

検討方針

sF-1断層は、活動性評価に適用できる上載地層が分布せず敷地周辺の活断層には連続しないと判断される(2.2.1章(1))ことから、反射法地震探査統合解析及びボーリング調査のデータを用いて、地下深部への連続性を下記の1)と2)の手順で検討する。

1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布

sF-1断層を直交方向に横切る東西測線の反射法地震探査データを用いた統合解析で得られる深度断面図及びボーリング調査データから、深度断面図(解釈図)を作成し、sF-1断層の分布を確認する。

(本編資料P.2-31～P.2-42, 補足説明資料P.2-68, 2-69参照)

2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価

sF-1断層の下方延長部の大間層において、ボーリング調査で連続性を確認している鍵層のうち、最も深部に位置する鍵層AT-22(酸性凝灰岩)の変位の有無から、sF-1断層の地下深部への連続性を評価する。

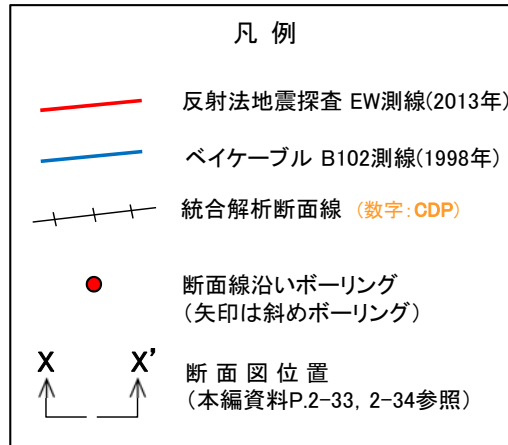
(本編資料P.2-43～P.2-47, 補足説明資料P.2-41～P.2-67参照)

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(2/21)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-58 一部修正1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(1/12):
測線及びボーリング調査位置

コメントNo.S1-79

□で示す箇所は、商業機密あるいは防護上の観点から公開不可としているもので、白抜きとしてあります。



- sF-1断層の地下深部への連続性の検討のため、sF-1断層を直交方向に横切る東西測線(EW測線、B102測線)の反射法地震探査データを用いて統合解析を行う。
- 反射面の地質解釈には、測線沿いの10孔のボーリングデータを使用する。
- 統合解析で得られた深度断面図及び測線近傍のボーリングデータを用いて深度断面図(解釈図)(本編資料P.2-43参照)を作成する。

注1) 断層の分布はT.P.-14mにおける位置。

注2) 測定及び解析仕様等は本編資料P.2-35~P.2-38参照。

注3) 海域のdF断層系の断層については、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、断層名をdF-m1及びdF-m2断層として記載する。

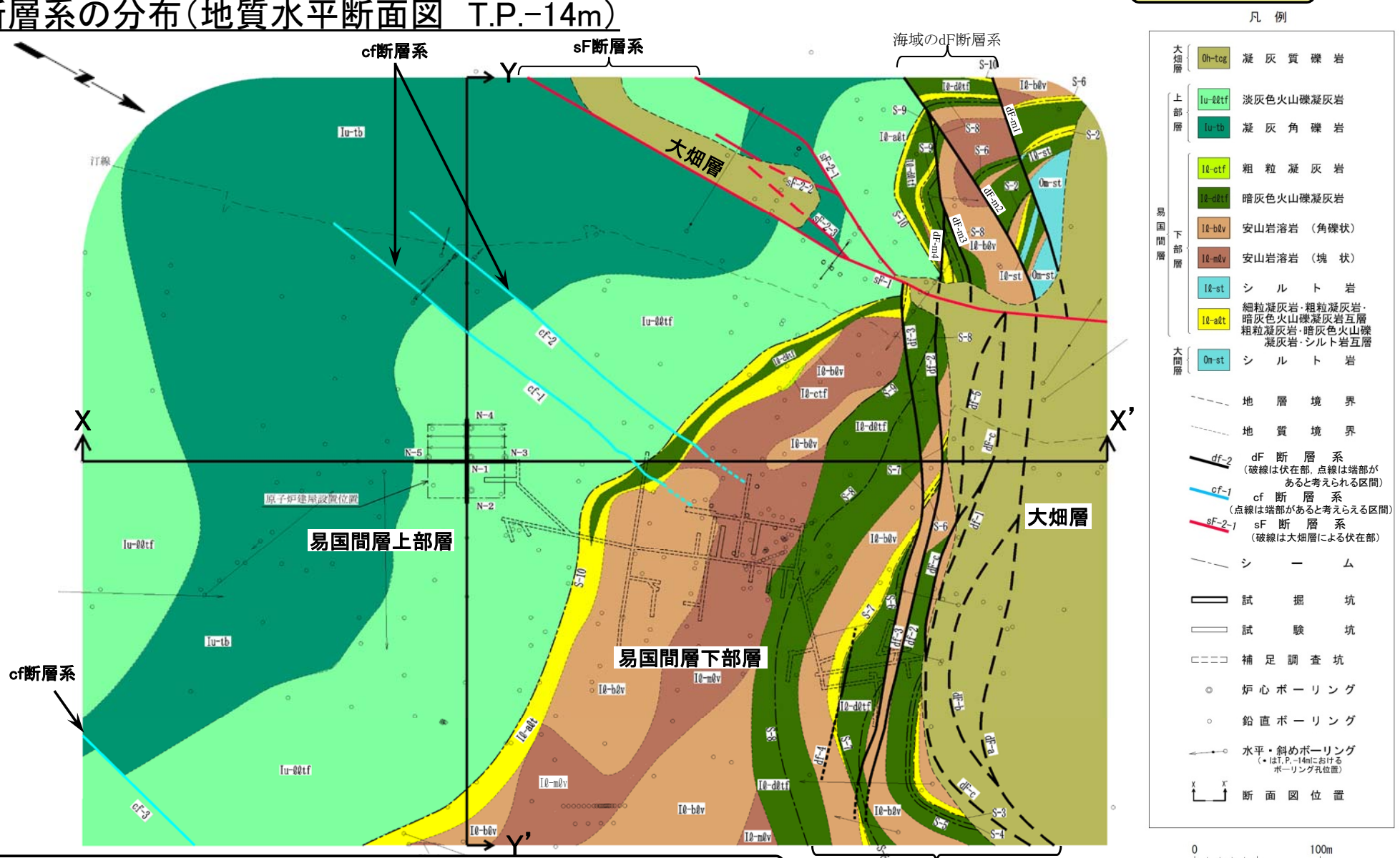
2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(3/21)

第862回審査会合
資料1-1 P.1-27 一部修正



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(2/12):
sF断層系の分布(地質水平断面図 T.P.-14m)

コメントNo.S1-79



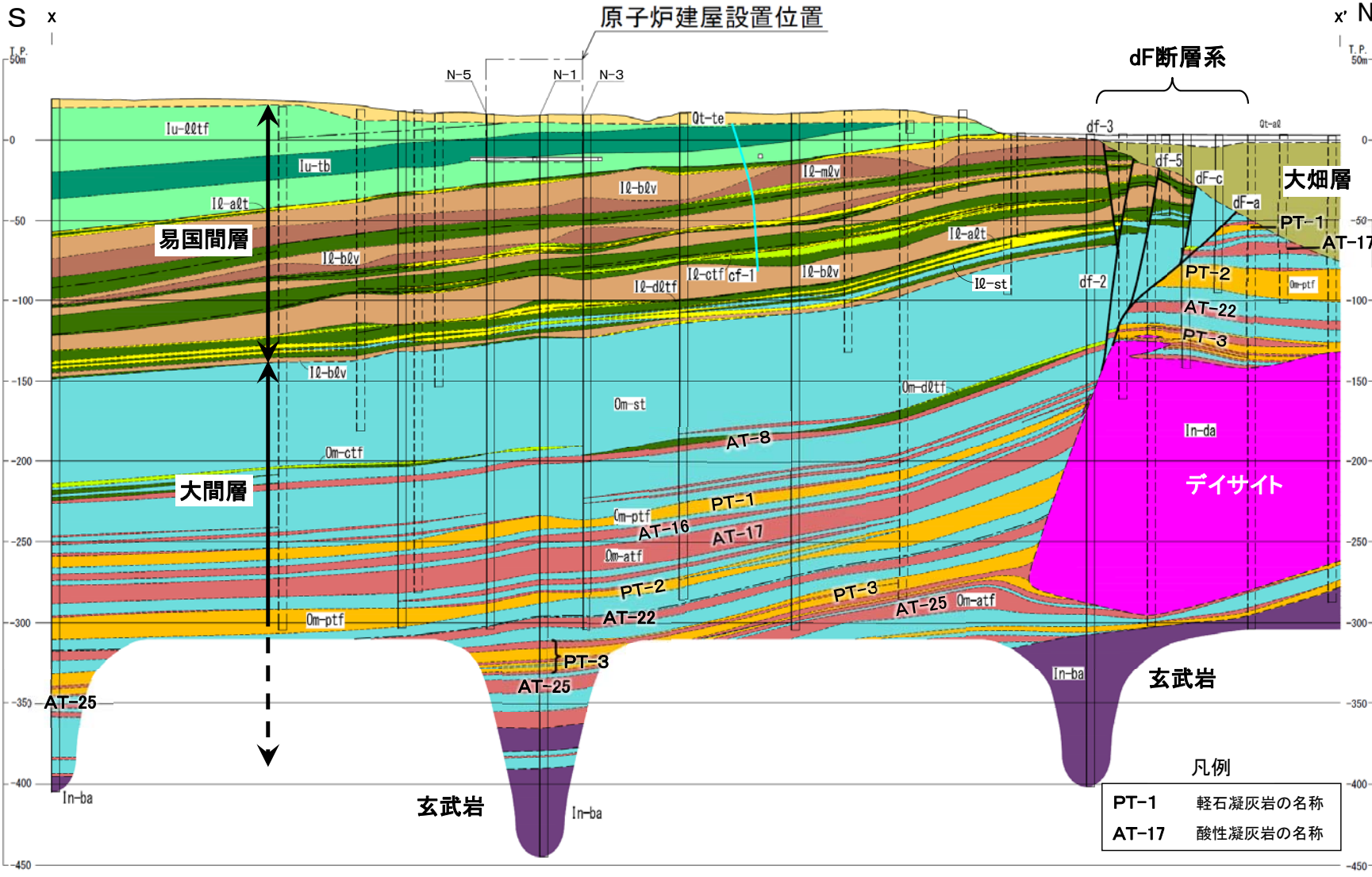
・ 敷地内には複数の断層が認められ、走向・傾斜、変位センス及び性状により、cf断層系、sF断層系及びdF断層系に区別される。
 ・ sF断層系のうちsF-1断層は、変位センスが右横ずれセンスで、N-S～NNW-SSE走向で高角西傾斜で分布する。
 ・ なお、大間層には、ボーリング等による地層対比及び地質構造の把握に有用な鍵層が特徴的に分布する(本編資料P.2-33, 2-34及び補足説明資料P.2-41～P.2-67参照)。

注) dF断層系のうち、海域に分布するものについては、海域のdF断層系として取り扱い、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、dF-m1～dF-m4断層として記載する。



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(3/12):
大間層中の鍵層AT-22の分布(南北方向X-X'断面)

コメントNo.S1-79



- 大間層及び玄武岩上面は、平均約7°の南傾斜を成し、鍵層AT-22(酸性凝灰岩)は大間層中に広く連続的に分布する。
- 大間層中の酸性凝灰岩は大半が層厚1m未満であるが、鍵層AT-22は層厚が約4m~約7mで厚く、特徴的な軽石凝灰岩等のPT-2とPT-3(補足説明資料P.2-48~P.2-52参照)との間に分布することから、層的にも他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別できる。

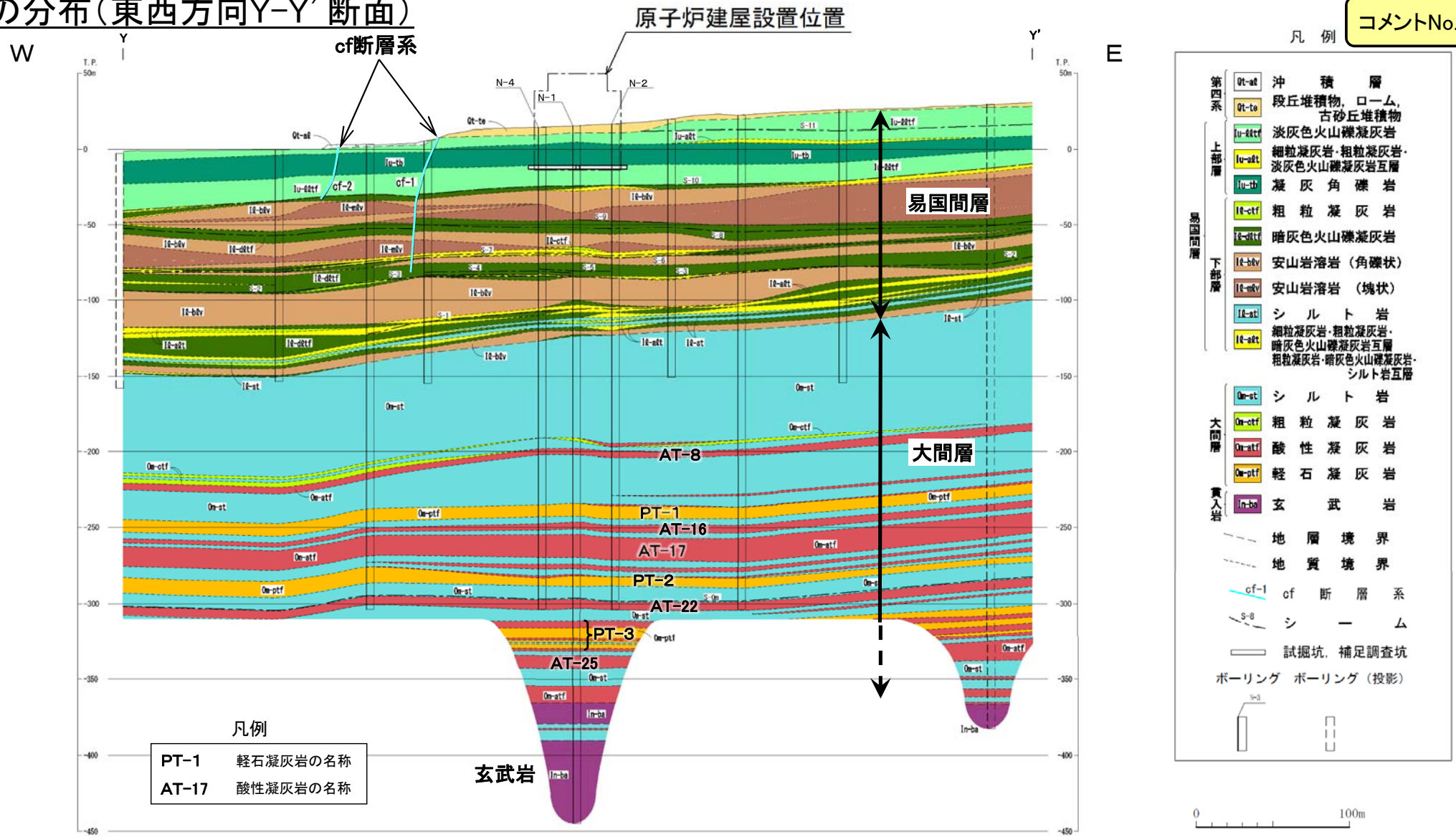
注) 断面位置は本編資料 P.2-31, 2-32参照。



2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(5/21)

