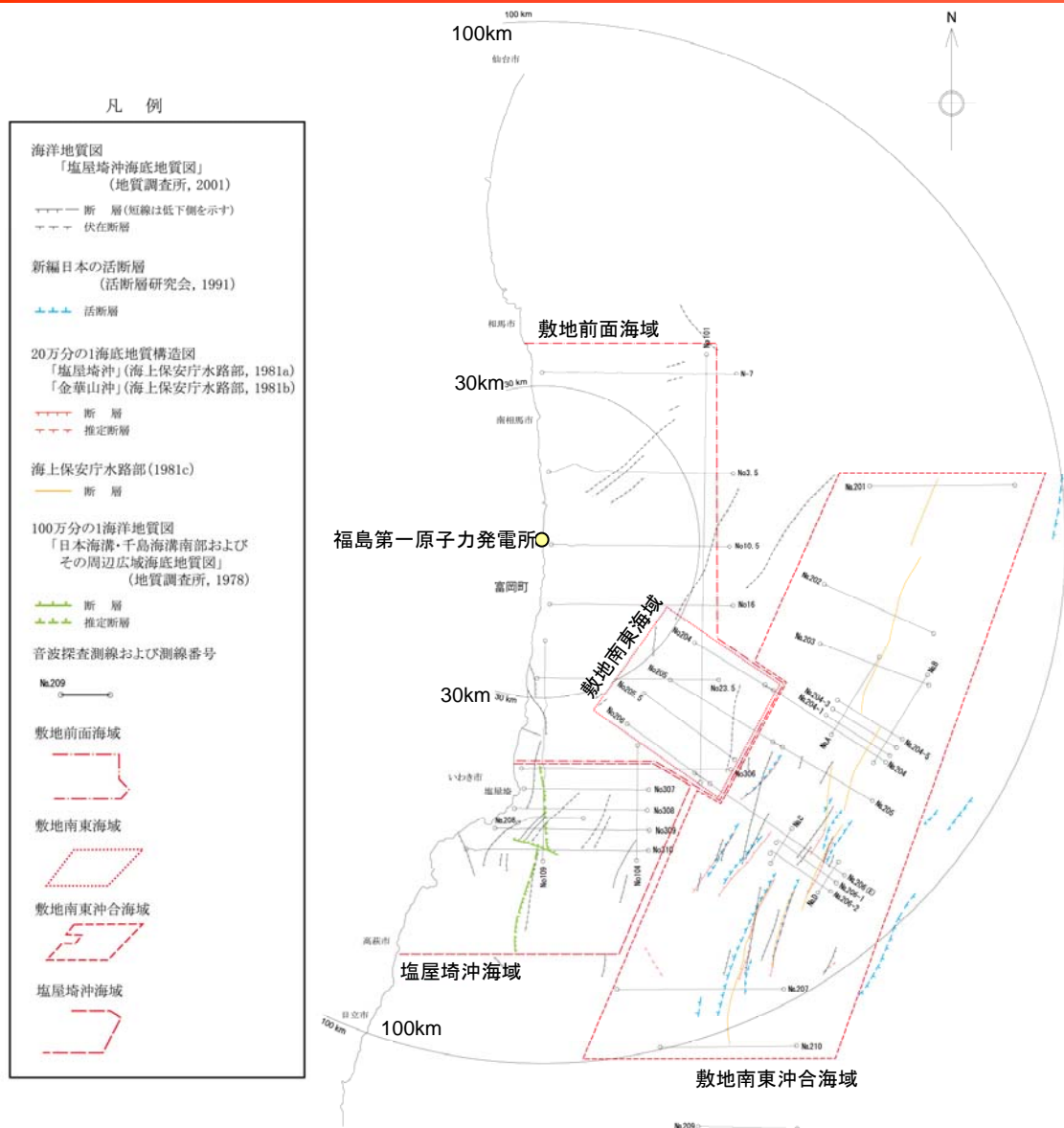
2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

敷地周辺海域の文献による断層分布

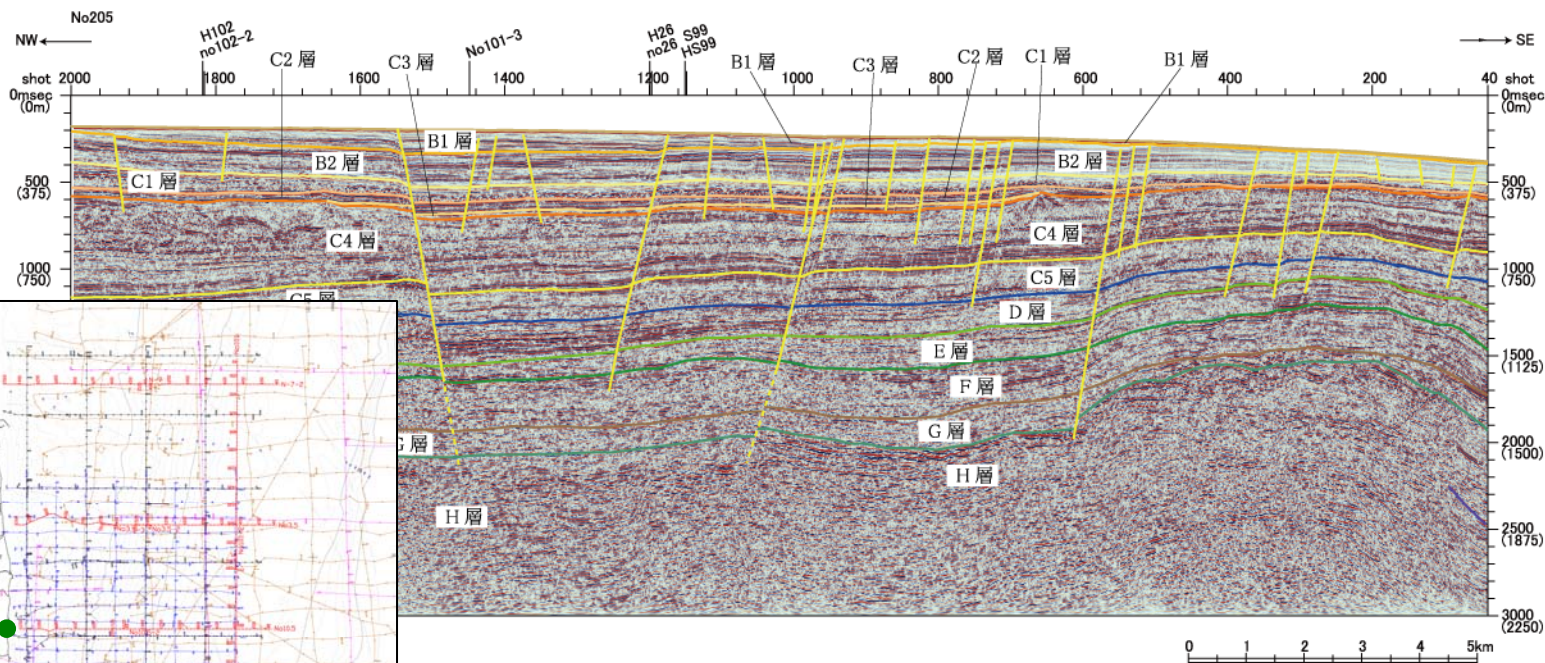
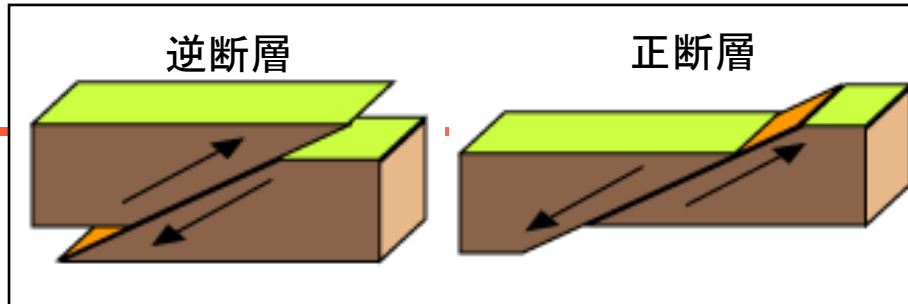


敷地周辺海域を4つに区分。

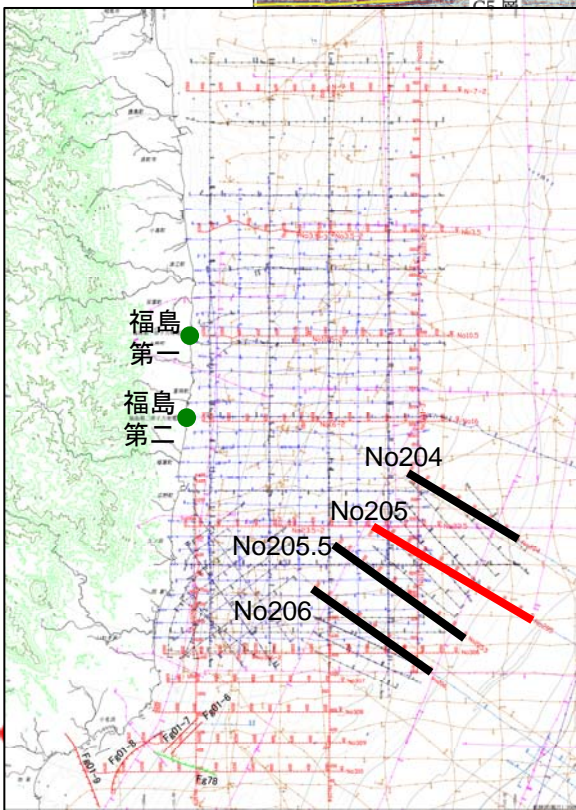
- 「敷地前面海域」
敷地を中心として、汀線方向約80km、汀線直交方向約30kmの範囲の海域。
- 「敷地南東海域」
敷地南東部の海域。
- 「敷地南東沖合海域」
敷地前面海域の外海。文献で断層が示されている敷地南東沖合80km付近の海域。
- 「塩屋埼沖海域」
文献により断層が示されている塩屋埼沖の海域。