1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(4/12): 大間層中の鍵層AT-22の分布(東西方向Y-Y'断面)

コメントNo.S1-79



凡例
PT-1 軽石凝灰岩の名称
AT-17 酸性凝灰岩の名称

玄武岩

- 大間層中の酸性凝灰岩は大半が層厚1m未満であるが、鍵層AT-22は層厚が約4m～約7mで厚く、特徴的な軽石凝灰岩等のPT-2とPT-3(補足説明資料P.2-48～P.2-52参照)との間に分布することから、層序的にも他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別できる。
- 鍵層AT-22は、陸域と海域のボーリングで広く連続的に分布することが確認され、東西方向にはおおむね水平に分布し、西側の海域へ連続する。

- 注1) 断面位置は本編資料P.2-31, 2-32参照。
注2) sF-1断層は断面西端よりもさらに西側に分布する。

2.2.1 sF-1断層 (2)地下深部への連続性の検討(6/21)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-59 一部修正

1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(5/12): 反射法地震探査 データ取得仕様

コメントNo.S1-79

データ取得仕様一覧

調査項目/測定諸元	ベイクーブルB102測線(1998年)	反射法EW測線(2013年)
発震種別	エアガン発震	P波発震
測線長	1.26km	1.845km
発震系パラメータ		
震源	エアガン	大型バイブレータ
エアガン容量/バイブレータ台数	80 cu.in.	2台
標準発震点間隔(発震位置)	10m	10m
スイープ長	-	20 sec
標準発震回数/発震点	1回	5回
スイープ周波数	-	8-70Hz*
エアガン深度	1.5m	-
バイブレータアレイ長	-	8m(B-B)
総発震点数	115点	168点
受振系パラメータ		
受振点間隔	10m	5m
受振器種別	OBC(ハイドロフォン)	3成分受振器(MEMS型加速度計)
受振器数/受振点	1組	1組
展開パターン	移動展開	固定展開
展開長	1.08km	1.845km
受振点数	108点	370点
記録系パラメータ		
サンプルレート	1msec	2msec
チャンネル数	60(移動)	370(固定)
相互相関	-	CAS
記録長	4sec	6sec

*: 大型バイブレータの発震スペクトルは8~70Hzの帯域でフラットである。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(7/21)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-60 再掲1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(6/12):
反射法地震探査統合解析 解析仕様(2018年)

コメントNo.S1-79

データ処理パラメーター一覧表(1)			データ処理パラメーター一覧表(2)		
処理項目	パラメータ項目	パラメータ	処理項目	パラメータ項目	パラメータ
1	フォーマット変換	SEGYフォーマットからSUPERXフォーマットへ変換	10	CMPデータ編集	ビンサイズ 2.5 m
2	測線情報セット			CMP制限	none
3	最小位相変換	ターゲット バイプレータデータ	11	速度解析	手法 定速度重合法
4	屈折初動解析			解析間隔	50 m
5	静補正	手法 屈折法解析	12	NMO補正	ストレッチファクター 2.1(EW4),1.8(B102A)
		インバージョン タイムターム法	13	ミュート	手法 マニュアル
		発震点における表層速度 800 m/sec			解析間隔 Variable
		受振点における表層速度 800 m/sec	14	残差静補正	最大タイムシフト量 6, 4 msec
		表層基底層速度 2500 m/sec			タイムゲート 100-600 msec
		標高補正速度 表層基底層速度			プレフィルター 15/20 - 65/70 Hz
6	トレース間挿 ※B102A測線のみ				スタートCMP No. 200(EW4),350(B102A)
7	ノイズ抑制(線形ノイズ抑制)	処理領域 共通発震点領域	15	トレースバラランシング	手法 AGC
		オペレータモード reject			AGCゲート長 100 msec
		オペレータ長 11 traces	16	リサンプル ※B102A測線のみ	サンプリング間隔 1msec -> 2msec
		速度範囲 -3000 ~ 3000 m/sec	17	東西測線とB102A測線の結合	
		ターゲット周波数 0/2 ~ 60/65 Hz	18	重合前時間マイグレーション	手法 共通発震点領域におけるキルヒッフ時間 マイグレーション
		前処理 静補正処理、NMO補正、AGC適用			速度解析間隔 50 m
		AGCゲート長 300 msec	19	CMP重合	手法 CMP重合
8	振幅補償	手法 AGC	20	バンドパスフィルター	オペレータ長 960 msec
		AGCゲート長 600 msec			通過帯域 25/30 - 50/60 Hz
		ゲートスライディング速度 2500 m/sec	21	周波数-空間予測フィルター	オペレータ長 7 CMPs
9	デコンボリューション	手法 スパイクングデコンボリューション			ゲート長 49 CMPs
		モード Non Time Variant			時間ゲート長 500 msec
		ゲートスタートタイム 200 msec(EW4),0 msec(B102A)			オペレータタイプ Two-Side
		ゲート長 3000 msec(EW4),1000 msec(B102A)			時間ゲートオーバーラップ長 375 msec
		オーバーラップ長 -	22	深度変換	基準面 平均海水面
		オペレータ長 300 msec(EW4),100 msec(B102A)			
		予測距離 2 msec(EW4),1 msec(B102A)			
		ゲートスライディング速度 2500 m/sec(EW4),1500 m/sec(B102A)			
		ホワイトノイズ 0.50%			

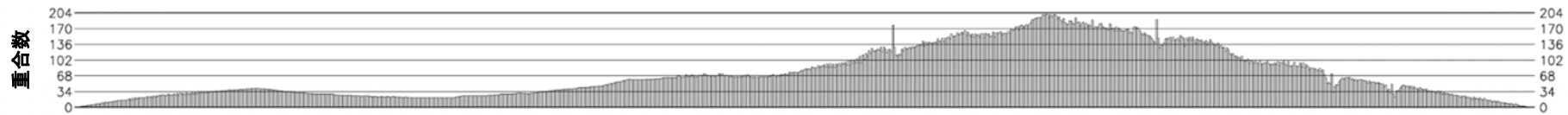
2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(8/21)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-61 再掲

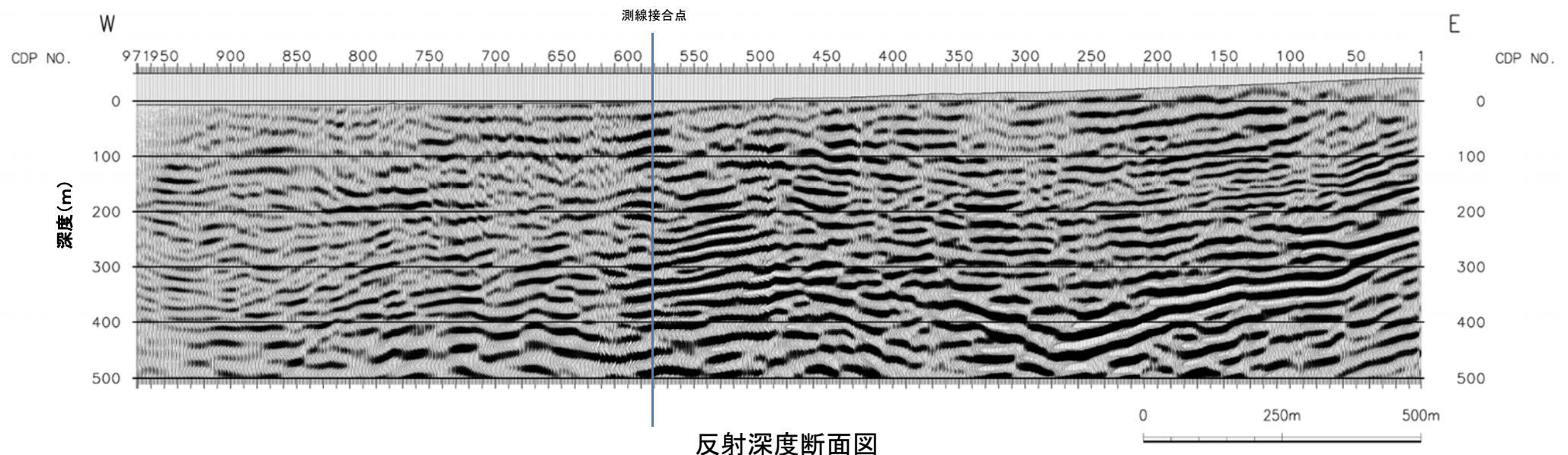


1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(7/12):
反射法地震探査統合解析 重合数分布

コメントNo.S1-79



重合数分布図



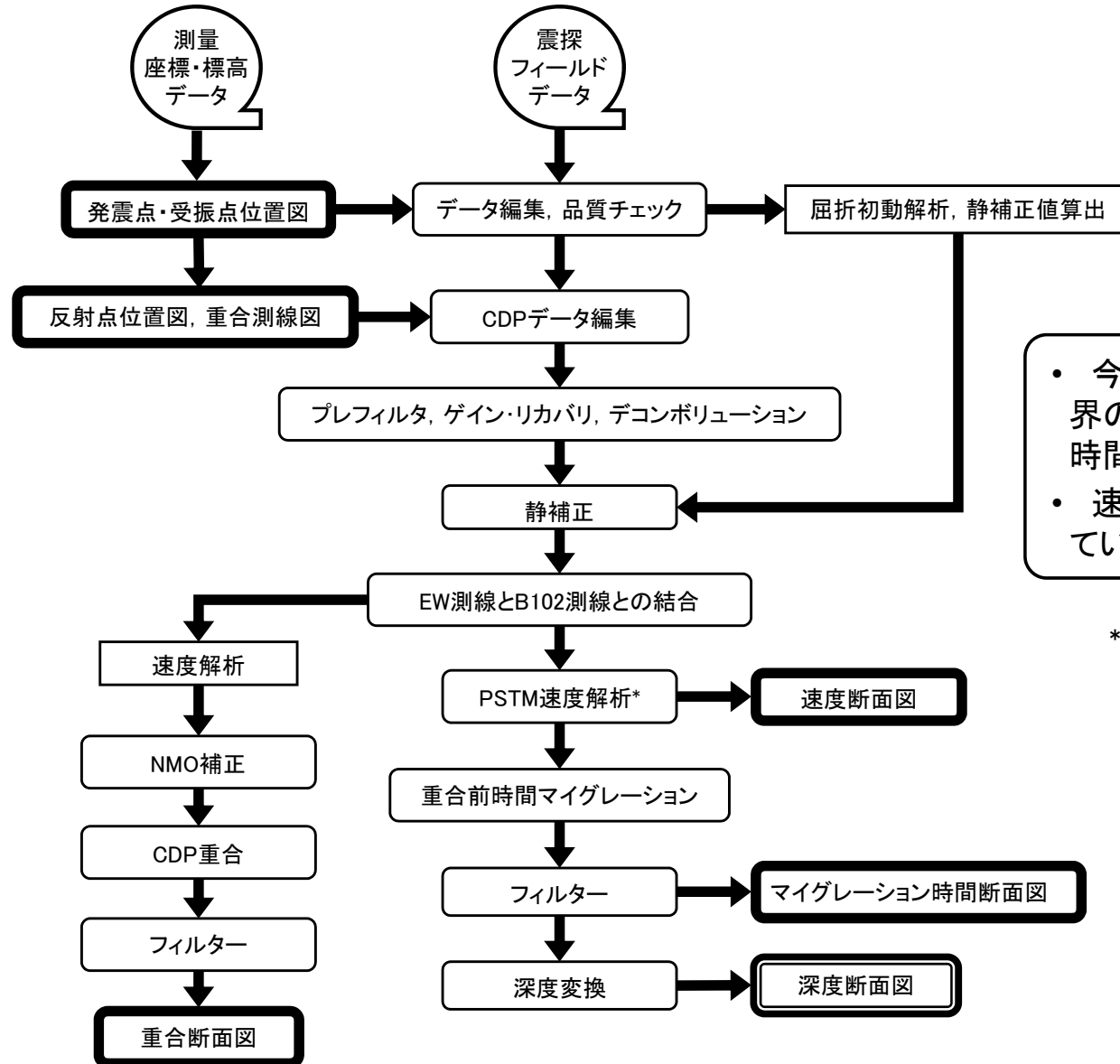
反射深度断面図



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(8/12):

コメントNo.S1-79

反射法地震探査 統合解析フロー



• 今回の統合解析では、傾斜している地層境界の反射面を正確に把握するため、重合前時間マイグレーションを行った。
 • 速度解析については、従来100m毎に行っていたが、今回は50m毎に精密に行った。

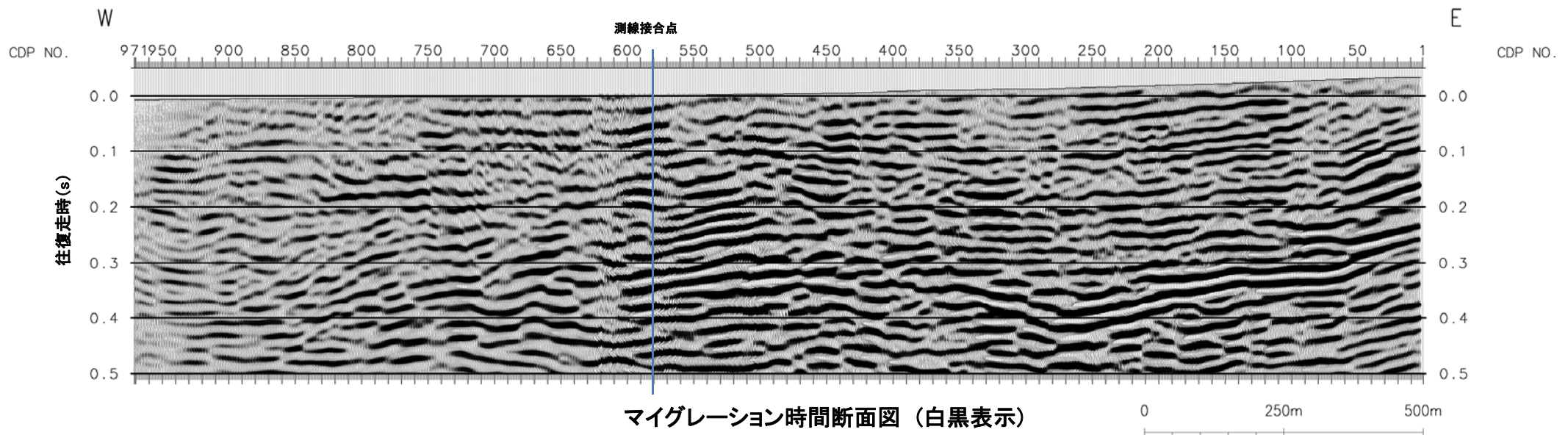
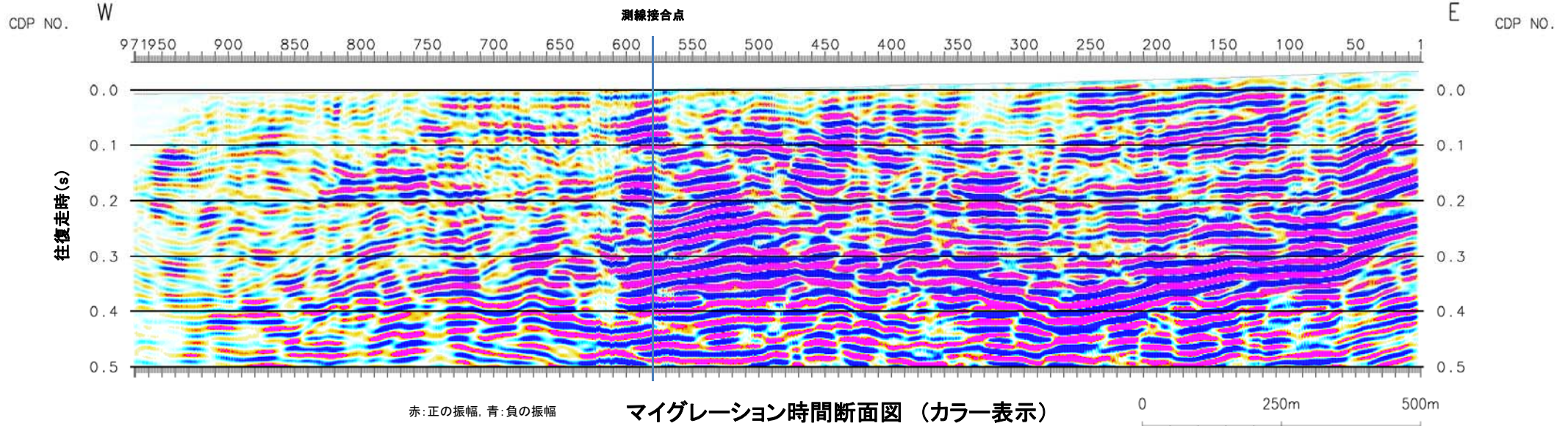
* : 重合前時間マイグレーション(PSTM)のための速度解析。



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(9/12):

コメントNo.S1-79

反射法地震探査統合解析 マイグレーション時間断面図

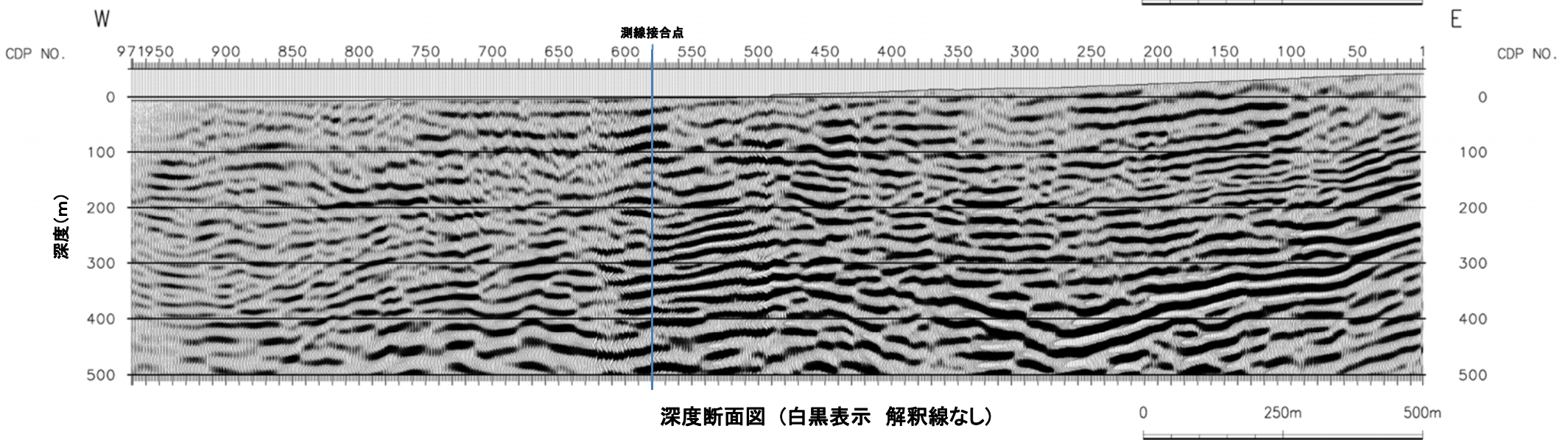
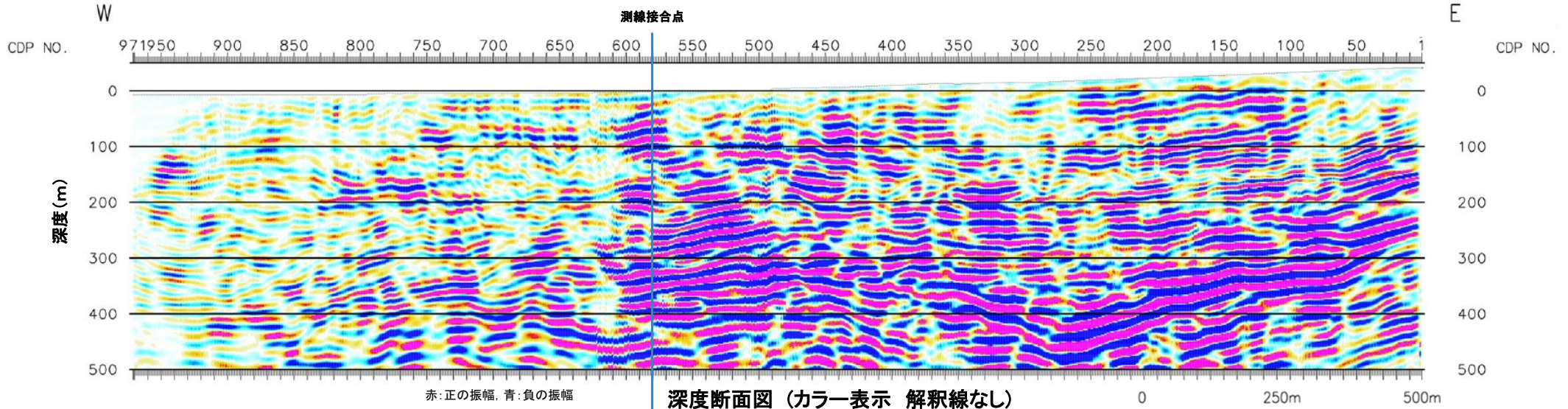




1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(10/12):

コメントNo.S1-79

反射法地震探査統合解析 深度断面図

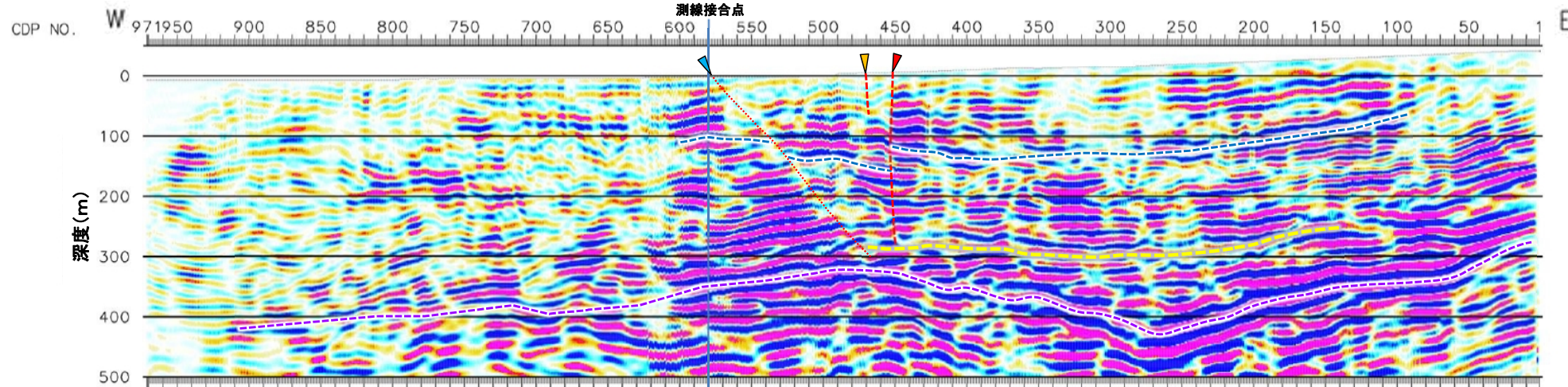


- 時間断面図(本編資料P.2-39参照)を基に, PSTM速度解析(本編資料P.2-38参照)を行い深度変換した。
- 基本的な反射面のパターンは, 時間断面図と同じである。



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(11/12): 深度断面図(解釈図)

コメントNo.S1-79



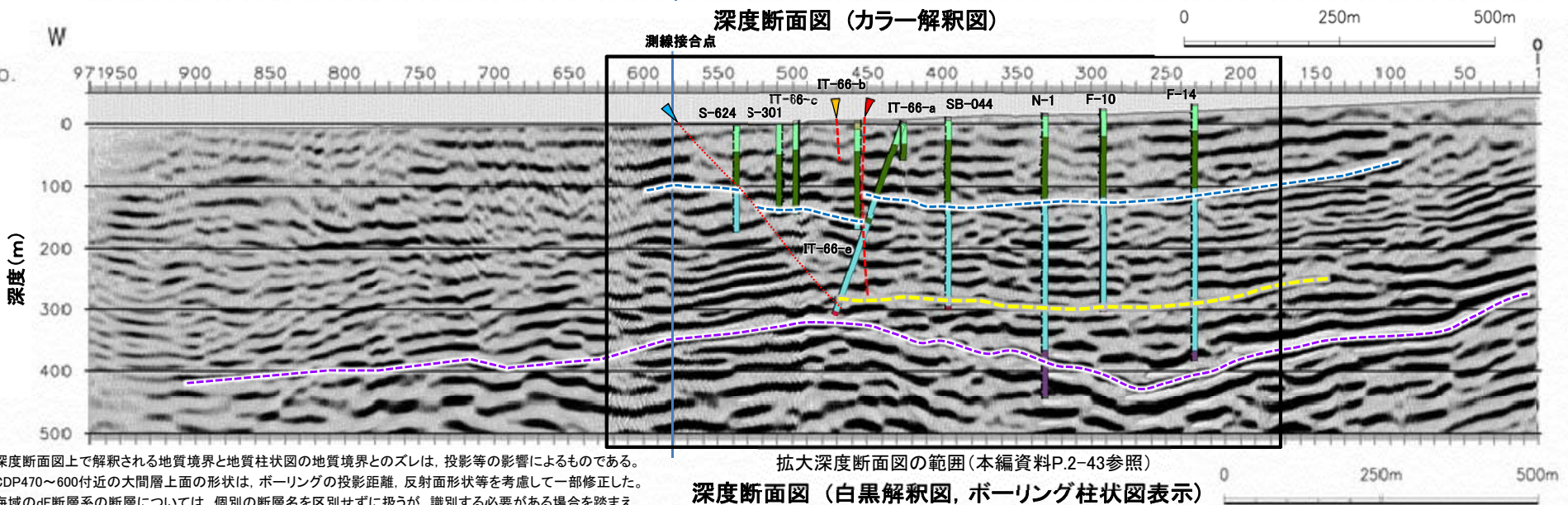
赤: 正の振幅,
青: 負の振幅

深度断面図凡例

- sF-1断層
- sF-2-1断層
- dF-m1断層
- 大間層上面
- 鍵層AT-22
- 玄武岩上面

柱状図凡例

- 大間層
- 易国間層上部層
- 易国間層下部層
- 大間層
- 大間層鍵層AT-22
- デイサイト
- 玄武岩



拡大深度断面図の範囲(本編資料P.2-43参照)

深度断面図 (白黒解釈図, ボーリング柱状図表示)

注1) 深度断面図上で解釈される地質境界と地質柱状図の地質境界とのズレは、投影等の影響によるものである。
注2) CDP470~600付近の大間層上面の形状は、ボーリングの投影距離、反射面形状等を考慮して一部修正した。
注3) 海域のdF断層系の断層については、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、断層名をdF-m1断層として記載する。

- 深度断面図で判読される反射面の鉛直変位やボーリング調査結果に基づいて解釈図を作成し、sF-1断層の位置、分布深度等を検討した。
- 深度100m~140m付近及び300m~400m付近にある明瞭な強い反射面は、ボーリング調査からそれぞれ大間層上面及び玄武岩上面^{※1}と判断される。
- sF-1断層は、CDP450付近の大間層上面で約40m(西側落下)の鉛直変位を示す高角傾斜の断層として判読され、IT-66-e孔の深度150m付近*でsF-1断層を確認した。約150m以深の下方延長部の反射面に明瞭なずれは認められない。なお、玄武岩上面の反射面にも明瞭なずれは認められない^{※2}。
- 大間層上面の鉛直変位は下位の玄武岩には認められず深部では鉛直変位はなくなると考えられるが、反射面の鉛直方向の分解能は10m~20m程度と推定されることから(本編資料P.2-42参照)、ボーリング調査で確認した大間層中の鍵層AT-22により、より詳細に変位の有無を評価する。