敷地南東海域の活断層評価

No205測線



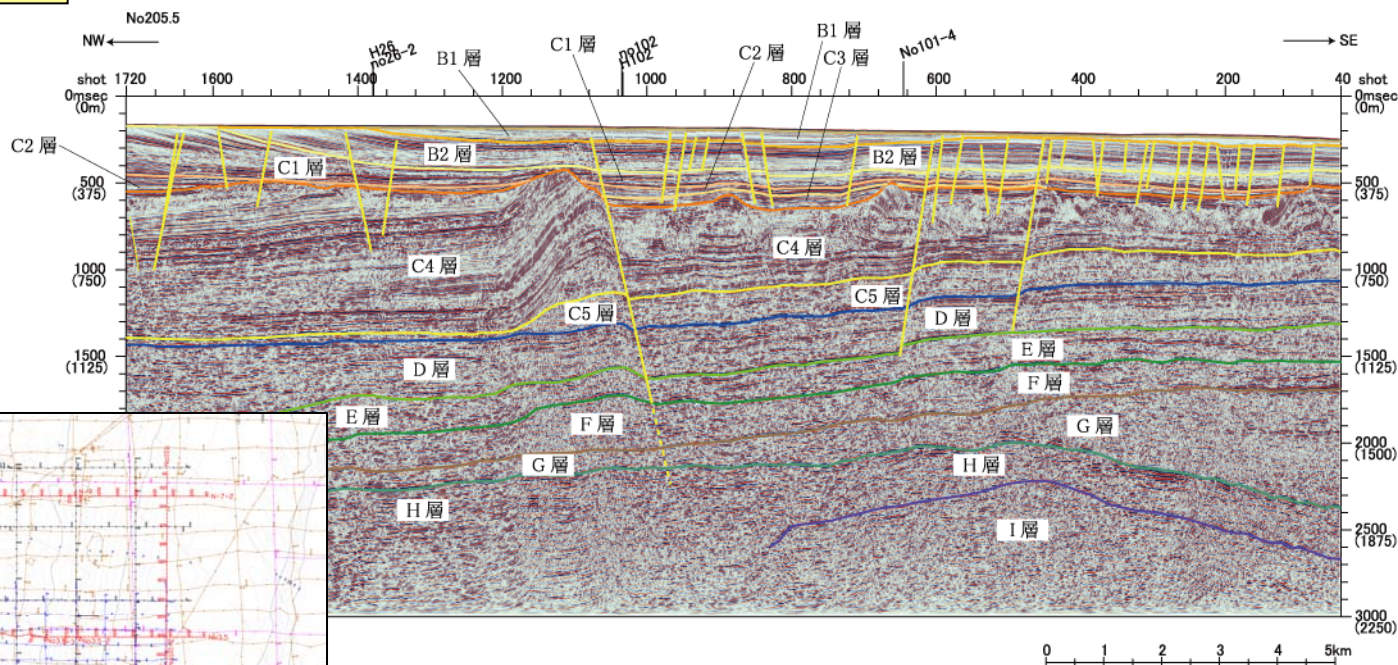
(注)深度はP波速度を1500m/秒(一定)とした場合の値。



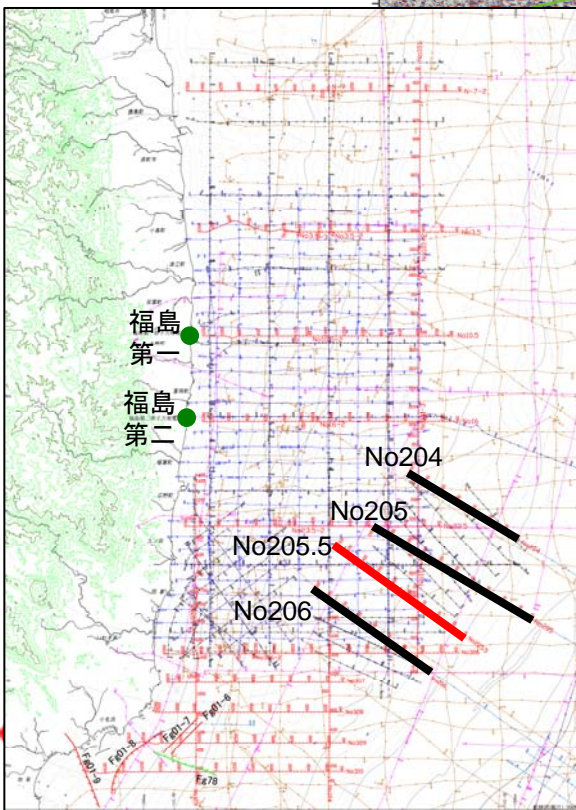
■海上音波探査記録から正断層が多数確認されるが、大部分の断層は、深部へ連続しない。また、深部への連続が不明瞭な断層についても正断層の形態を示し、現在の応力場において地震を発生させることはないと判断される。

敷地南東海域の活断層評価

No205.5測線



(注)深度はP波速度を1500m/秒(一定)とした場合の値。



■海上音波探査記録から正断層が多数確認されるが、大部分の断層は、深部へ連続しない。また、深部への連続が不明瞭な断層についても正断層の形態を示しており、現在の応力場において地震を発生させることはないと判断される。

まとめ【海域の断層】

■敷地周辺海域の地質層序

・旧石油公団の行った基礎試錘(常磐沖(3170m), 相馬沖(3500m))等との対比を行い, 地質層序の検討を行った。

■敷地前面海域及び敷地南東海域の活断層評価

・敷地周辺海域には多数正断層が認められるが, 大部分の断層は, 断層上方延長部のB層(前期更新世), C層(前期更新世~前期鮮新世)内で消滅もしくは海底面付近に変位を与えているが, 深部へ連続しておらず, 耐震設計上考慮すべき活断層ではない。また, 深部への連続が不明瞭な断層についても正断層の形態を示しており, 現在の応力場において地震を発生させることはないと判断した。

■敷地南東沖合海域に示される断層の活動性評価

・多数の正断層が認められるが, 大部分の断層は, 断層上方延長部のB層, C層内で消滅もしくは, C層基底より下位の地層には変位・変形を与えておらず, 変位の累積性も認められないことから, 活断層ではないと判断した。また, 深部への連続が不明瞭な断層についても, その浅部の構造は正断層であり, 変位の累積性も認められず, C層基底より下位の地層に変位・変形が認められないことから, 深部に断層は存在しないものと推定し, 活断層ではないと判断した。

■塩屋埼沖海域に示される断層の活動性評価

・断層の示される位置で実施した海上音波探査の結果から, 活断層は認められない。

1. 敷地周辺の地質調査概要

2. 双葉断層

2. 1 北端の評価(宮城県角田市島田地点)

2. 2 南端の評価(南相馬市原町区馬場地点)

2. 3 南端以南の評価(双葉郡富岡町上手岡地点)

3. 地震本部が示す双葉断層北部(相馬断層)

4. 海域の断層評価

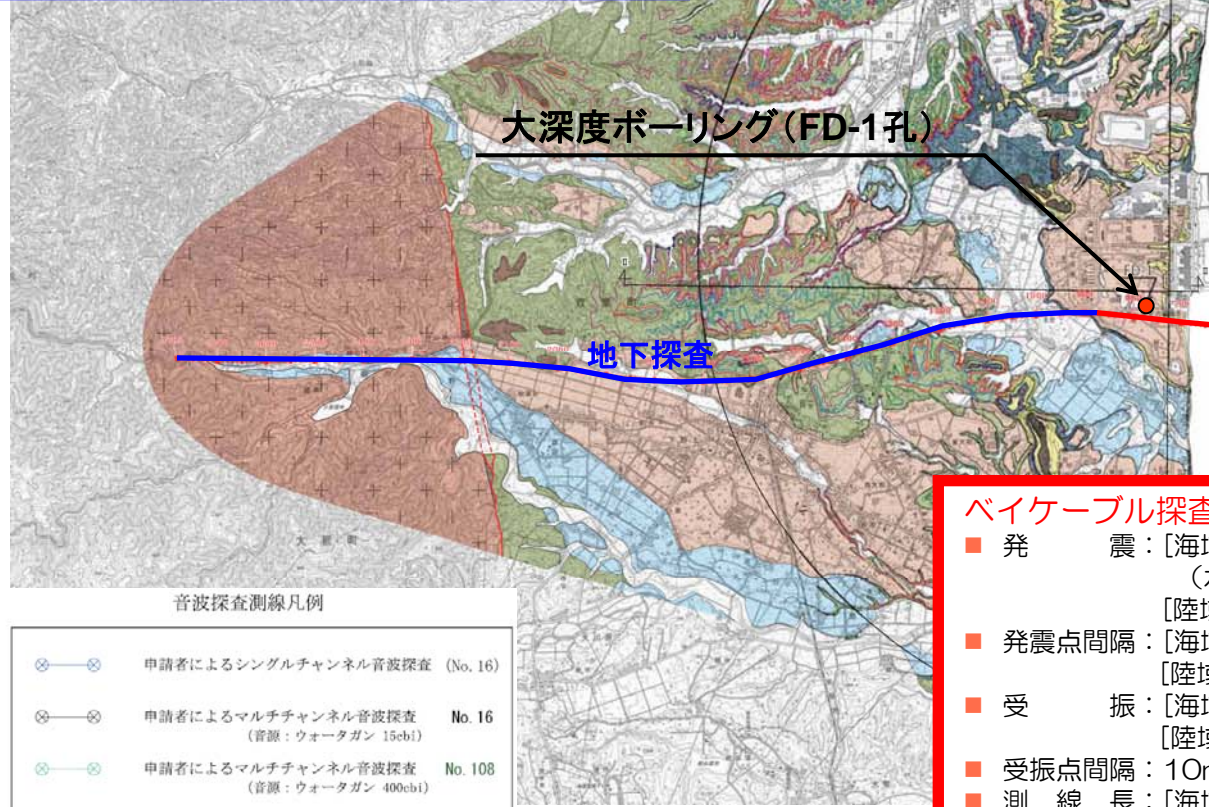
5. 敷地近傍・敷地の地質・地質構造

福島第一原子力発電所における地下探査

敷地を東西に横断する地下探査とケーブル探査測線を接続
敷地内の地下探査測線近くで大深度ボーリングを実施

地下探査

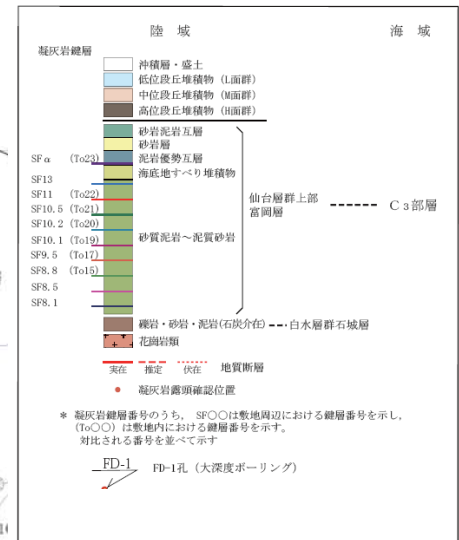
- 発 震：大型バイブレータ2台
- 発震点間隔：10m
- 受 振：地震計
- 受振点間隔：20m
- 測 線 長：11km



音波探査測線凡例

	申請者によるシングルチャンネル音波探査 (No. 16)
	申請者によるマルチチャンネル音波探査 (No. 16) (音源：ウォータガン 15ch)
	申請者によるマルチチャンネル音波探査 (No. 108) (音源：ウォータガン 400ch)

地質凡例



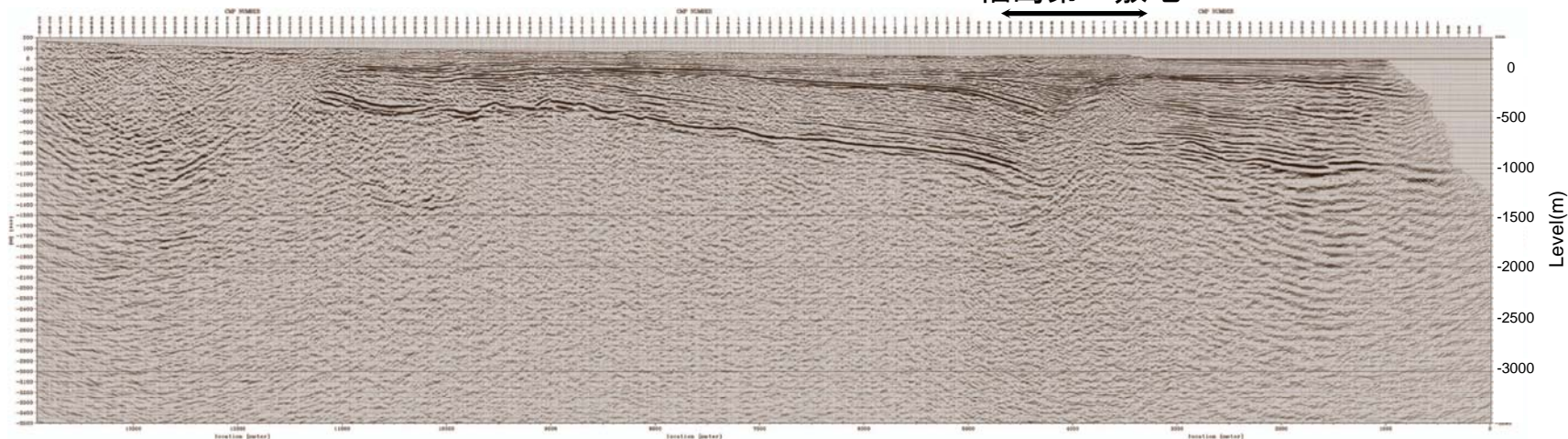
* 凝灰岩層番号のうち、SF○○は敷地周辺における層番号を示し、(To○○)は敷地内における層番号を示す。対比される番号を並べて示す