※1: 玄武岩の分布・性状は補足説明資料P.2-68, 2-69参照。
※2: 南北断面での玄武岩上面の傾斜(約7°南傾斜, 本編資料P.2-33参照)から、深度断面図では玄武岩上面は手前に約7°傾斜すると考えられる。sF-1断層で右横ずれ変位した場合に生じるような西側落下の段差は認められない。
*: IT-66-e孔の深度は、深度断面図上の深度で表現したものの。

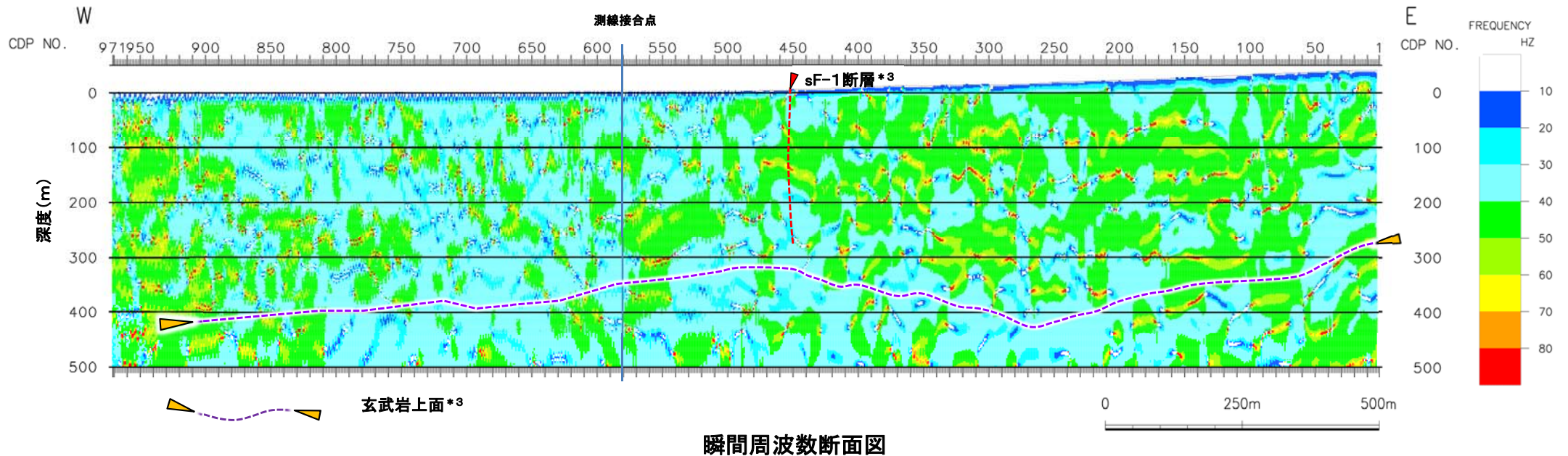
2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(13/21)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-67 一部修正



1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布(12/12):
(参考) 反射法地震探査統合解析の解析精度

コメントNo.S1-79



- 反射法地震探査統合解析の鉛直方向の解析精度として、反射面の分解能(R)は、Rayleigh基準により $R=V_p/4f$ で求まる(V_p :P波速度, f :周波数)。
- 瞬間周波数断面図により、sF-1断層(CDP450)付近の深度150m以深の卓越周波数はおおむね30Hz~40Hz*1であり、当該領域のP波速度(V_p)は1.77km/sec~2.06km/sec*2である。
- したがって、鉛直方向の分解能は10m~20m程度と推定される。

*1: 当該領域の受振信号の卓越周波数が30Hz~40Hzであることは、その区間の周波数スペクトル解析でも確認(補足説明資料P.2-70参照)。

*2: 深度150m以深に分布する大間層のPS検層によるP波速度(V_p) (発電用原子炉設置変更許可申請書(平成26年12月), P.6-3-598, 第3.5-36図(2))。

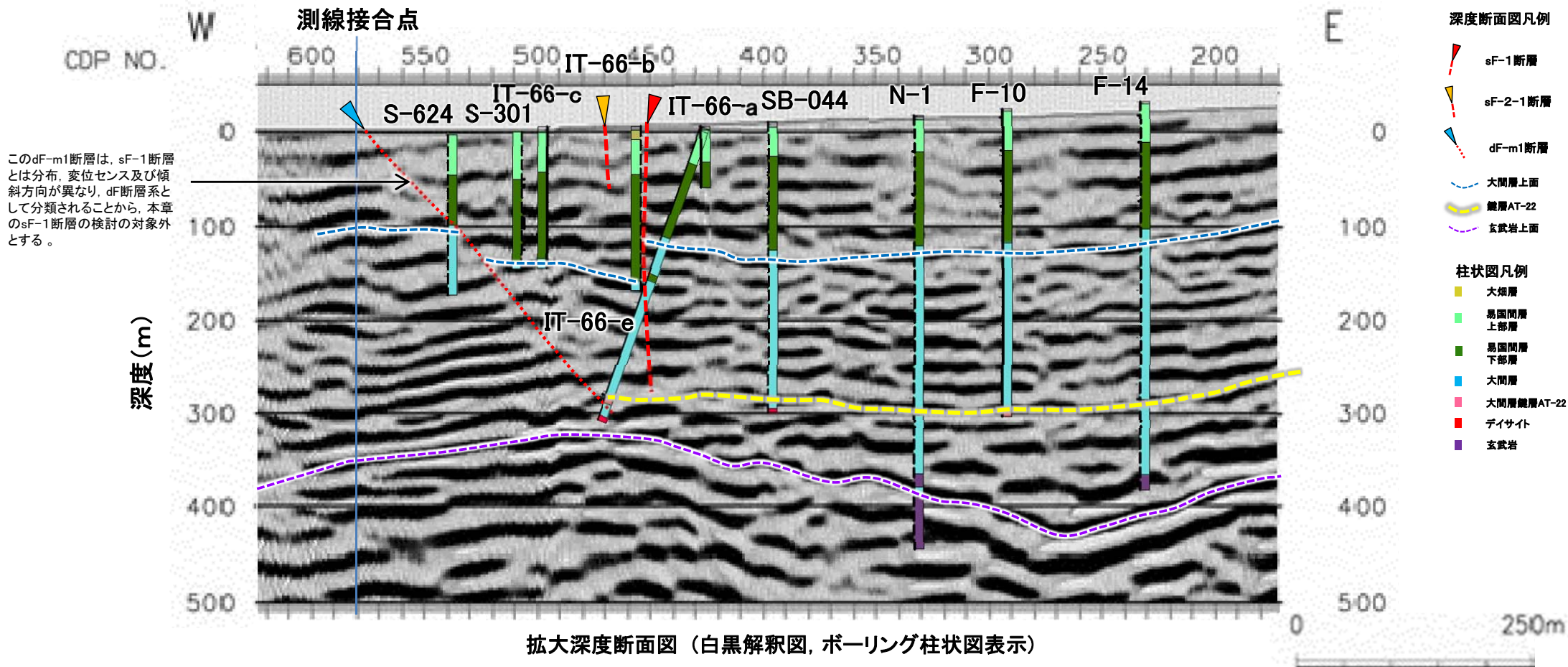
*3: sF-1断層及び玄武岩上面の分布形状は、本編資料P.2-41に示す判読結果によるもの。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(14/21)

コメントNo.S1-79



2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価(1/5): sF-1断層及び鍵層AT-22の分布



- sF-1断層の下方延長部の大間層において、ボーリング調査で連続性を確認している鍵層のうち、最も深部に位置する鍵層AT-22(酸性凝灰岩)について、IT-66-e孔の深度約290m*で確認した。鍵層AT-22は、sF-1断層の下方延長部を挟んで、西側のIT-66-e孔、東側の4孔(SB-044孔、N-1孔、F-10孔及びF-14孔)で確認され、深度約290m～約300mでほぼ水平に分布する。
- 鍵層AT-22は、酸性凝灰岩とシルト岩との数mm～数cm間隔の細互層から成る岩相を特徴とする(本編資料P.2-44～P.2-46参照)。大間層中の酸性凝灰岩のほとんどは層厚が1m程度またはそれ未満であるのに対し、鍵層AT-22は約4m～約7mと厚いことから、他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別できる(本編資料P.2-33、2-34参照)。
- さらに、鍵層AT-22は上・下位にある軽石凝灰岩等のPT-2、3との層序的な組み合わせが明瞭である(本編資料P.2-33、2-34、2-44参照)。
- 以上の岩相・層厚の特徴及び層序的組み合わせを踏まえ、鍵層AT-22は、他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別され、陸域と海域のボーリングで広く分布・連続する(本編資料P.2-34参照)ことから、変位基準として使用可能である。

注1) 深度断面図上で解釈される地質境界と地質柱状図の地質境界とのズレは、投影等の影響によるものである。

注2) ODP470～600付近の大間層上面の形状は、ボーリングの投影距離、反射面形状等を考慮して一部修正した。

注3) 海域のdF断層系の断層については、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、断層名をdF-m1断層として記載する。

*: IT-66-e孔の深度は、深度断面図上の深度で表現したものである。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(15/21)

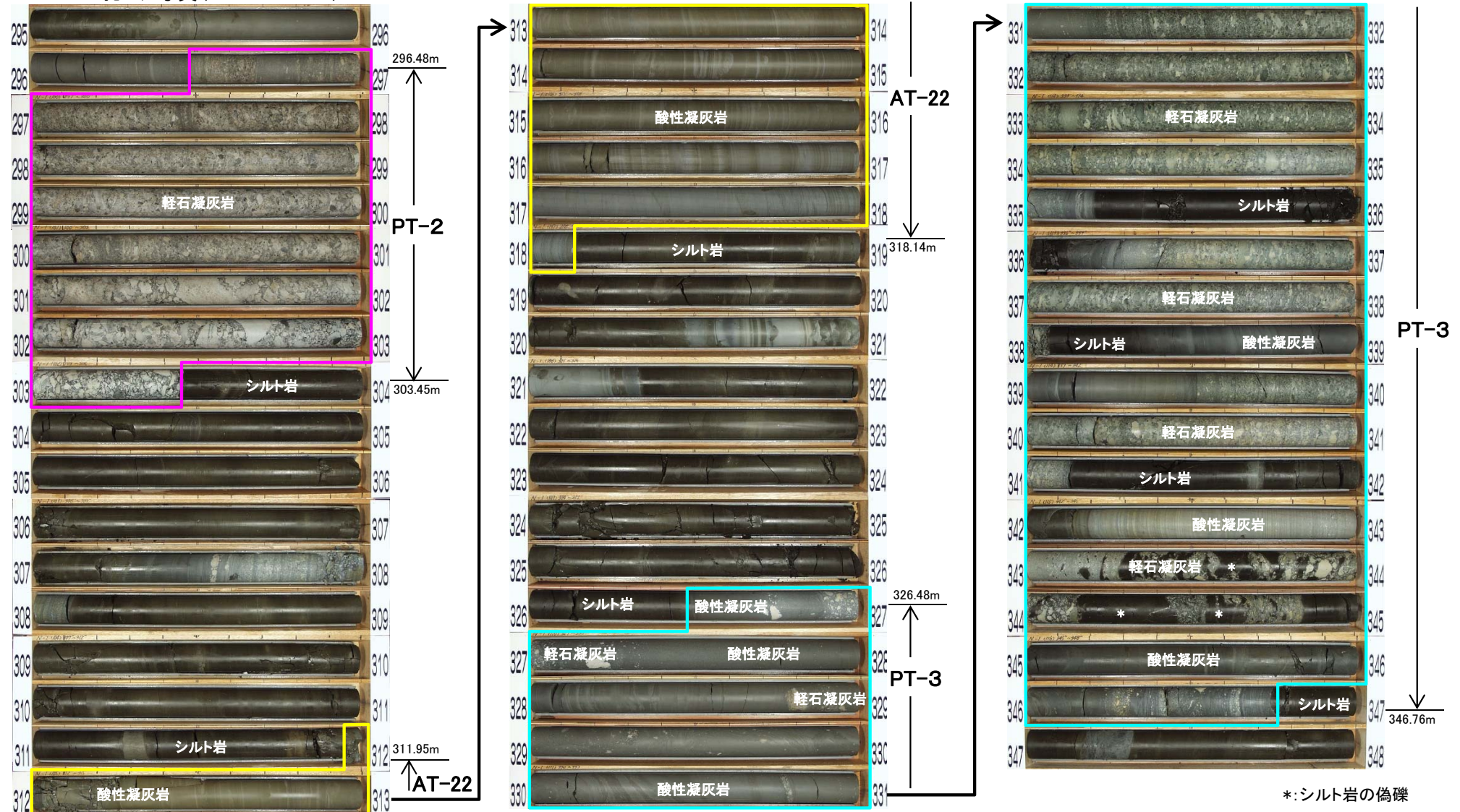
コメントNo.S1-79



2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価(2/5):

N-1孔における大間層中の鍵層AT-22(酸性凝灰岩)及びPT-2, 3(軽石凝灰岩等)の分布

N-1孔コア写真(295m~348m)



*:シルト岩の偽礫

注) 深度断面図上の各孔の鍵層AT-22の地質柱状図は補足説明資料P.2-53~P.2-57, PT-2, 3は補足説明資料P.2-58~P.2-67を参照, 全区間の地質柱状図及びコア写真は, 机上配布資料参照。

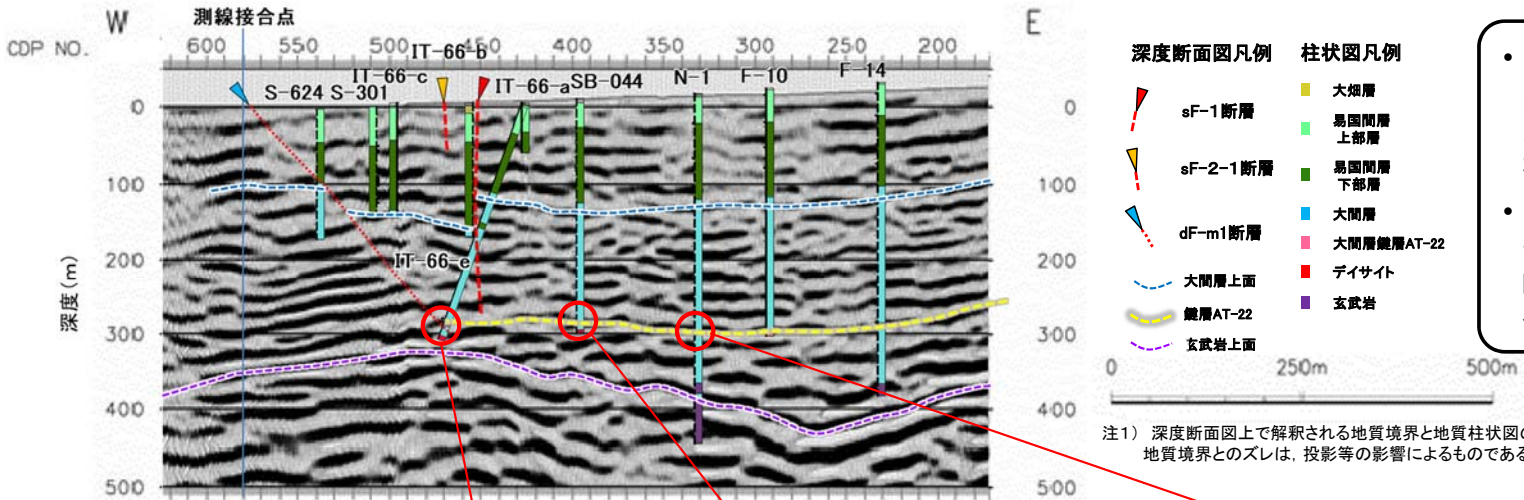
- 炉心ボーリングN-1孔(位置は本編資料P.2-31, 2-43参照)の深度約296m~約347m区間には, 上位から順にPT-2, 鍵層AT-22, PT-3が分布する。
- 鍵層AT-22は, 層厚約6mで厚く, 酸性凝灰岩とシルト岩との数mm~数cm間隔の細互層から成る岩相を特徴とし(本編資料P.2-45, 2-46参照), 上・下位にある軽石凝灰岩等のPT-2, 3との層序的な組み合わせが明瞭であることから, 岩相・層厚の特徴及び層序的組み合わせを踏まえ, 他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別される鍵層である。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(16/21)

コメントNo.S1-79



2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価(3/5): 鍵層AT-22の性状(1/2)



- 大間層には複数の酸性凝灰岩及び軽石凝灰岩が挟まれる。このうち鍵層AT-22は酸性凝灰岩とシルト岩との数mm～数cm間隔の細互層から成る岩相を特徴とする。
- ほとんどの酸性凝灰岩の層厚が1m程度またはそれ未満であるのに対し(補足説明資料P.2-43～P.2-45参照), 鍵層AT-22は約4m～約7mと厚く, 他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別できる鍵層である。

注2) 海域のdF断層系の断層については、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、断層名をdF-m1断層として記載する。

注1) 深度断面図上で解釈される地質境界と地質柱状図の地質境界とのズレは、投影等の影響によるものである。

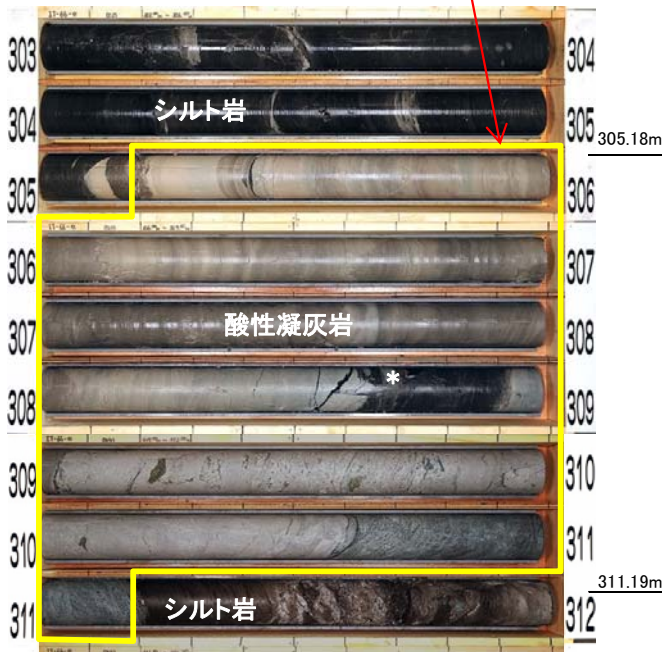
AT-22(酸性凝灰岩)

N-1孔 (深度断面図から約51m手前側に位置する)

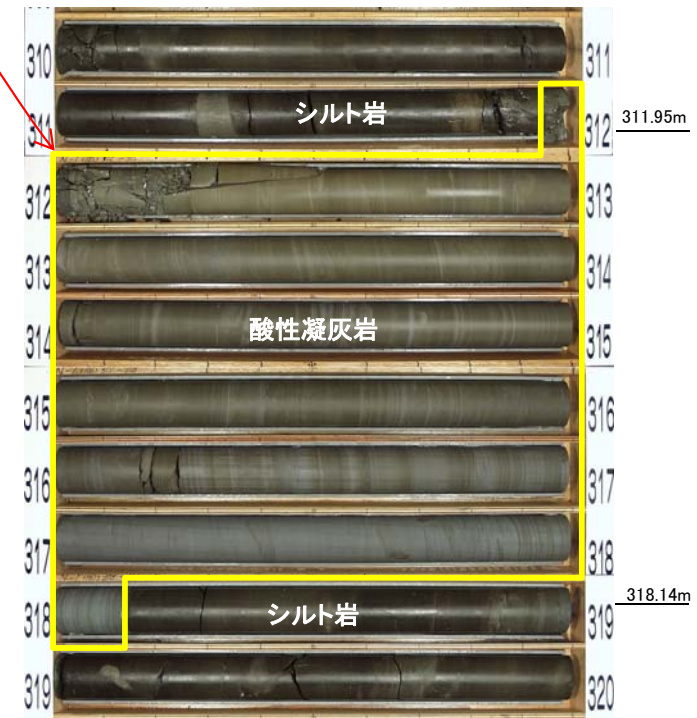
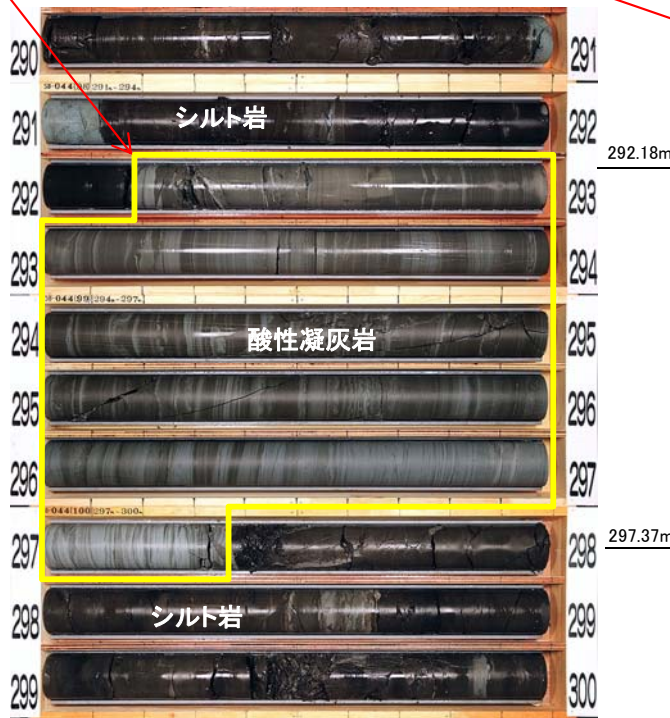
SB-044孔 (深度断面図から約12m手前側に位置する)

深度断面図 (白黒解釈図, ボーリング柱状図表示)

IT-66-e孔 (深度断面図から約12m奥側に位置する)



* 深度308.6m～308.9mにはシルト岩の礫が含まれる。



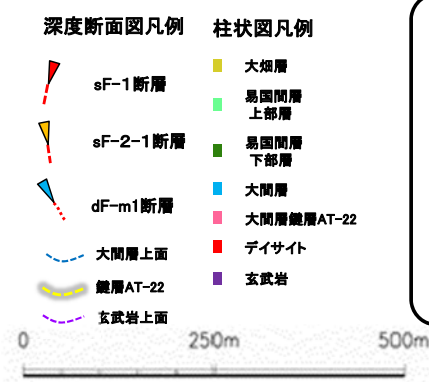
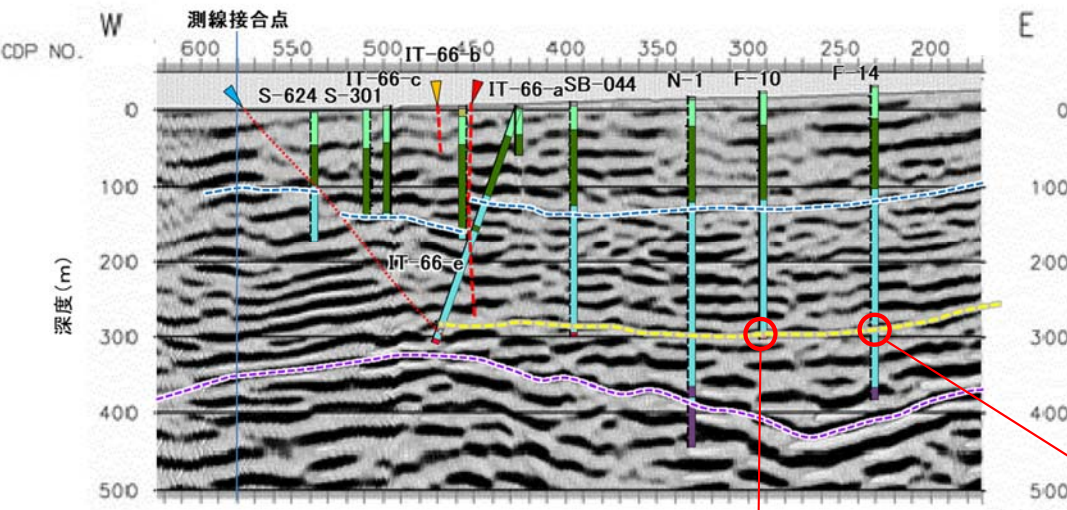
注3) 各孔の地質柱状図は補足説明資料P.2-53～P.2-55を参照, 全区間の地質柱状図及びコア写真は, 机上配布資料参照。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(17/21)

コメントNo.S1-79



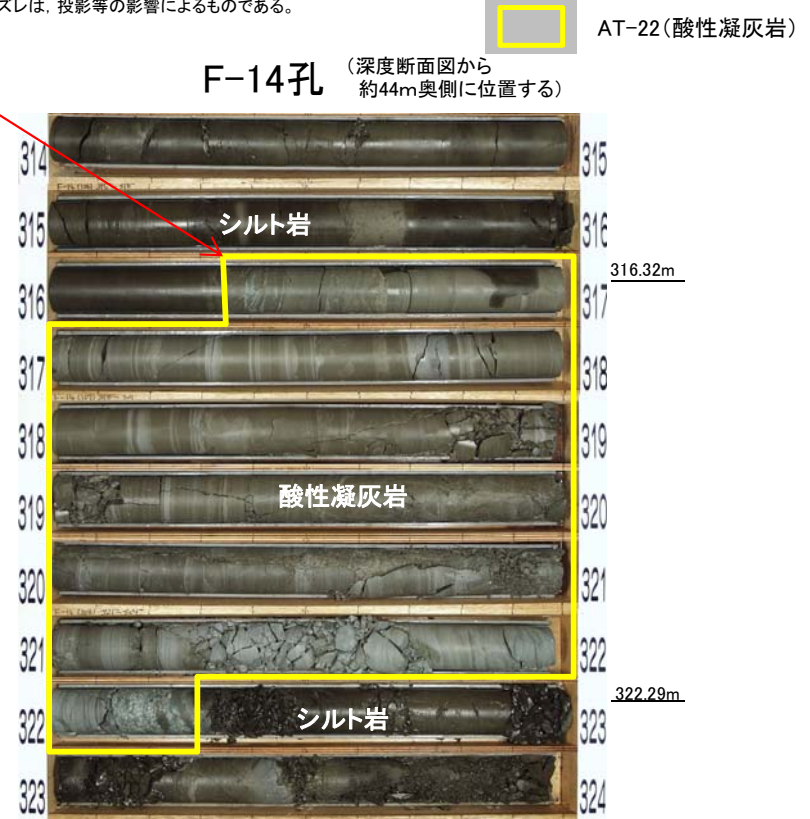
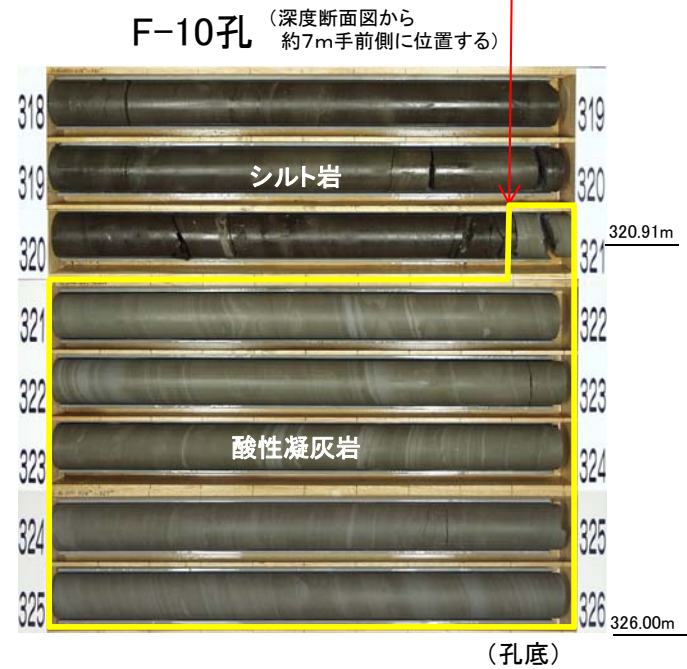
2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価(4/5): 鍵層AT-22の性状(2/2)



- 大間層には複数の酸性凝灰岩及び軽石凝灰岩が挟まれる。このうち鍵層AT-22は酸性凝灰岩とシルト岩との数mm～数cm間隔の細互層から成る岩相を特徴とする。
 - ほとんどの酸性凝灰岩の層厚が1m程度またはそれ未満であるのに対し(補足説明資料P.2-43～P.2-45参照), 鍵層AT-22は約4m～約7mと厚く, 他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別できる鍵層である。
- 注2) 海域のdF断層系の断層については, 個別の断層名を区別せずに扱うが, 識別する必要がある場合を踏まえ, 断層名をdF-m1断層として記載する。