ケーブル探査

- 発 震：[海域]エアガン
(水深8m以上：500in³, 水深8m以下：40in³)
[陸域]インパクト
- 発震点間隔：[海域]水深8m以上：20m, 水深8m以下：10m
[陸域]20～10m
- 受 振：[海域]ハイドロフォン (ケーブル)
[陸域]地震計
- 受振点間隔：10m
- 測 線 長：[海域]2.4km
[陸域]1.0km

福島第一原子力発電所における地下探査

福島第一敷地

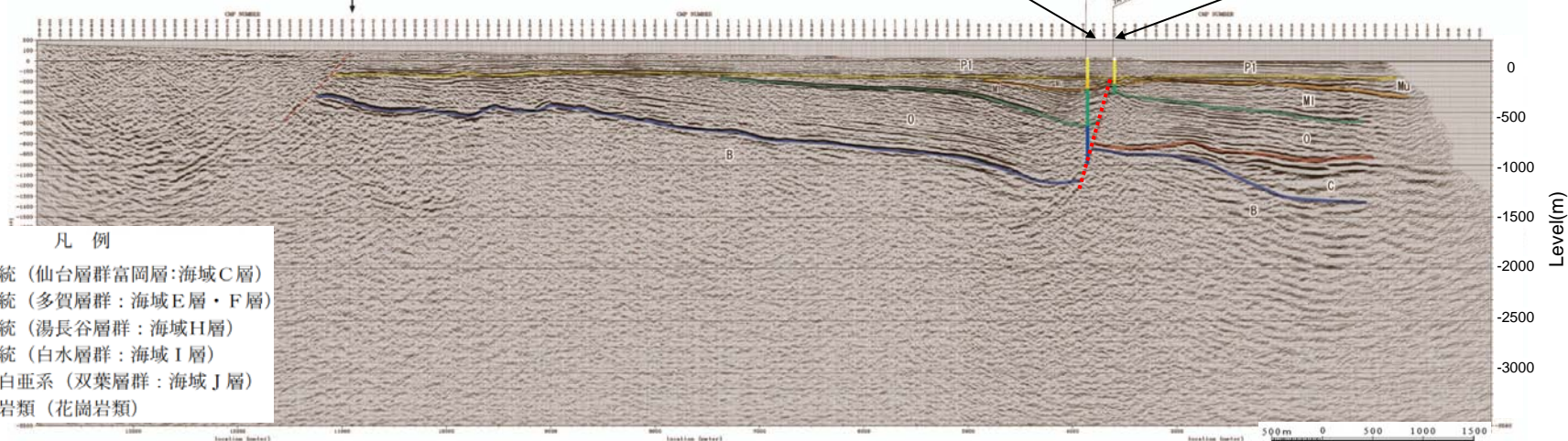


大深度ボーリング(FD-1孔)

福島第一敷地

7A11孔

双葉断層



凡例

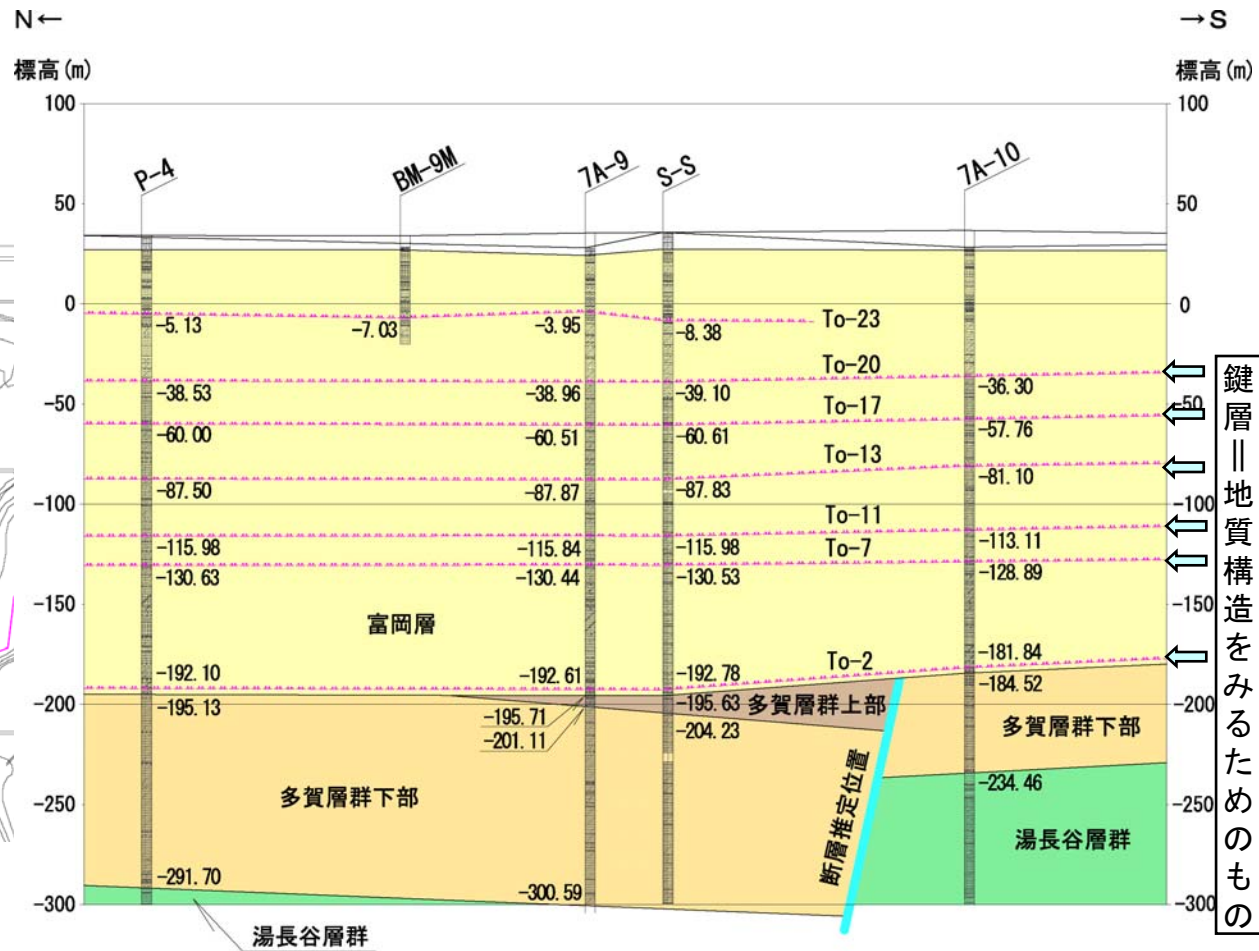
- P1 : 鮮新統 (仙台層群富岡層: 海域C層)
- Mu : 中新統 (多賀層群: 海域E層・F層)
- MI : 中新統 (湯長谷層群: 海域H層)
- O : 漸新統 (白水層群: 海域I層)
- C : 上部白亜系 (双葉層群: 海域J層)
- B : 基盤岩類 (花崗岩類)

■ 深部に古い正断層が確認されるが、原子炉基礎岩盤である鮮新統(富岡層)はほぼ水平に堆積。

断層推定位置及び断面図 (②-②' 断面)



- 湯長谷層群の上限標高
- 標高 -200m ~ -250m
- 標高 -250m 以深
- 湯長谷層群まで達していない
- ↑ 断面位置
- 反射法地震探査解析測線 (数字は5m間隔のCMP番号)
- 敷地境界

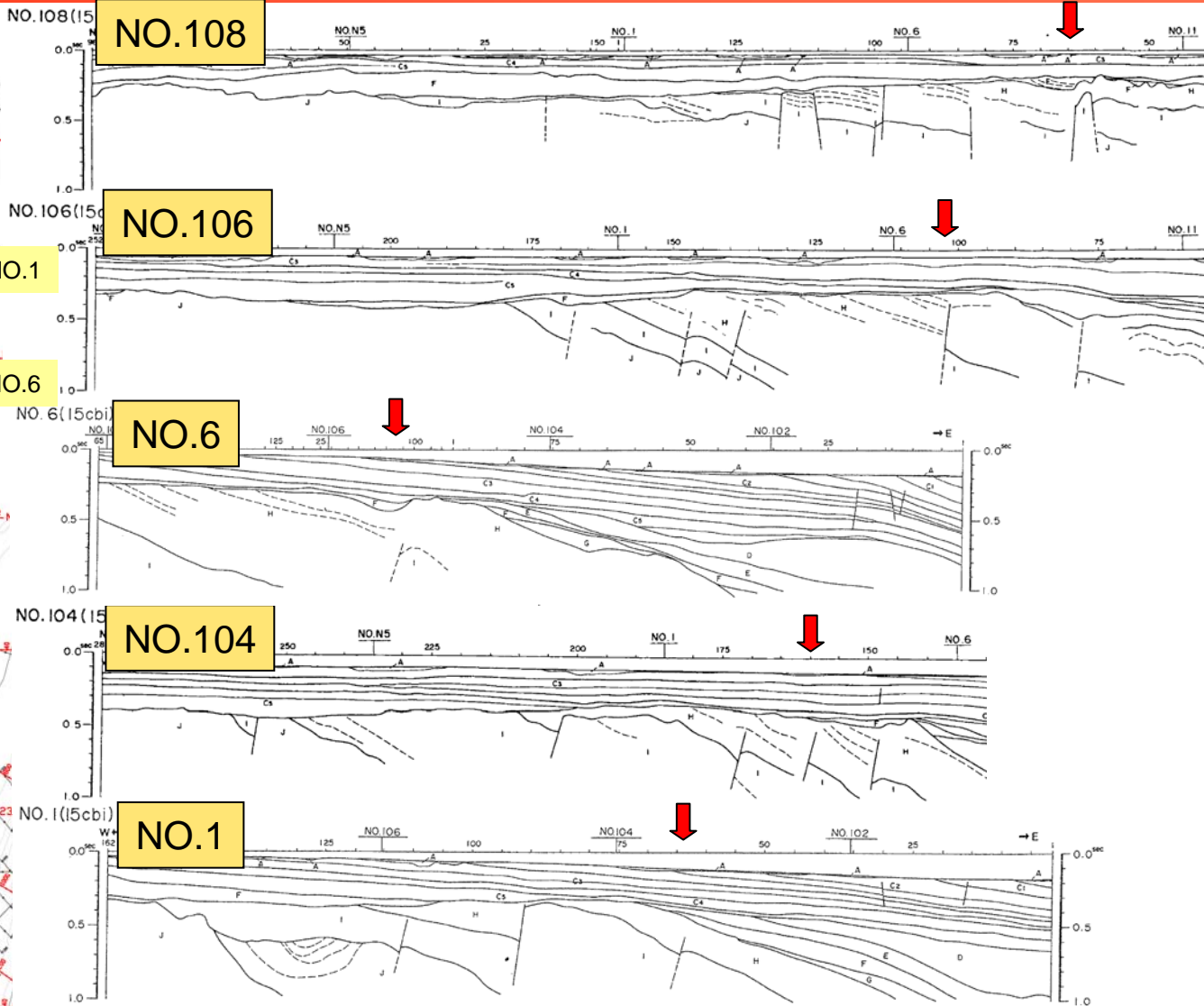
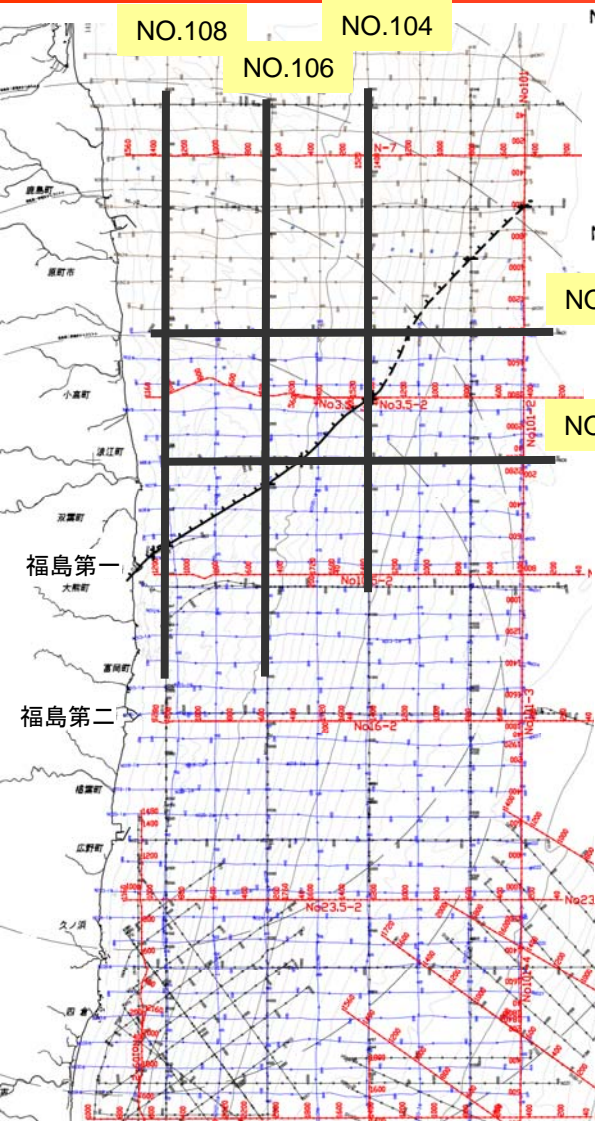