注1) 深度断面図上で解釈される地質境界と地質柱状図の地質境界とのズレは, 投影等の影響によるものである。

深度断面 (白黒解釈図, ボーリング柱状図表示)



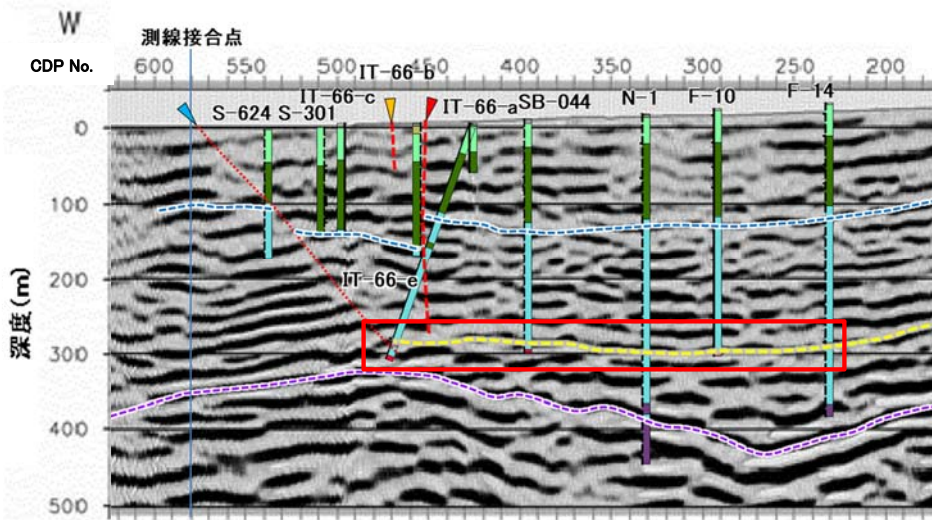
注3) 各孔の地質柱状図は補足説明資料P.2-56, 2-57を参照, 全区間の地質柱状図及びコア写真は, 机上配布資料参照。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(18/21)

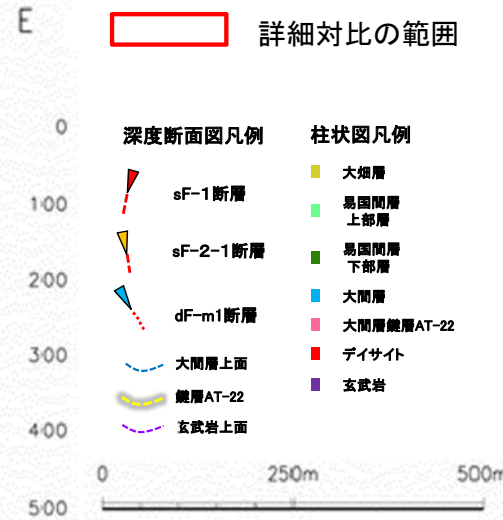
コメントNo.S1-79



2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価(5/5): 鍵層AT-22の詳細対比



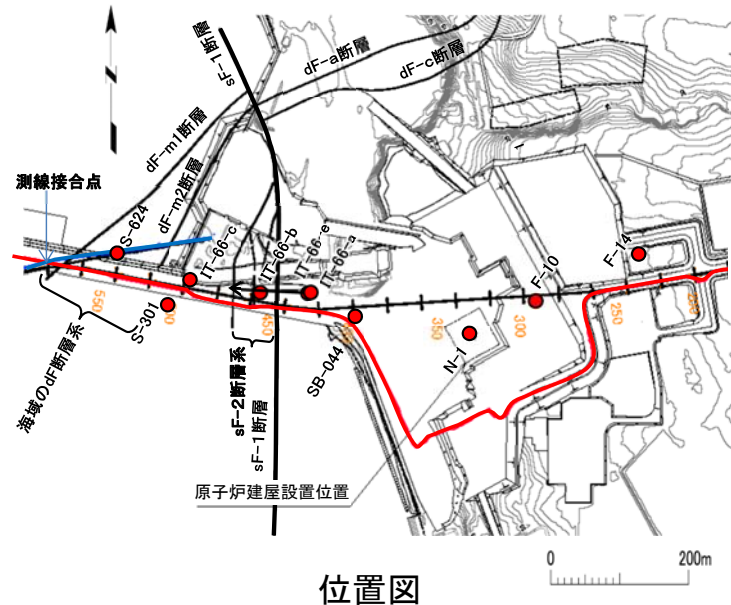
深度断面図(白黒解釈図, ボーリング柱状図表示)



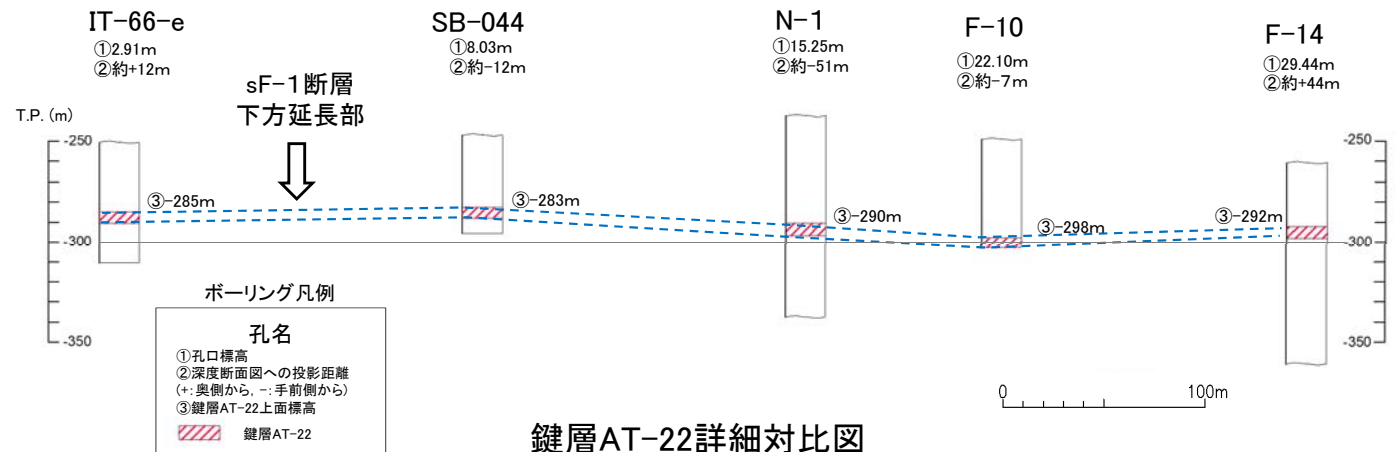
注1) 深度断面図上で解釈される地質境界と地質柱状図の地質境界とのズレは、投影等の影響によるものである。
 注2) 海域のdF断層系の断層については、個別の断層名を区別せずに扱うが、識別する必要がある場合を踏まえ、断層名をdF-m1及びdF-m2断層として記載する。

- 鍵層AT-22の変位の有無を詳細に評価するため、深度断面図での各孔の投影距離(7m~51m)と大間層の傾斜(約7°南傾斜※)から、各孔の鍵層AT-22の標高を断面図上の位置に補正し、変位の有無を詳細に検討した。
- その結果、IT-66-e孔及びSB-044孔において、鍵層AT-22はいずれもT.P.約-290mに分布し、sF-1断層の下方延長部を挟んで分布深度に有意な差は認められない。
- また、南北断面の大間層の傾斜※から、深度断面図では鍵層AT-22は手前に約7°傾斜すると考えられ、sF-1断層が鍵層AT-22以深に分布する場合は、右横ずれ変位により、AT-22上面は、大間層上面のように、見掛け上、西側落下の段差となるが、そのような段差は認められない。
- 以上のことから、sF-1断層の下方延長部のT.P.約-290mに分布する鍵層AT-22に変位はなく、sF-1断層は少なくともT.P.約-290mまでは到達しないと判断されることから、sF-1断層は地下深部に連続する断層ではないと判断される。

※: 鍵層AT-22を含む大間層の傾斜(約7°南傾斜)は、本編資料P.2-33参照。



位置図



鍵層AT-22詳細対比図

注3) 詳細対比図は、各孔の鍵層AT-22の位置を深度断面図上の位置に投影し、地層傾斜(手前に約7°傾斜)と投影距離に基づき標高を補正して表示。
 注4) IT-66-e孔は傾斜角69.8°の斜めボーリングであるが、表示上鉛直孔として表示。
 注5) 断層の長さの変位の関係を示す文献については、本編資料P.2-49, 2-50参照。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(19/21)

まとめ

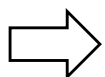
コメントNo.S1-79

1) 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査によるsF-1断層の分布

- sF-1断層を直交方向に横切る東西測線の反射法地震探査データを用いて統合解析を行い、その深度断面図とボーリング調査結果から解釈図を作成し、地下深部への連続性を検討した。
- 深度断面図では、深度100m～140m付近及び300m～400m付近にある明瞭な強い反射面は、ボーリング調査からそれぞれ大間層上面及び玄武岩上面と判断される。
- sF-1断層は、CDP450付近の大間層上面で約40m(西側落下)の鉛直変位を示す高角傾斜の断層として判読され、IT-66-e孔の深度150m付近*でsF-1断層を確認した。
- sF-1断層の下方延長部の約150m以深の反射面に明瞭なずれは認められない。なお、玄武岩上面の反射面にも明瞭なずれは認められない。
- 大間層上面に認められる鉛直変位は深部の玄武岩上面には認められず深部では鉛直変位はなくなると考えられるが、反射面の鉛直方向の分解能は10m～20m程度と推定されることから、ボーリング調査で確認した大間層中の鍵層AT-22により、より詳細に変位の有無を評価する。

2) 鍵層AT-22に基づくsF-1断層の深度方向の分布の評価

- IT-66-e孔の深度約290m*で大間層中の鍵層AT-22(酸性凝灰岩)を確認した。鍵層AT-22は、sF-1断層の下方延長部を挟んで、西側のIT-66-e孔、東側の4孔(SB-044孔、N-1孔、F-10孔及びF-14孔)で確認され、深度約290m～約300mでほぼ水平に分布する。
- 岩相・層厚の特徴及び層序的組み合わせを踏まえ、鍵層AT-22は、他の酸性凝灰岩とは明瞭に区別され、陸域と海域のボーリングで広く分布・連続することから、変位基準として使用可能である。
- 各孔の鍵層AT-22の標高を断面図上の位置に補正し、変位の有無を詳細に検討した結果、IT-66-e孔及びSB-044孔において、鍵層AT-22はいずれもT.P.約-290mに分布し、sF-1断層の下方延長部を挟んで分布深度に有意な差は認められない。
- また、南北断面の大間層の傾斜から、深度断面図では鍵層AT-22は手前に約7°傾斜すると考えられ、sF-1断層が鍵層AT-22以深に分布する場合は、右横ずれ変位により、AT-22上面は、大間層上面のように、見掛け上、西側落下の段差となるが、そのような段差は認められない。
- 以上のことから、sF-1断層の下方延長部のT.P.約-290mに分布する鍵層AT-22に変位はなく、sF-1断層は少なくともT.P.約-290mまでは到達しないと判断されることから、sF-1断層は地下深部に連続する断層ではないと判断される。



sF-1断層は地下深部に連続する断層ではないと判断される

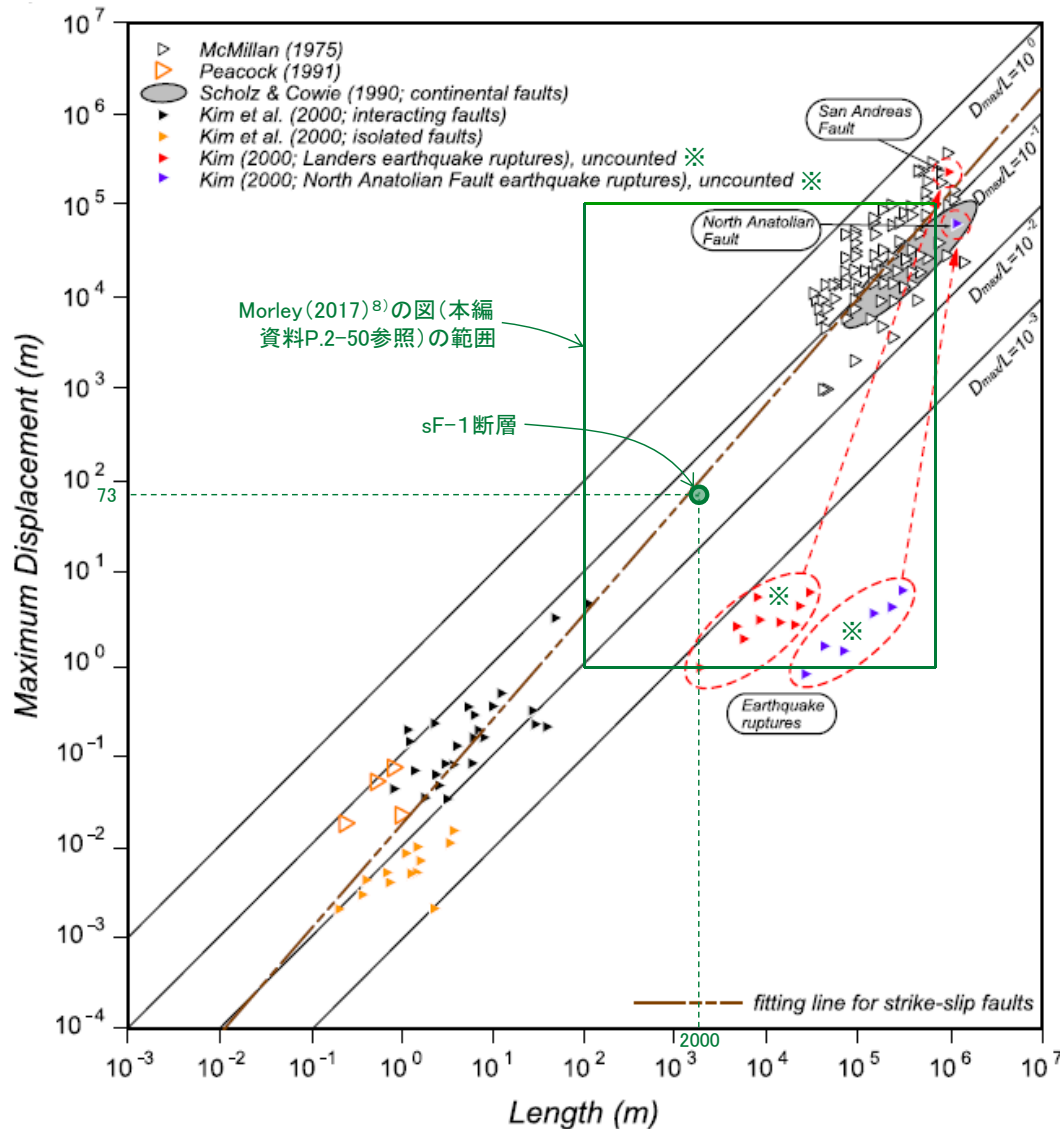
* : IT-66-e孔の深度は、深度断面図上の深度で表現したものの。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(20/21)