鍵層の地質構造をみるためのもの

② - ②' 断面

■ 富岡層中の鍵層の標高は断層を挟んで同程度であり、富岡層への断層の影響はないと判断される。
 ■ したがって、確認された正断層は非常に古いものであり活断層ではない。

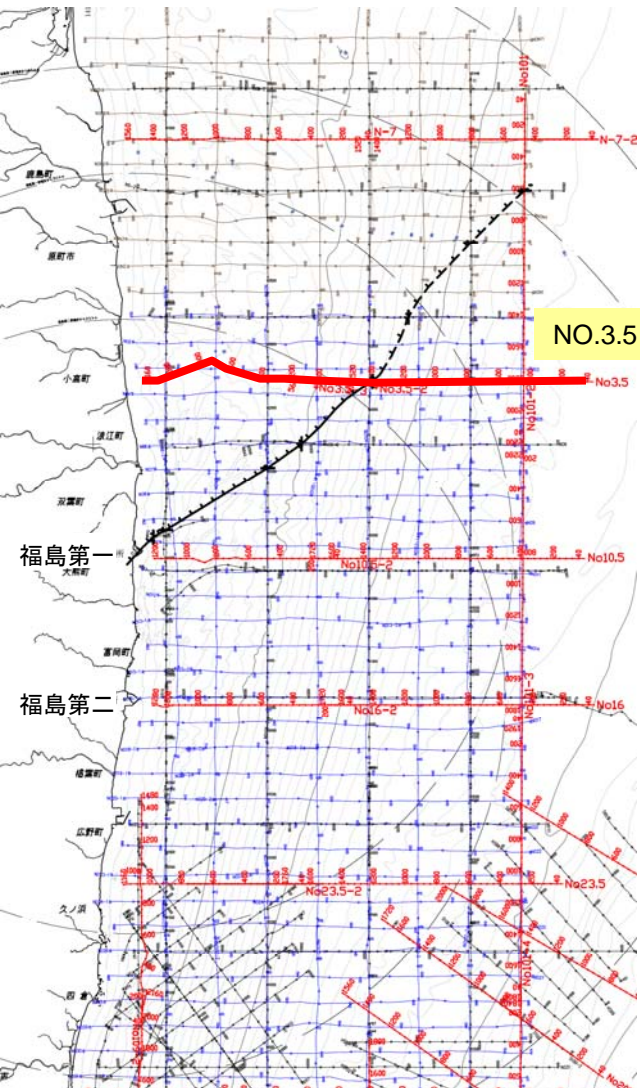
既往の申請における取扱（海上音波探査）



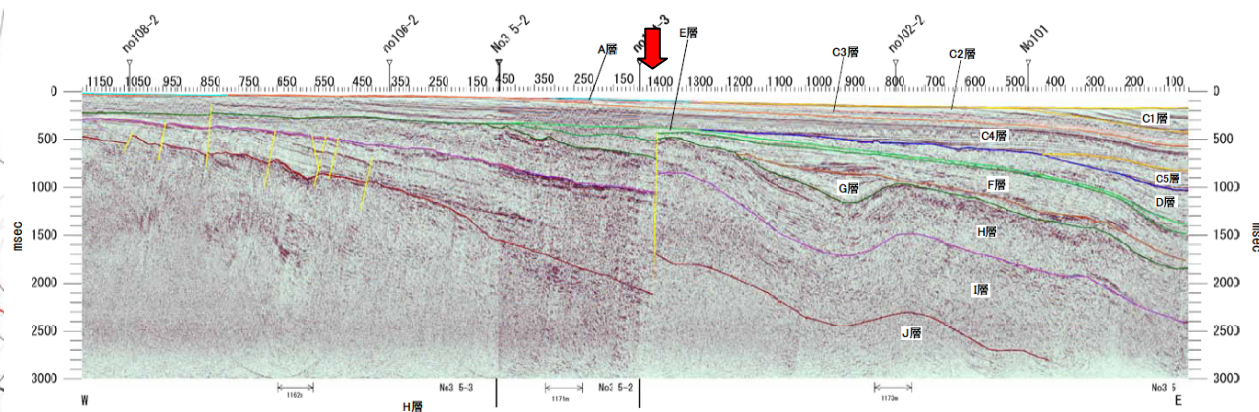
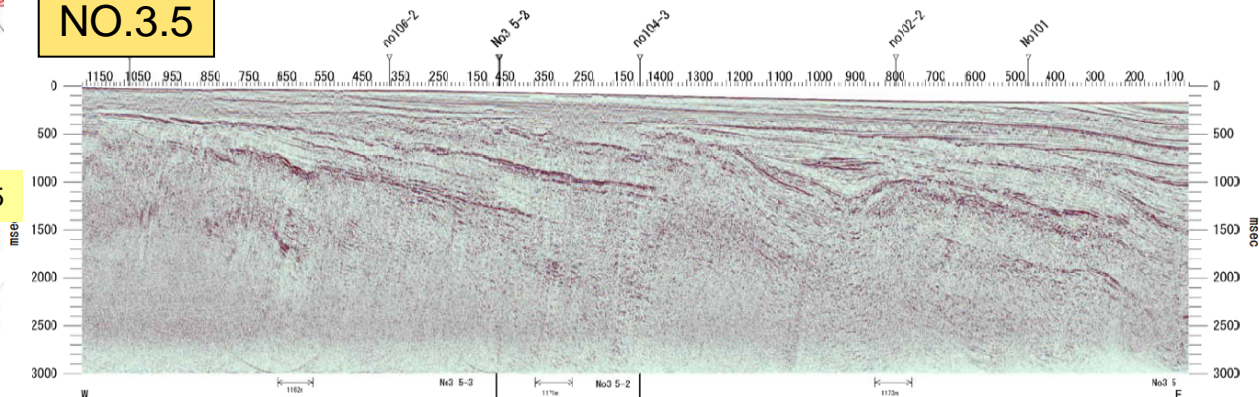
■敷地前面海域に北西傾斜の正断層が認められるが、鮮新世（およそ200～500万年前）以降の地層に変位・変形を与えていないことを確認していた。

↓ 福島第一敷地近傍から連続する断層の位置

新潟県中越沖地震を踏まえた調査結果（海上音波探査）



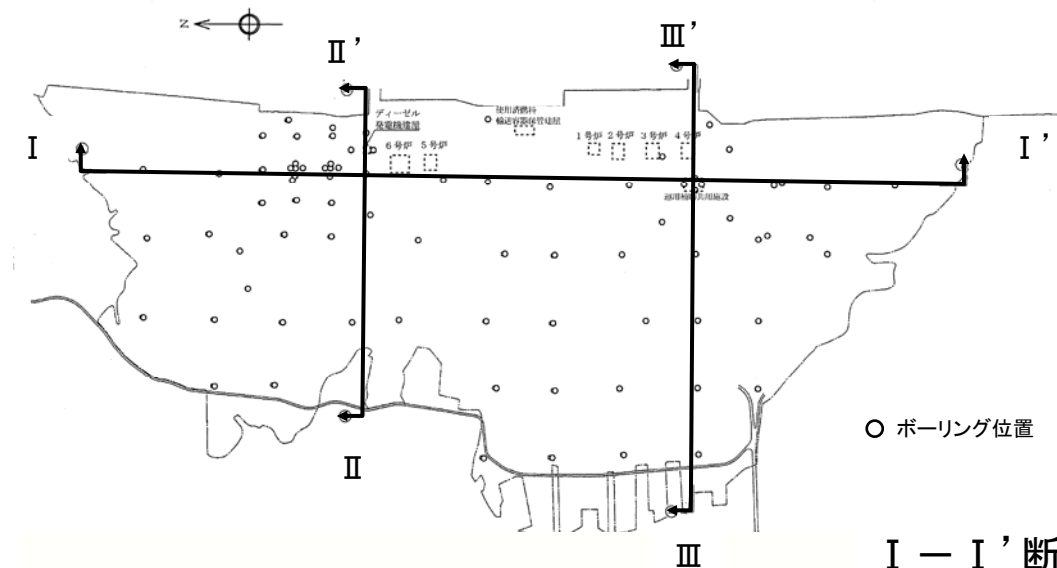
NO.3.5



↓ 福島第一敷地近傍から連続する断層の位置

■ 既往の海上音波探査結果と同様、北西傾斜の正断層が認められるが、鮮新世（およそ200～500万年前）以降の地層に変位・変形を与えていないことを確認した。

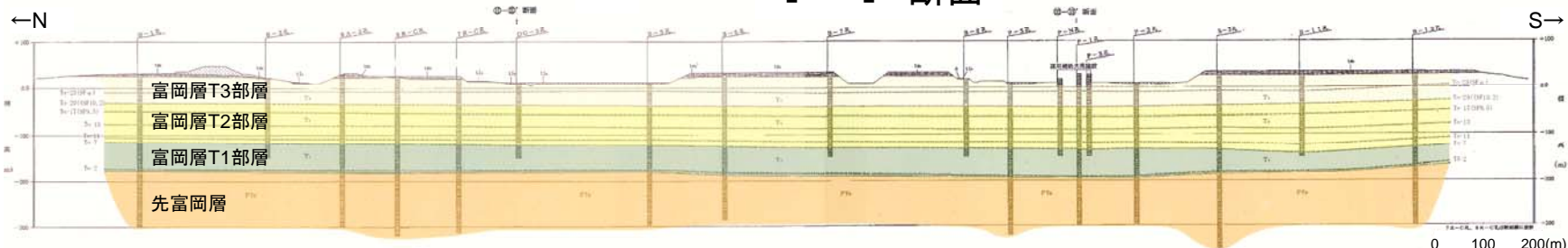
福島第一原子力発電所敷地内の地質及び地質構造



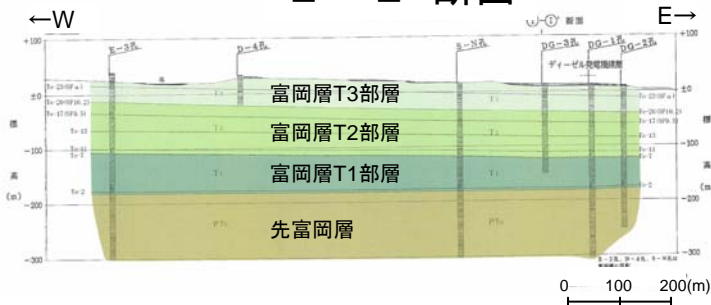
■富岡層中の凝灰岩からなる鍵層の連続が確認され、敷地に活断層は存在しないと判断される。

○ ボーリング位置

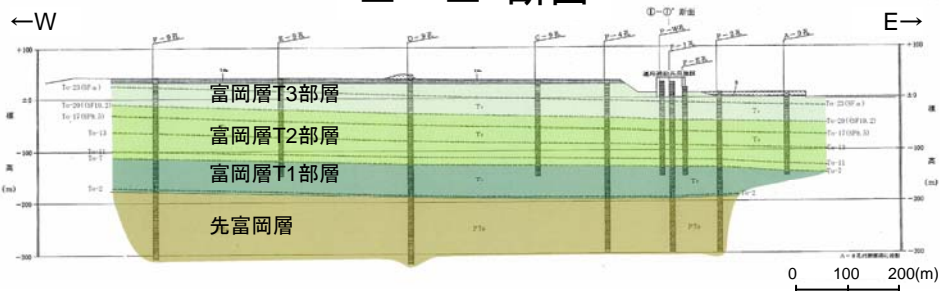
I - I' 断面



II - II' 断面



III - III' 断面

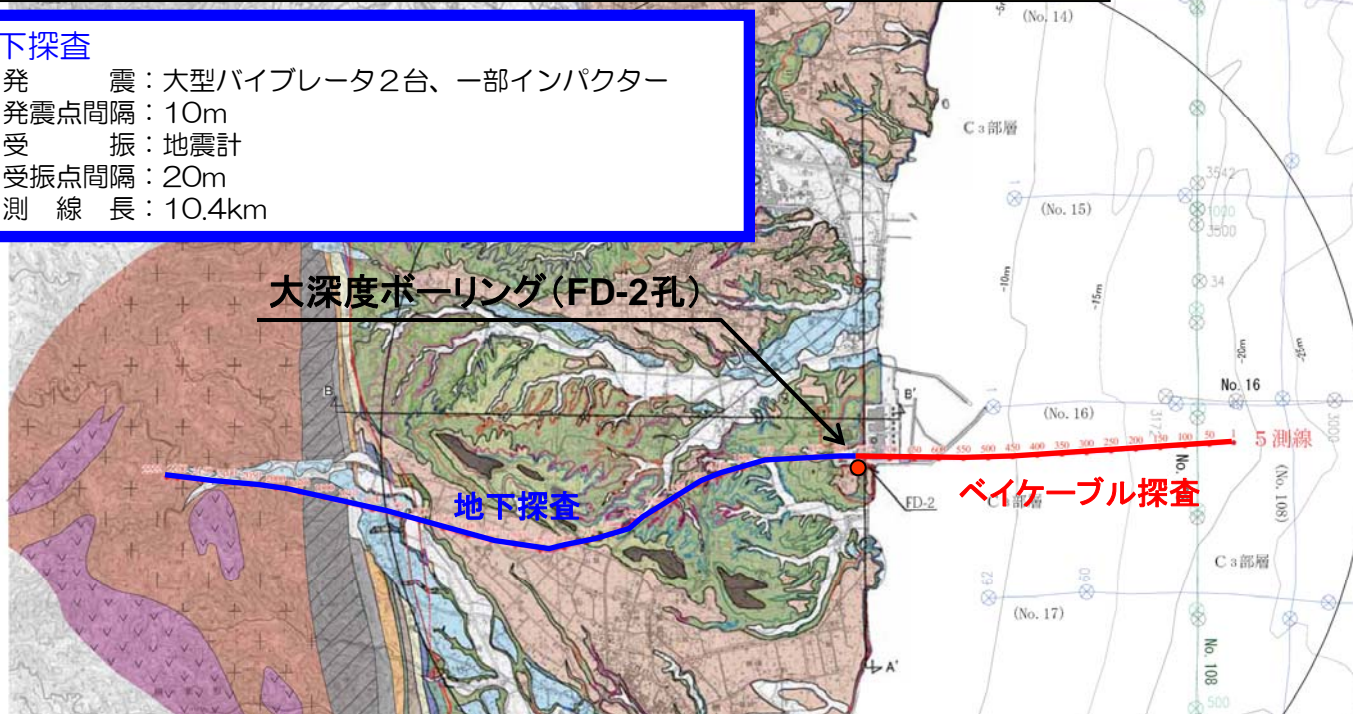


福島第二原子力発電所における地下探査

敷地を東西に横断する地下探査とベイカブル探査測線を接続
敷地内の地下探査測線近くで大深度ボーリングを実施

地下探査

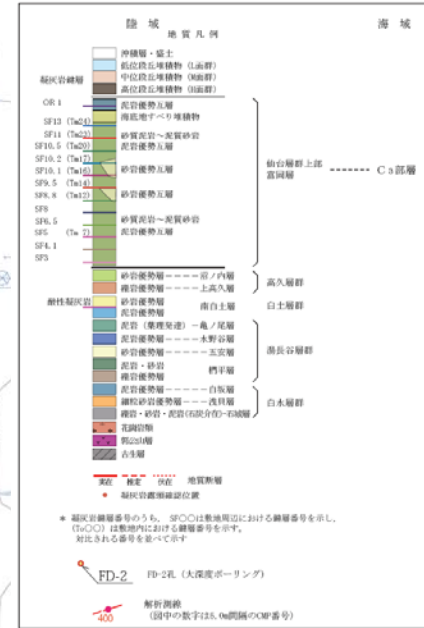
- 発 震：大型バイブレータ2台、一部インパクト
- 発震点間隔：10m
- 受 振：地震計
- 受振点間隔：20m
- 測 線 長：10.4km



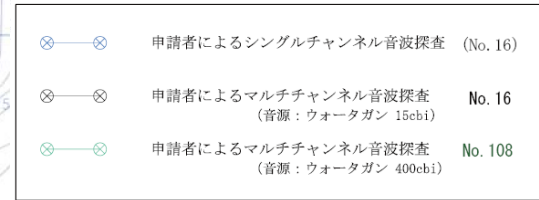
ベイカブル探査

- 発 震：[海域]エアガン
(水深8m以上：500in³，水深8m以下：40in³)
[陸域]インパクト
- 発震点間隔：[海域]水深8m以上：20m，水深8m以下：10m
[陸域]20~10m
- 受 振：[海域]ハイドロフォン(ベイカブル)
[陸域]地震計
- 受振点間隔：10m
- 測 線 長：[海域]2.4km
[陸域]1.0km