コメントNo.S1-79



(参考)文献に基づく断層の長さ最大変位量の関係の検討(1/2)



横ずれ断層の長さ最大変位量の関係
(Kim and Sanderson(2005)⁷⁾に緑字で加筆)

- Kim and Sanderson(2005)⁷⁾には、横ずれ断層の長さ最大変位量の関係が両対数の図にプロットされ、両者の関係が茶色の近似直線で示されている。
- sF-1断層の長さは水平方向約2km(本編資料P.2-24参照)、見掛けの最大水平変位量は約73m(本編資料P.2-10, 2-52参照)である。
- sF-1断層の長さ最大変位量の関係は、Kim and Sanderson(2005)⁷⁾が横ずれ断層の長さ最大変位量の関係として図に示した近似直線の近くにプロットされる。
- sF-1断層の長さ最大変位量の関係は、本文献に示された断層の長さ最大変位量の関係と整合的である。

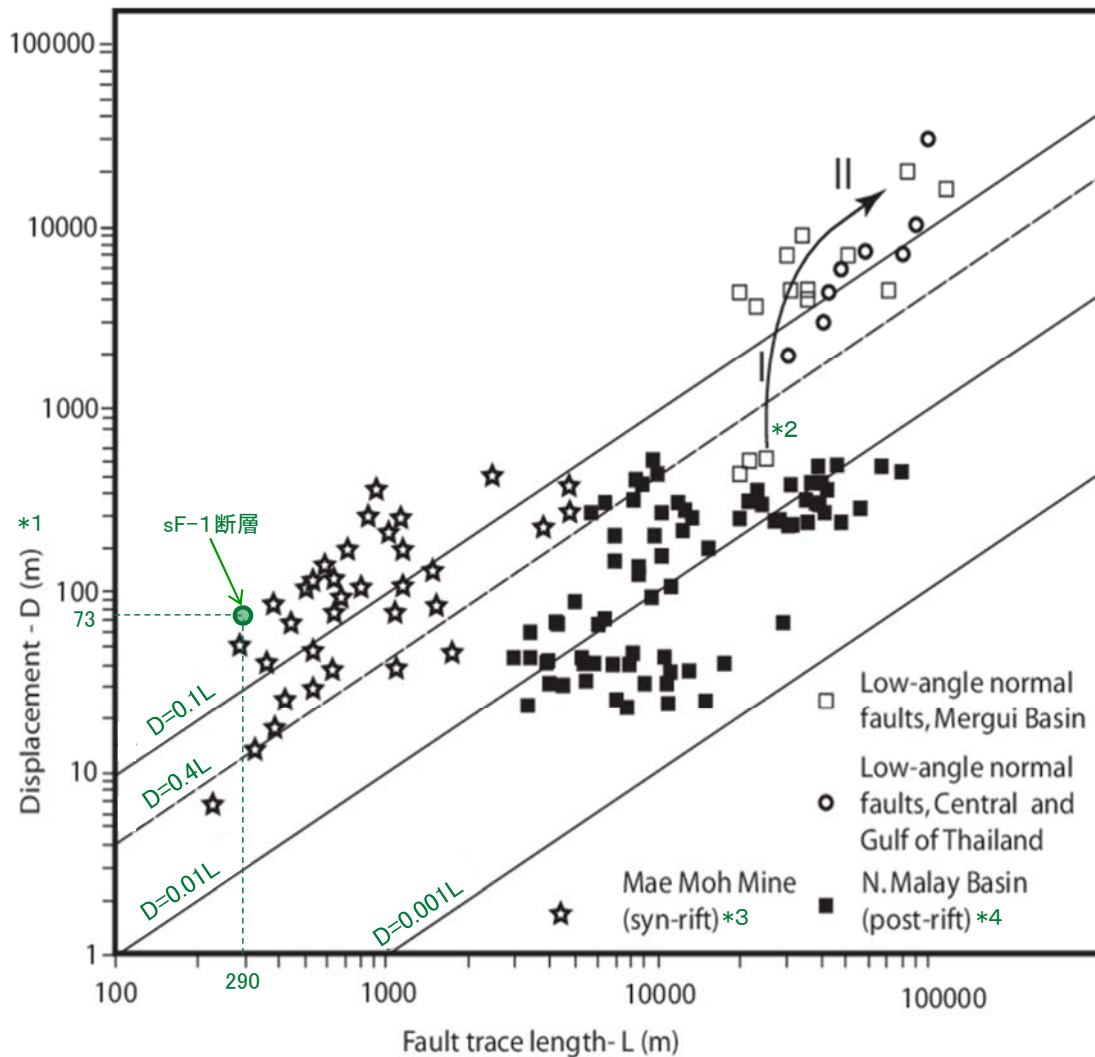
※: これらのデータは、地震破壊に伴う断層の長さすべり量の値で、1回の地震破壊に伴う変位量は同程度の長さの断層の最大変位量に比較して非常に小さい。このような小さな変位量が積み重なって大規模な断層の最大変位量となっていると考えられることが示されている。なお、これらのデータは断層の最大変位量とは異なるものであり、近似直線には考慮されていない。

2.2.1 sF-1断層 (2) 地下深部への連続性の検討(21/21)

コメントNo.S1-79



(参考)文献に基づく断層の長さ最大変位量の関係の検討(2/2)



正断層の長さ最大変位量の関係
(Morley (2017)⁸⁾に緑字で加筆・修正)

*1: 文献中ではDは最大変位量とされている。

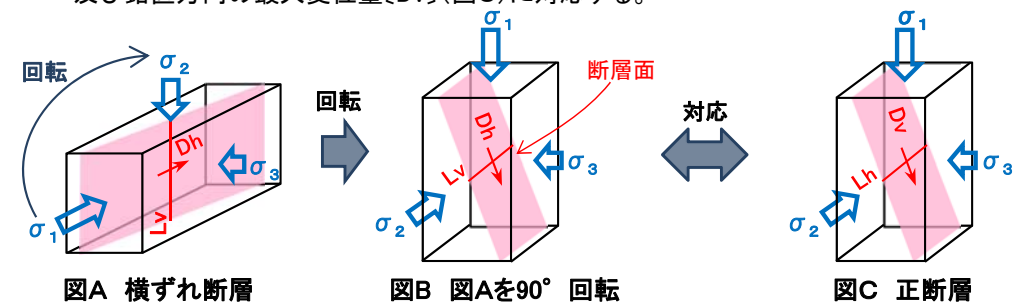
*2: 矢印と数字は断層の発達過程を示す。

*3: リフト期に堆積盆に形成された断層

*4: リフト期後に堆積盆に形成された断層

- Morley (2017)⁸⁾では、sF-1断層と同規模の数百m～数kmの長さの断層のデータを含む、正断層の水平方向の長さ最大変位量の関係が両対数の図に示されている。
- 本図に示された正断層の水平方向の長さ最大鉛直方向の変位量の関係は、横ずれ断層であるsF-1断層の鉛直方向の長さ最大水平方向の変位量の関係に対応するものと考え(※)、本図に基づいてsF-1断層の鉛直方向の長さについて検討する。
- sF-1断層の鉛直方向の長さ約290m(本編資料P.2-47参照)と見掛けの最大水平変位量約73m(本編資料P.2-10, 2-52参照)の関係を本図にプロットすると、既往データとして示された範囲と矛盾しない。
- 以上のことから、sF-1断層が少なくともT.P.約-290mまでは到達しないと判断されることは、本文献に示された断層の長さ最大変位量の関係とおおむね整合的と考えられる。

※: 横ずれ断層の鉛直方向の長さ[Lv]及び水平方向の最大変位量[Dh](図A)は、 σ_3 軸を中心に σ_1 軸を σ_2 軸方向に90°回転すると(図B)、正断層の水平方向の長さ[Lh]及び鉛直方向の最大変位量[Dv](図C)に対応する。



図A 横ずれ断層

図B 図Aを90°回転

図C 正断層

検討方針

sF-1断層について、多重逆解法を用いた応力場による検討を行い、sF-1断層形成に関わる応力場の時期を推定し、後期更新世以降の活動性を検討する。

- 掘削面及びボーリングコアでのsF-1断層の走向・傾斜、条線方向及び変位センスのデータを用いて多重逆解法による応力場の解析を行う。
- 解析で得られる応力場と、文献による下北半島周辺の応力場の変遷との関係から、sF-1断層形成に関わる応力場の時期を推定する。

(本編資料P.2-52～P.2-60, 補足説明資料P.2-71～P.2-86参照)

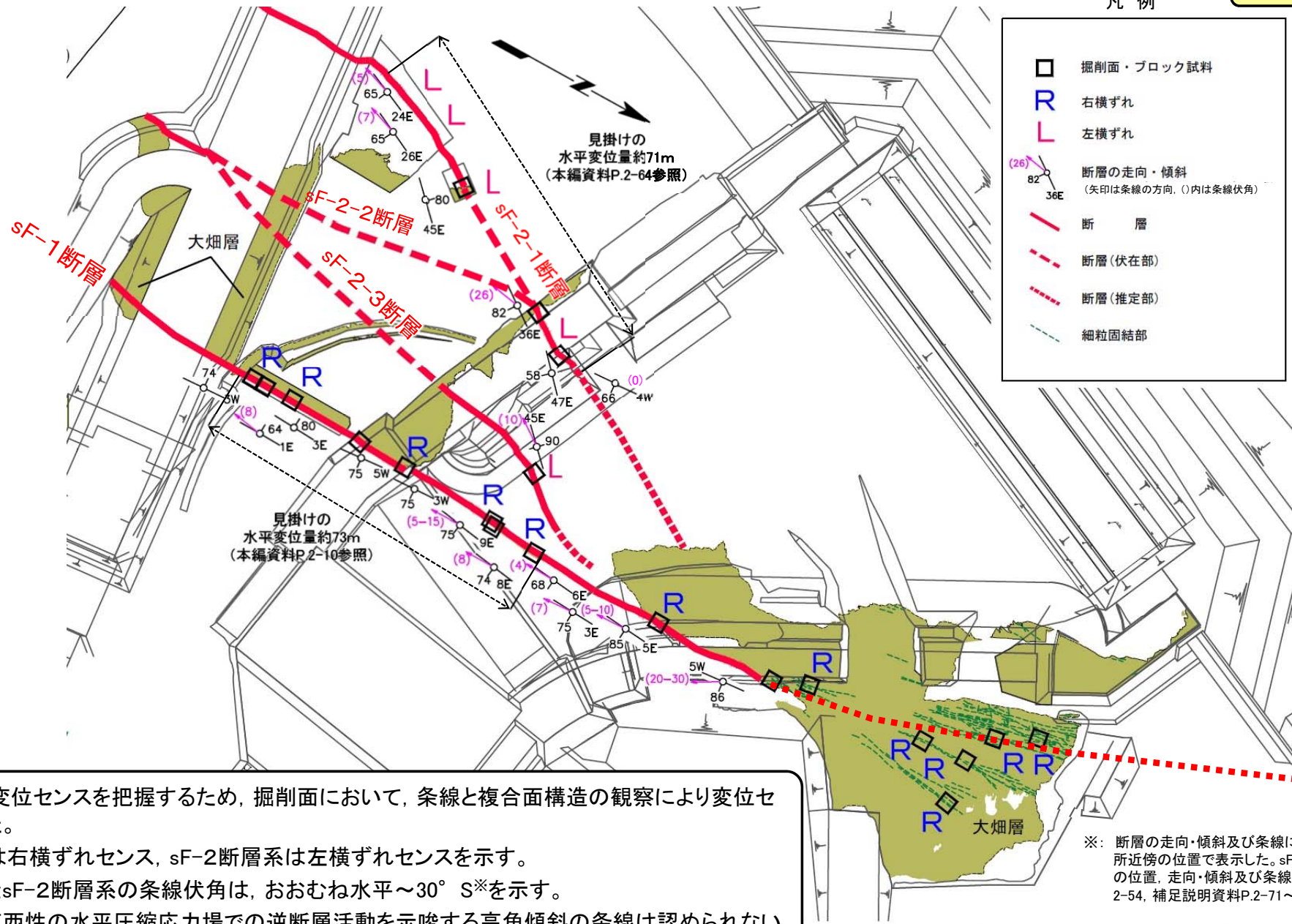
2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(2/10)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-7 一部修正



多重逆解法を用いた応力場による検討(1/6):sF断層系の変位センス分布

コメントNo.S1-80



sF断層系の変位センスを把握するため、掘削面において、条線と複合面構造の観察により変位センスを判定した。

- sF-1断層は右横ずれセンス、sF-2断層系は左横ずれセンスを示す。
- sF-1断層とsF-2断層系の条線伏角は、おおむね水平~30° S*を示す。
- 第四紀の東西性の水平圧縮応力場での逆断層活動を示唆する高角傾斜の条線は認められない。