地質凡例

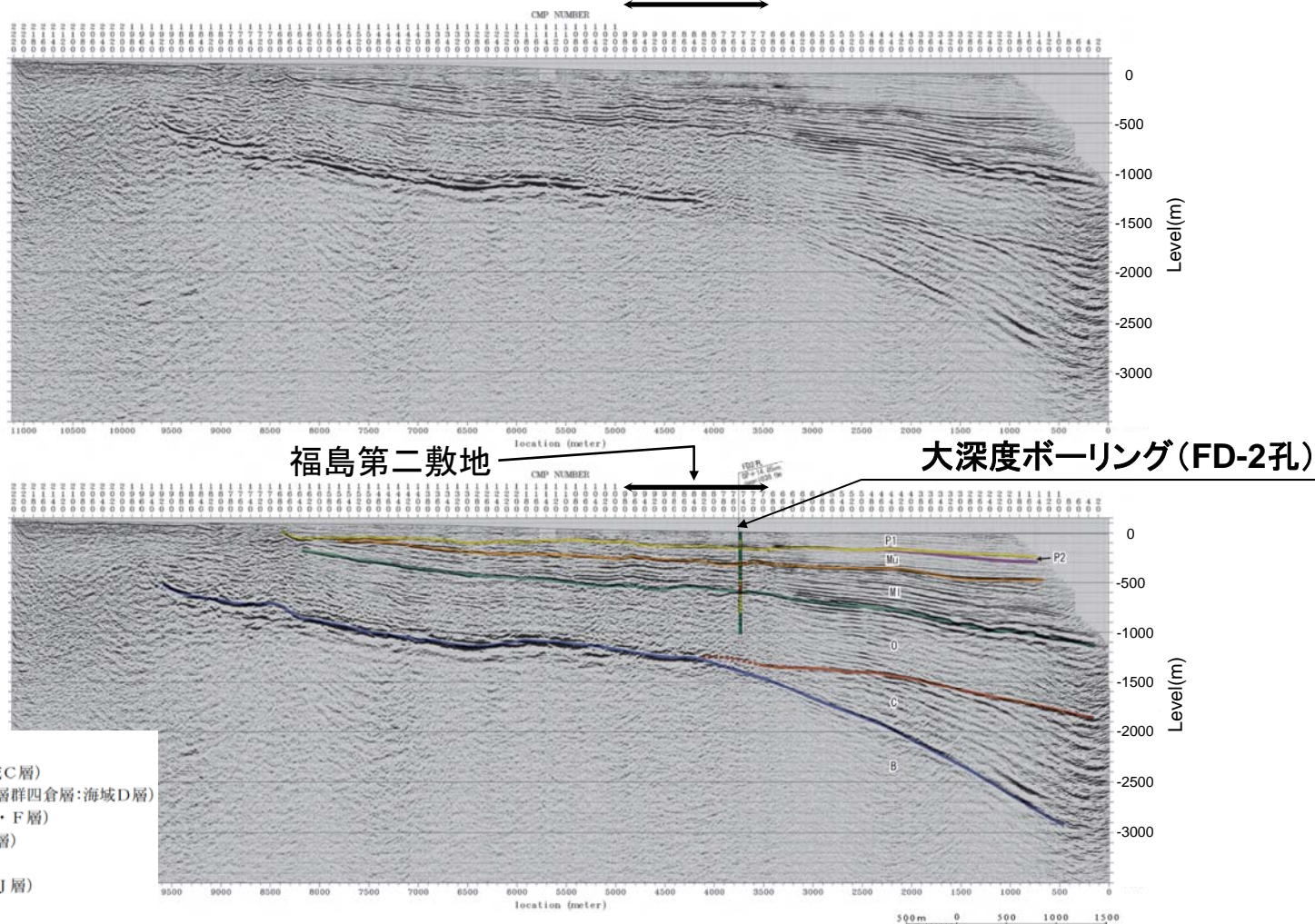


音波探査測線凡例



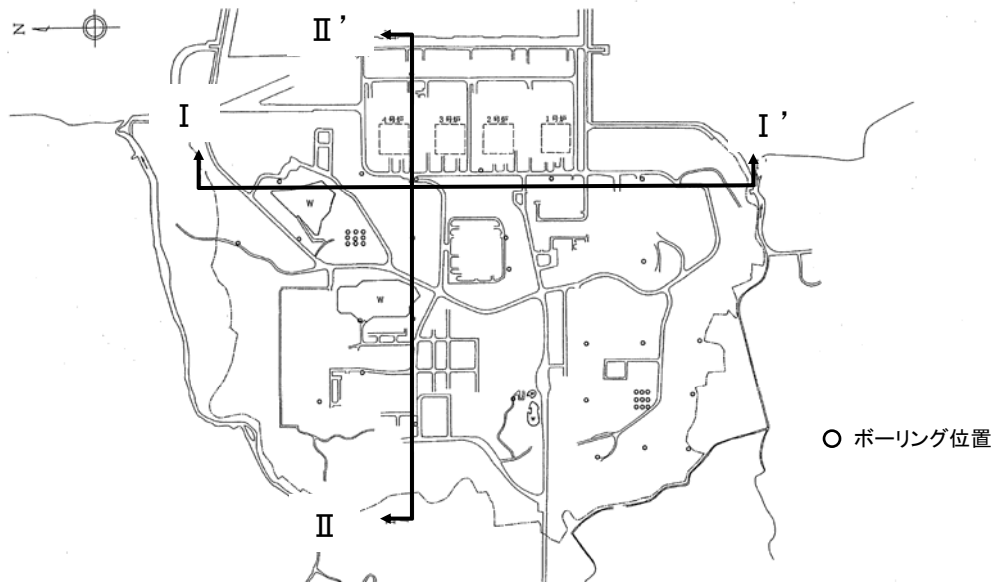
福島第二原子力発電所における地下探査

福島第二敷地

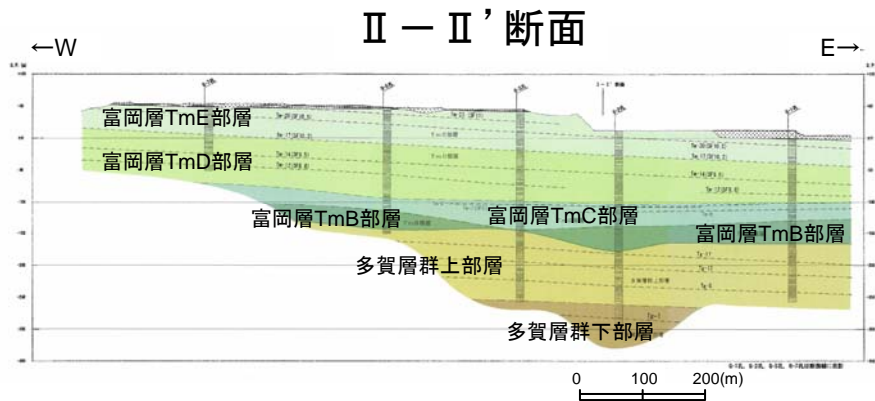
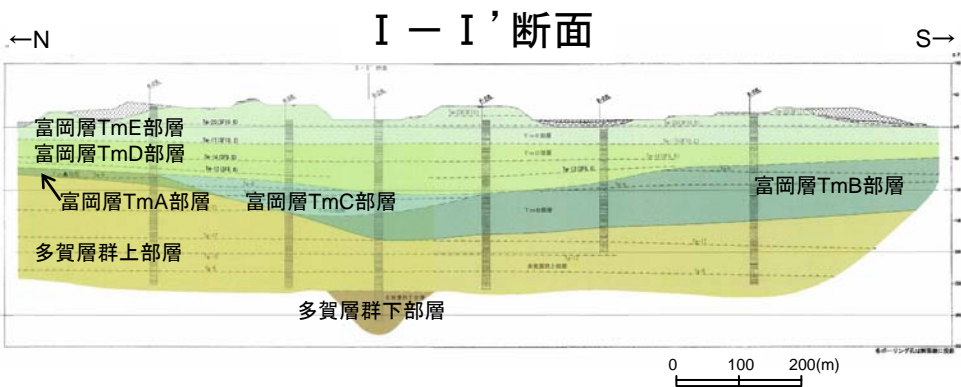


■原子炉基礎岩盤である鮮新統(富岡層)は双葉断層から東側にほぼ水平に堆積

福島第二原子力発電所敷地内の地質及び地質構造



富岡層中の凝灰岩からなる鍵層の連続が確認され、敷地に活断層は存在しないと判断される。



まとめ



■双葉断層については、宮城県角田市島田地点から、南相馬市原町区馬場地点までの約37kmについて活動性を考慮する。

■相馬断層については、撓曲構造に対応して分布する段丘面に変位・変形が及んでいないことが確認されたことから、活断層ではないと判断する。

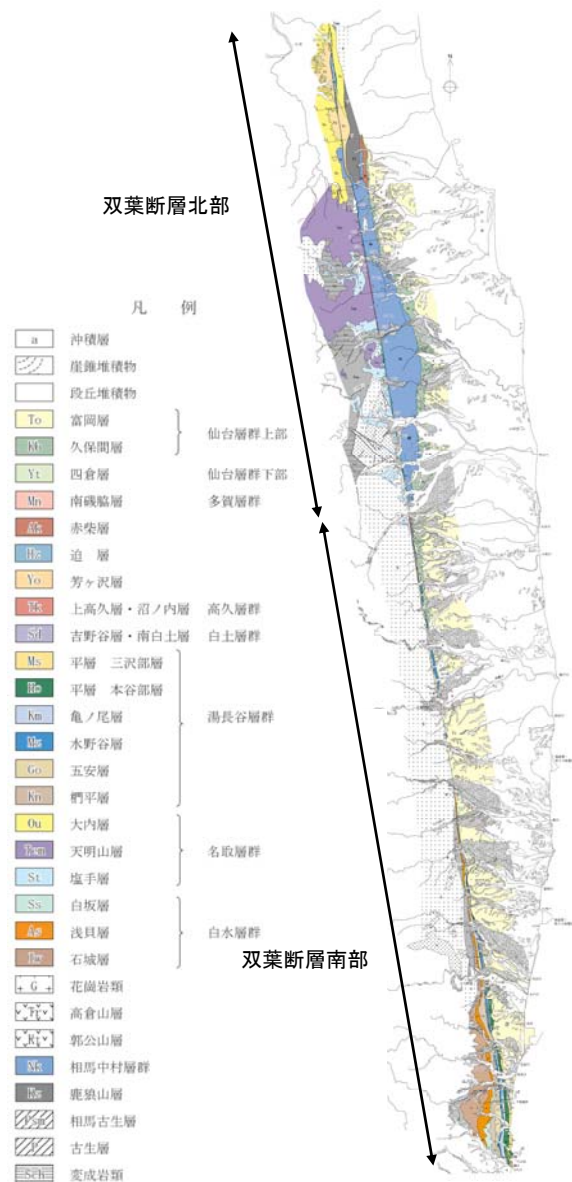
■福島第一の敷地付近で確認された断層は、少なくとも鮮新世以降の活動が認められない古い時代の断層であり、活断層ではない。

■福島第二の敷地近傍では鮮新世の地層がほぼ水平に堆積していることを確認した。

■敷地周辺海域には多数正断層が認められるが、いずれも活断層ではないと判断する。

参考資料

双葉断層の形成史



	双葉断層北部	双葉断層南部
白亜紀中頃 (双葉層群堆積前)	左横ずれ、東落ち (Otsuki・Ehiro, 1978) 	同左
中新世前期 (塩手層堆積期) 約2000~1500万年前 東西引張り力場	西落ち ①	②
中新世中期 (南磯脇層堆積前) 約1000~900万年前 東西圧縮力場	西上がり ③	
鮮新世前期 (富岡層下部, 久保間層堆積期) 約400~200万年前 東西圧縮力場	西上がり ④	⑤
前期~中期更新世 約200~12万年前 東西圧縮力場	横ずれの有無については不明(※) ⑥	⑦
後期更新世 12~13万年前以降 東西圧縮力場	左横ずれ、西上がり 	活動無し

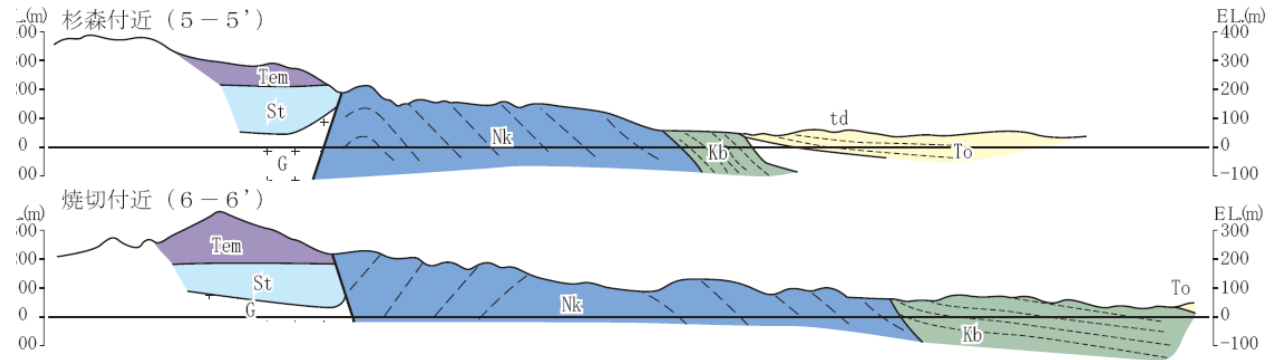
(※) 第四紀の双葉断層南部の横ずれの有無について記載した文献は確認されない。

①中新世前期（塩手層堆積期）

双葉断層北部

- 南相馬市原町区片倉以北の阿武隈山地内においては、双葉断層は西側の名取層群の塩手層及び天明山層と東側の相馬中村層群とを境し、塩手層及び天明山層は断層の西側には広く分布する。
- 東側には分布していないことから、双葉断層は塩手層及び天明山層堆積期の前期中新世に西落ちの活動をしたものと考えられる。

双葉断層北部

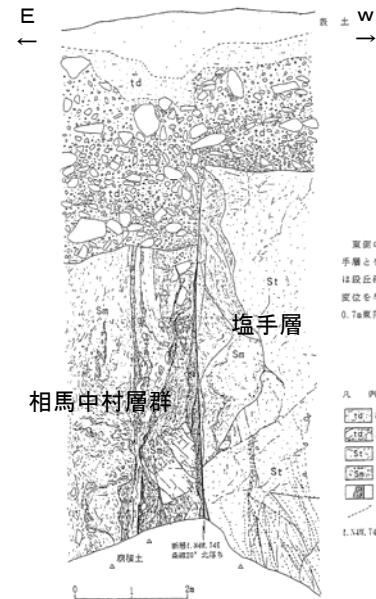


凡例

- a 沖積層
- 段丘堆積物
- 段丘堆積物
- To 富岡層
- 久保間層
- 四倉層
- 南磯脇層
- 赤柴層
- 追層
- 芳ヶ沢層
- 上高久層・沼ノ内層
- 吉野谷層・南白土層
- 平層 三沢部層
- 平層 本谷部層
- 亀ノ尾層
- 水野谷層
- 五安層
- 鴨平層
- 大内層
- 天明山層
- 塩手層
- 白坂層
- 浅貝層
- 石城層
- 花崗岩類
- 高倉山層
- 郭公山層
- 相馬中村層群
- 鹿島山層
- 相馬古生層
- 古生層
- 変成岩類

南相馬市
鹿島区榎原

双葉断層南部



東側の相馬中村層群砂礫部と西側の塩手層とを境する断層がみられる。両断層は段丘堆積物基盤面に約1.3m程度のずれを帯びており、積層上にも約0.7m程度のずれが認められる。

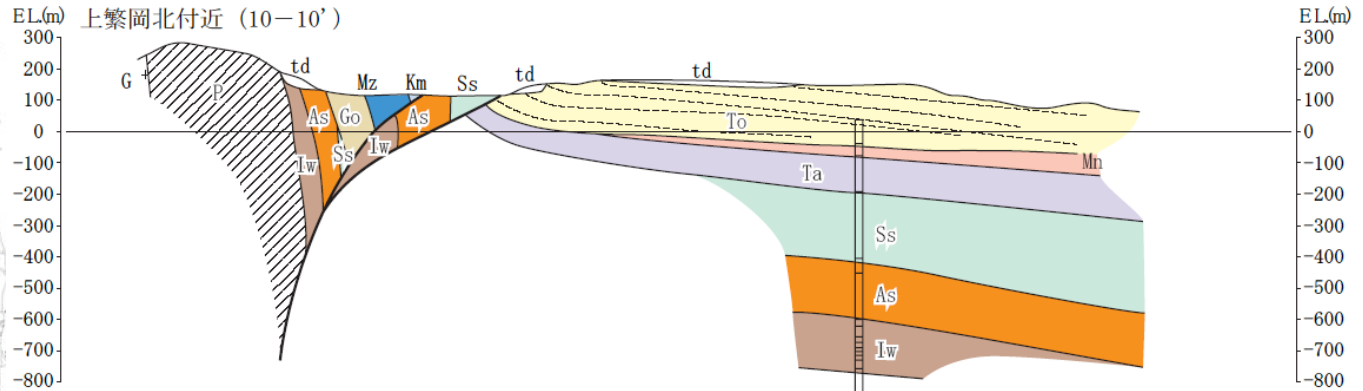
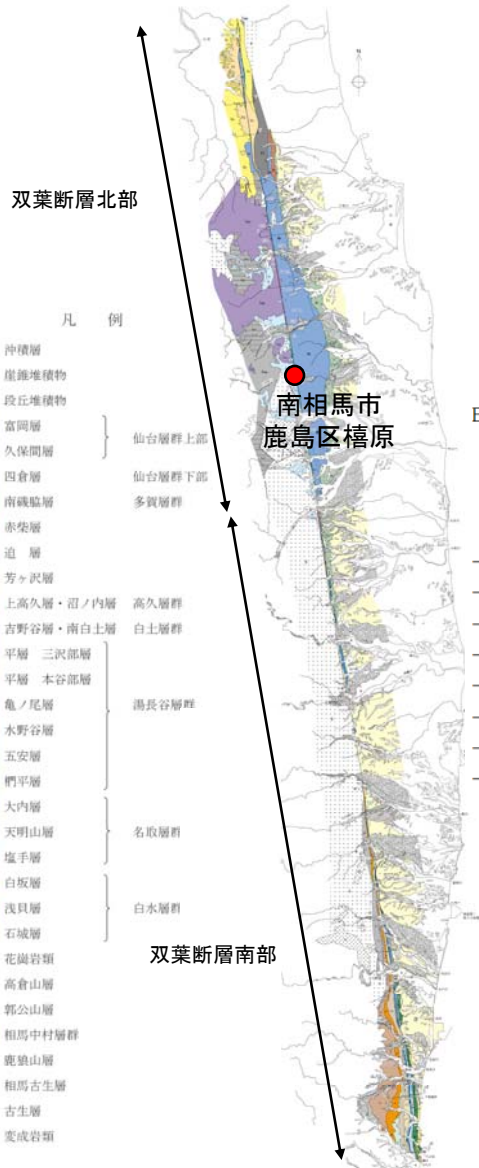
- td 堆積物砂質シルト (段丘堆積物、L:部)
- td 砂層 (段丘堆積物、L:部)
- St 中粒～粗粒砂層 (塩手層)
- Sm 古層礫片状砂礫部 (相馬中村層群)
- St 礫片状粘土質砂部 (相馬中村層群)
- 変なし断層
- L, Nk, Td 新層面の走向・傾斜

南相馬市鹿島区榎原の断層露頭スケッチ

②中新世前期（湯長谷層群堆積期）

双葉断層南部

- 塩手層堆積期における双葉断層北部と同様に、双葉断層南部において湯長谷層群は断層の西側には広く分布するが、東側には分布していない。
- 双葉断層は湯長谷層群堆積期の前期中新世に西落ちの活動をしたものと考えられる。



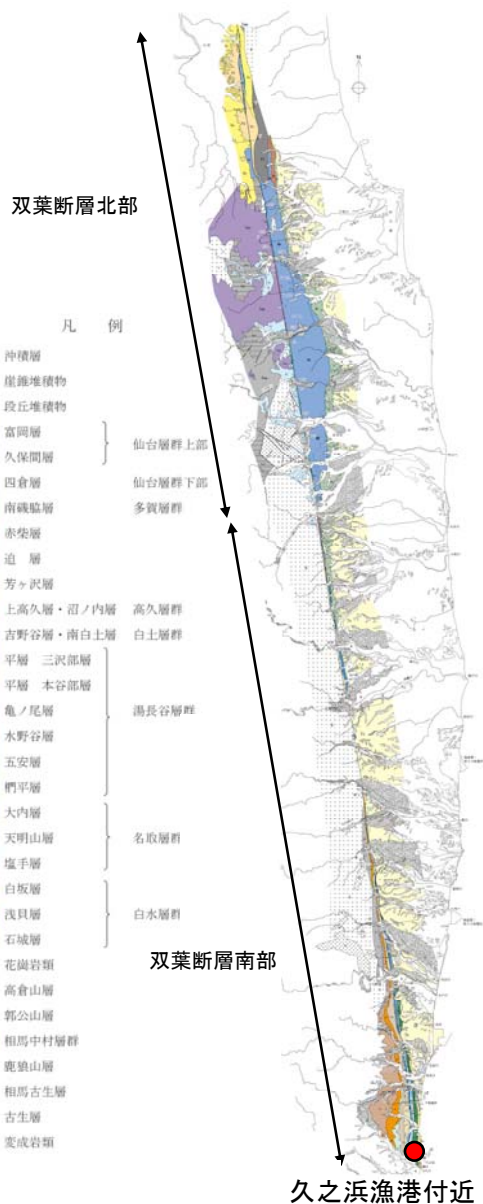
③中新世中期 (南磯脇層堆積前)

双葉断層南部

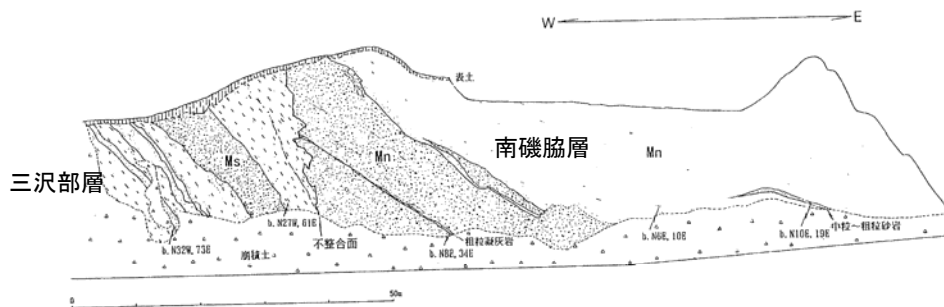
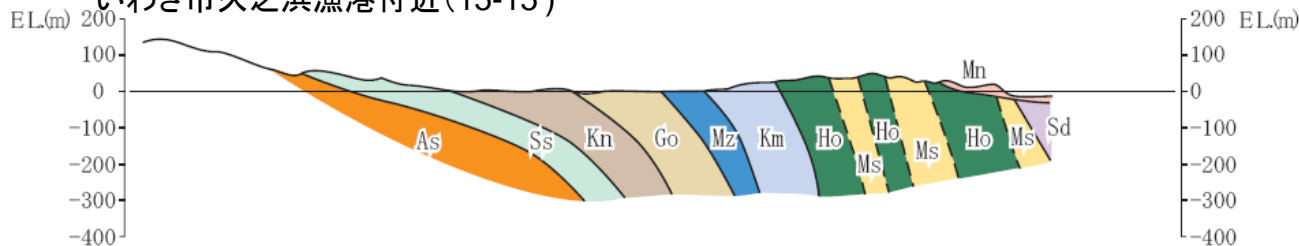
■双葉郡富岡町上手岡以南においては、双葉断層に沿って白水層群、湯長谷層群、白土層群及び高久層群が最大幅約1kmにわたって東急傾斜を示す西上がりの撓曲構造が認められる。

■この撓曲構造は断層の地下深部における西上がりの活動を反映したものとされている(恒石, 1966等)。

■いわき市久之浜においては、撓曲により高角度東傾斜を示す湯長谷層群及びそれを不整合で覆う後期中新世の南磯脇層が分布し、南磯脇層は緩やかな傾斜を示すことから、この撓曲は南磯脇層堆積前にはほぼ終了したものと判断される。



いわき市久之浜漁港付近(15-15')

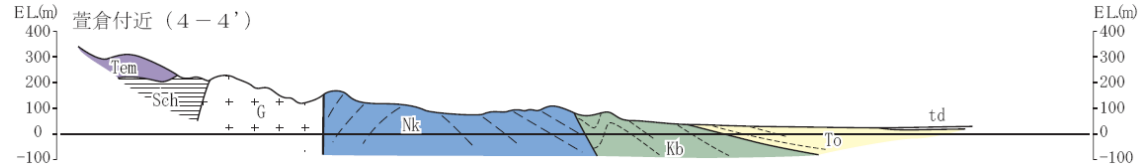
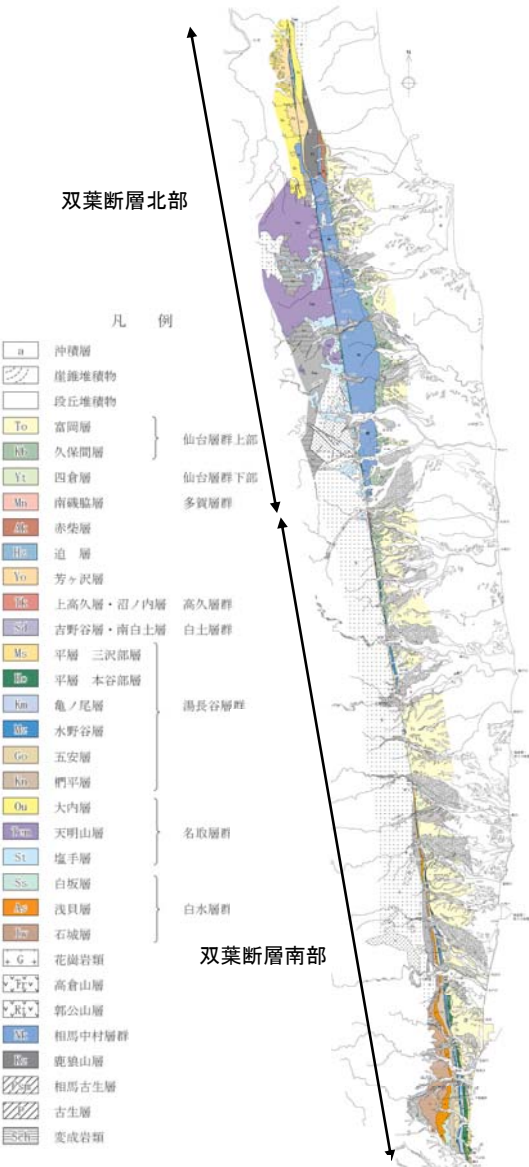


西側の平層三沢部層と東側の南磯脇層とを境する不整合面がみられる。
三沢部層は東急傾斜を示すが、南磯脇層は緩やかな東傾斜を示す。

- 凡例
- Mn 細粒砂岩~砂質泥岩 (南磯脇層)
 - Mn 礫岩 (南磯脇層)
 - M3 砂質凝灰岩 (平層三沢部層)
 - M3 礫岩 (平層三沢部層)
 - M3 中粒~粗粒砂岩 (平層三沢部層)
 - b. N27W, 61E 層理面の走向・傾斜

④鮮新世前期（富岡層下部，久保間層堆積期） 双葉断層北部

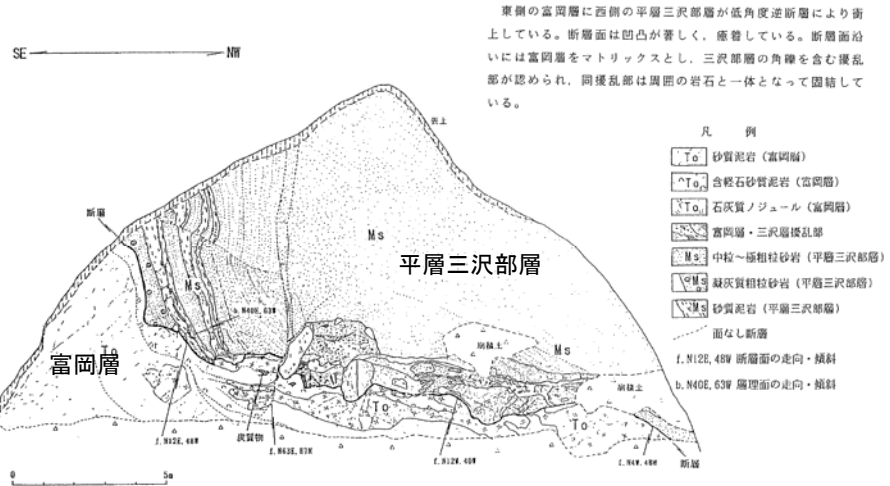
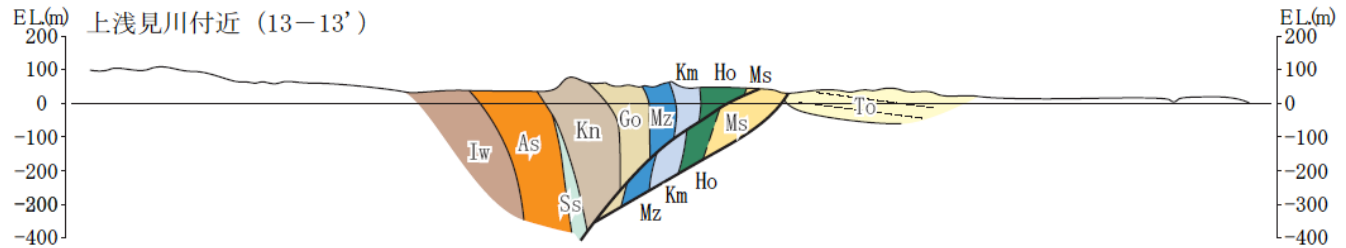
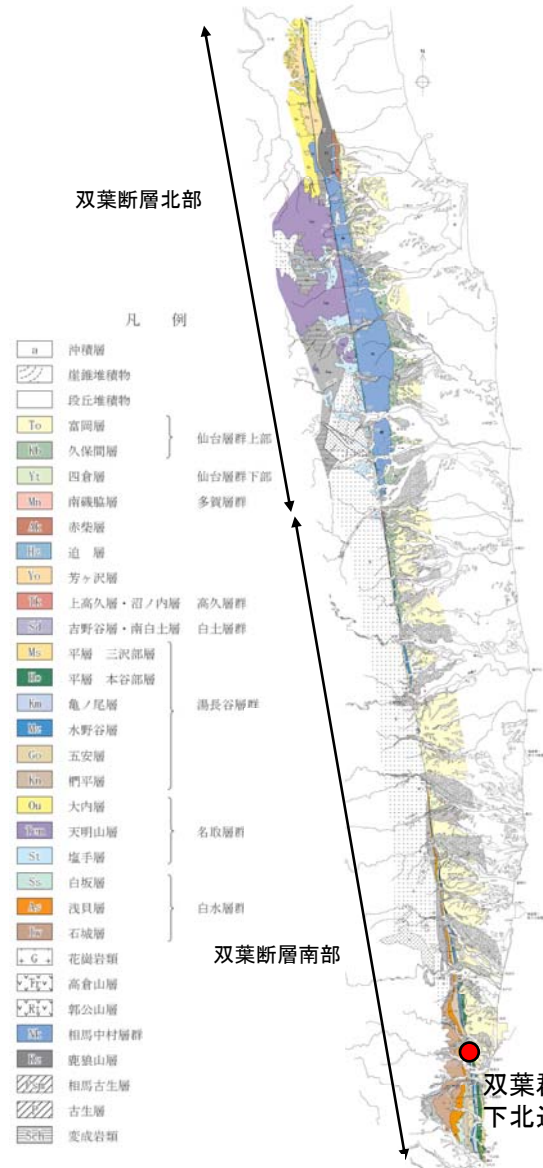
■北村ほか(1955)により相馬断層が推定されている南相馬市原町区以北の阿武隈山地東縁では、久保間層の一部でその層理が東急傾斜を示す撓曲構造が認められる。



双葉郡大熊町野上の断層露頭スケッチ

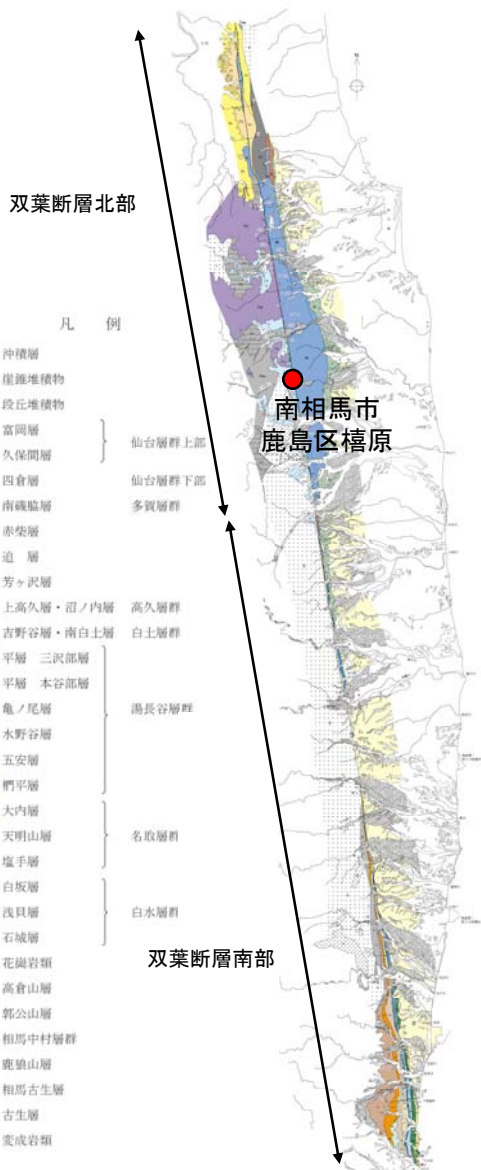
⑤鮮新世前期（富岡層下部，久保間層堆積期） 双葉断層南部

- 南相馬市小高区金谷付近から広野町に至る間においては、東急傾斜を示す湯長谷層群とその東側の仙台層群上部の富岡層とを境し、断層面が癒着し、断層面近傍が周囲の岩石と一体となって岩石化した西上がりの逆断層が認められる。
- この断層の活動時期は、断層面近傍に富岡層をマトリックスとし、湯長谷層群の角礫を含む擾乱部が認められることから富岡層堆積期であり、断層面が癒着し、近傍も岩石化していることから、富岡層堆積後における活動はないと判断される。



双葉郡広野町下北迫苗代替北方の断層露头スケッチ

⑥第四紀 双葉断層北部



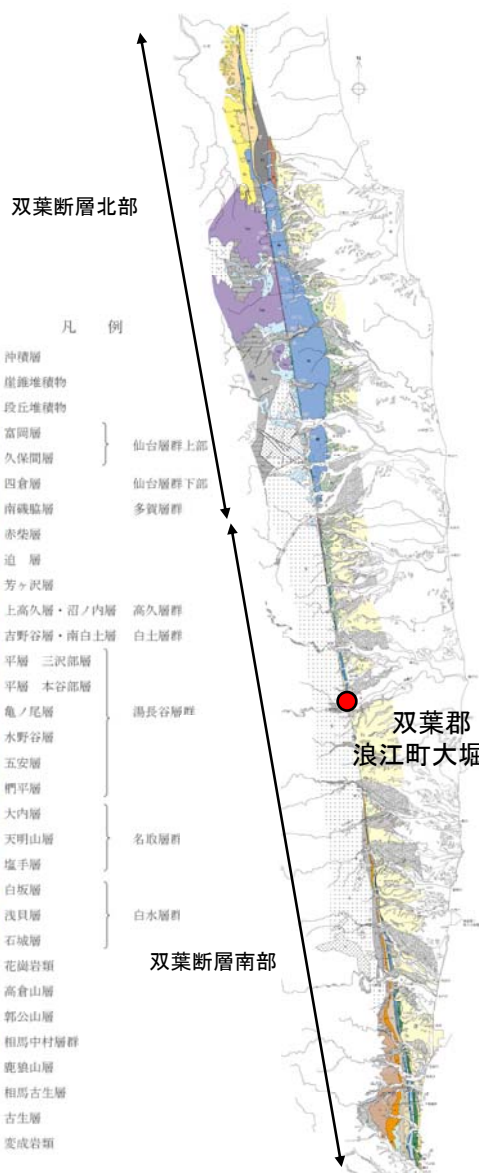
■富岡層堆積期に活動した双葉断層とほぼ同位置には、西上がりの逆断層が認められ、この断層は軟質な粘土破碎部を伴うことなどから、富岡層堆積期以降、新たに活動した双葉断層であると判断される。

■この富岡層堆積期以降に活動した断層については、南相馬市鹿島区榑原から榑原に至る間において断層に対応してLC リニアメントが判読され、南相馬市鹿島区榑原の真野川右岸においてL2 面堆積物基底面に鉛直約1.2m、南相馬市鹿島区榑原の上真野川右岸においてL3 面堆積物基底面に鉛直約1.3m、いずれも西上がりの変位を与えていることが確認される。



南相馬市鹿島区榑原の断層露頭スケッチ

⑦第四紀 双葉断層南部



- 富岡層堆積期に活動した双葉断層とほぼ同位置には、西上がりの逆断層が認められ、この断層は軟質な粘土破碎部を伴うことなどから、富岡層堆積期以降、新たに活動した双葉断層であると判断される。
- 南相馬市原町区馬場以南、いわき市久之浜付近に至る間においては、リニアメントあるいは断層の延長部に分布する後期更新世のいずれの段丘面にも変位地形、撓み、高度不連続は認められない。
- 双葉郡浪江町大堀及び大堀南においては、双葉断層はM1'面堆積物基底面に変位・変形を与えていないことが確認される。