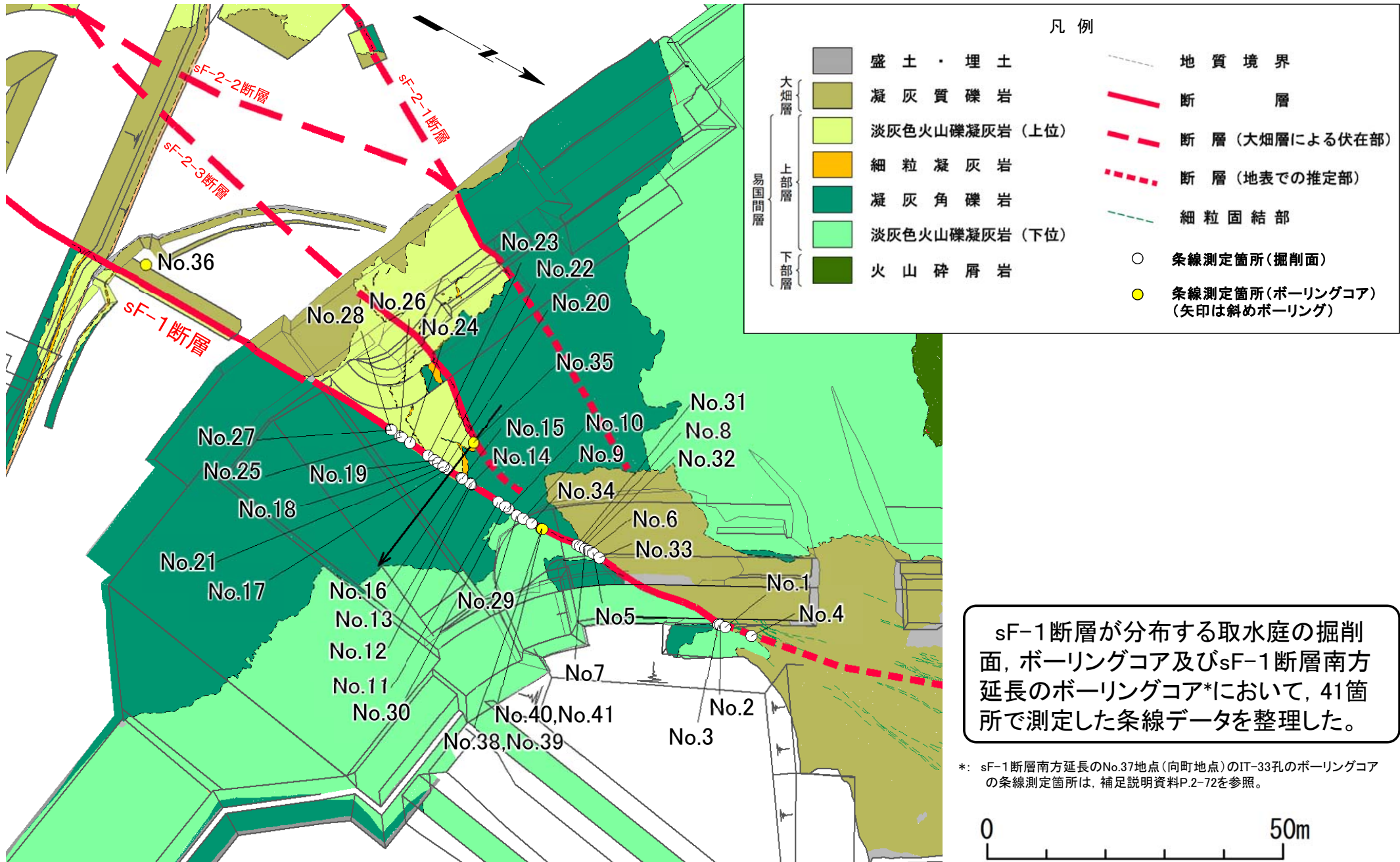
※: 断層の走向・傾斜及び条線については、主な測定箇所近傍の位置で表示した。sF-1断層の条線測定箇所的位置、走向・傾斜及び条線方向は本編資料P.2-53, 2-54, 補足説明資料P.2-71~P.2-85参照。

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(3/10)

コメントNo.S1-80



多重逆解法を用いた応力場による検討(2/6):取水庭における掘削面及びボーリングコアの条線測定箇所



sF-1断層が分布する取水庭の掘削面、ボーリングコア及びsF-1断層南方延長のボーリングコア*において、41箇所測定した条線データを整理した。

*: sF-1断層南方延長のNo.37地点(向町地点)のIT-33孔のボーリングコアの条線測定箇所は、補足説明資料P.2-72を参照。

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(4/10)

コメントNo.S1-80



多重逆解法を用いた応力場による検討(3/6):sF-1断層の走向・傾斜及び条線データ

掘削面及びボーリングコアにおけるsF-1断層の走向・傾斜及び条線データ

断層名	測定箇所 またはボーリング孔名	番号	T.P.(m) ()は深度	断層面の走向傾斜(°)	条線伏角(°)	写真の有無※	
sF-1	掘削面	取水庭北側護岸裏法面	1	-1~-2	N13° W, 86° E	19° S	○
		取水庭北側護岸裏法面	2	-1~-2	N5° W, 86° E	22° S	-
			3	-1~-2	N16° W, 90°	30° S	○
		取水庭北側護岸裏底盤	4	-1	N5° E, 75° W	0° (水平)	○
		取水庭北側法面	5	-2~-4	N5° E, 86° W	5° S	-
			6	-2~-4	N1° E, 84° W	6~8° S	-
			7	-2~-4	N3° E, 82° W	8° S	-
			8	-2~-4	N5° E, 85° E	5~10° S	○
			9	-4~-5	N3° E, 75° E	7° S	○
			10	-4~-5	N11° E, 73° E	7° S	○
		取水庭底盤	11	-4~-5	N6° E, 68° E	4° S	○
			12	-4~-5	N5° E, 68° E	5~10° S	-
			13	-4~-5	N5° E, 68° E	5° S	○
			14	-4~-5	N5° E, 68° E	8° S	○
			15	-4~-5	N8° E, 74° E	8° S	○
			16	-4~-5	N8° E, 74° E	8° S	○
			17	-4~-5	N7° E, 74° E	12° S	-
			18	-4~-5	N7° E, 78° E	5° S	-
			19	-4~-5	N9° E, 82° E	10° S	-
			20	-4~-5	N7° E, 74° E	10° S	○
			21	-4~-5	N13° E, 74° E	8° S	○
			22	-4~-5	N7° E, 78° E	5° S	○
			23	-4~-5	N11° E, 85° E	10° S	○
			24	-4~-5	N11° E, 78° E	0~10° S	-
			25	-4~-5	N9° E, 75° E	5° S	-
			26	-4~-5	N9° E, 75° E	5~15° S	○
			27	-4~-5	N5° E, 72° E	8° S	○
		28	-4~-5	N5° E, 78° E	10° S	-	
		29	-4~-5	N4° E, 75° E	8° S	○	
		30	-4~-5	N6° E, 80° E	20° S	-	
		取水庭北側法面	31	-2~-4	N11° E, 87° E	18° S	○
			32	-2~-4	N6° E, 83° W	16° S	○
			33	-2~-4	N4° W, 85° W	5° S	○
		取水庭底盤	34	-5	N-S, 82° E	7° S	○
	ボーリングコア	IT-9	35	-25.67 (22.94)	N3° E, 72° W	19° S	○
		IT-18	36	-32.75 (35.65)	N2° W, 58° W	21° S	○
		IT-33	37	-81.65 (98.37)	N7° E, 81° W	20° N	○
		IT-P-3-f	38	-6.56~-6.68 (1.53~1.65)	N7° W, 86° E	17° S	○
		IT-P-3-f	39	-6.78~-6.83 (1.75~1.80)	N7° W, 86° E	12° S	○
		IT-P-3-i	40	-5.56~-5.61 (0.52~0.57)	N11° W, 87° E	10° S	○
		IT-P-3-i	41	-5.71~-5.82 (0.67~0.78)	N11° W, 87° E	7° S	○

- sF-1断層が分布する掘削面及びボーリングコアにおいて、41箇所条線を測定した。
- 条線伏角はおおむね水平であり、第四紀の東西性の水平圧縮応力場(本編資料P.2-55参照)での逆断層活動を示唆する高角傾斜の条線は認められない。

※: 各条線確認箇所の位置及び写真については補足説明資料P.2-71~P.2-85参照。

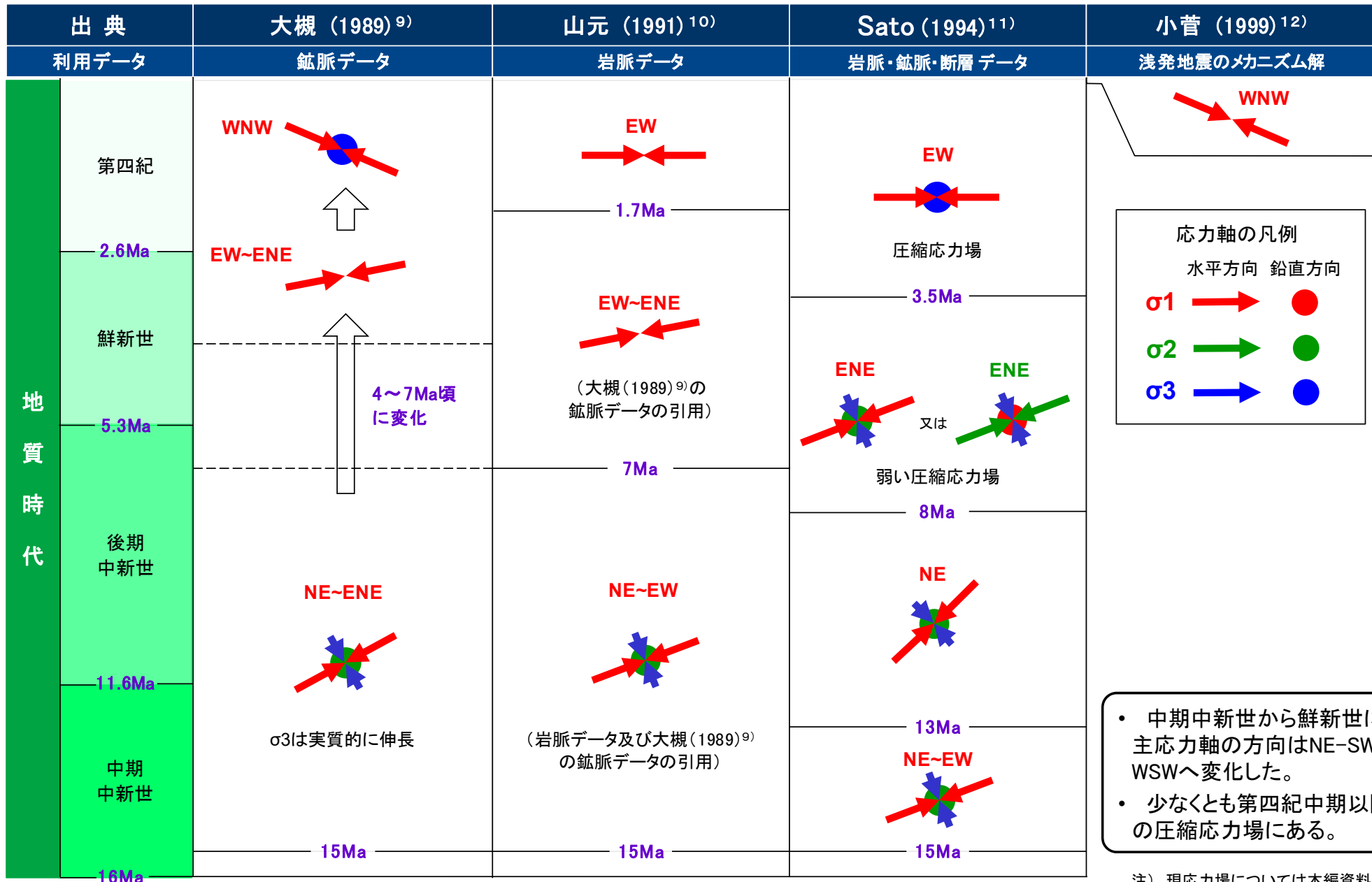
2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(5/10)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-8 再掲



コメントNo.S1-80

多重逆解法を用いた応力場による検討(4/6):文献による下北半島周辺の応力場の変遷



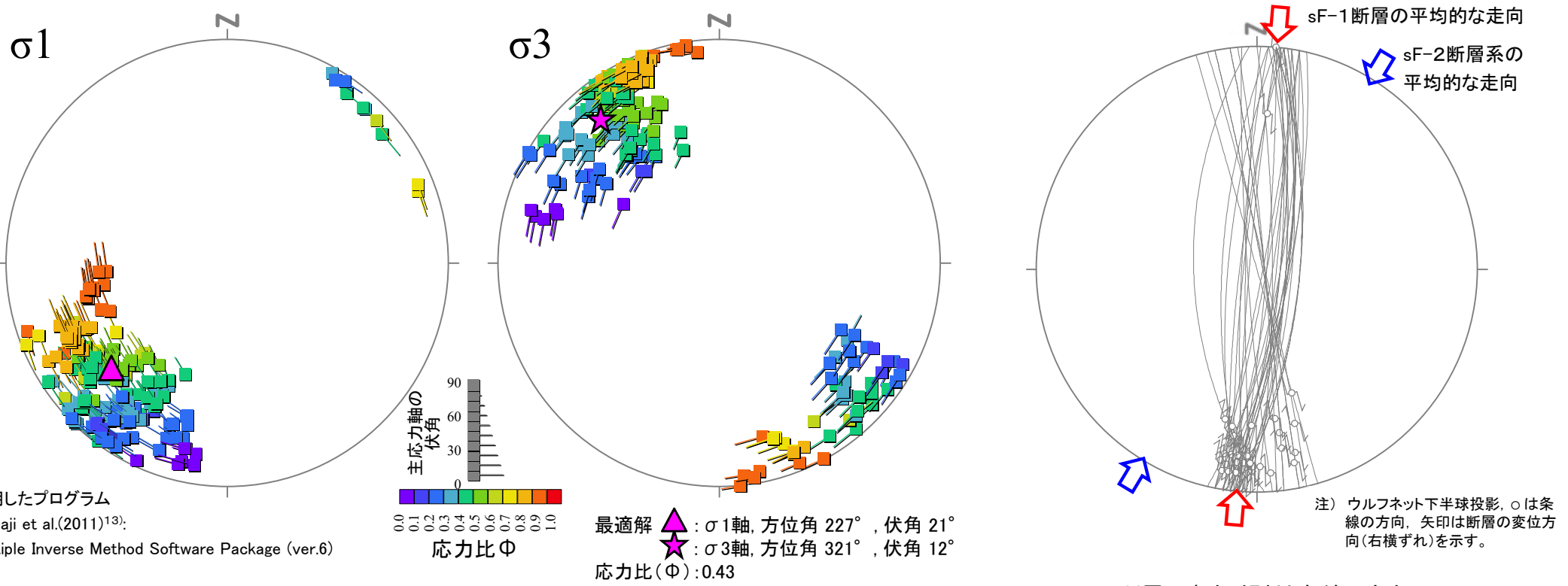
注) 現応力場については本編資料P.2-59, 2-60参照。

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(6/10)

コメントNo.S1-80



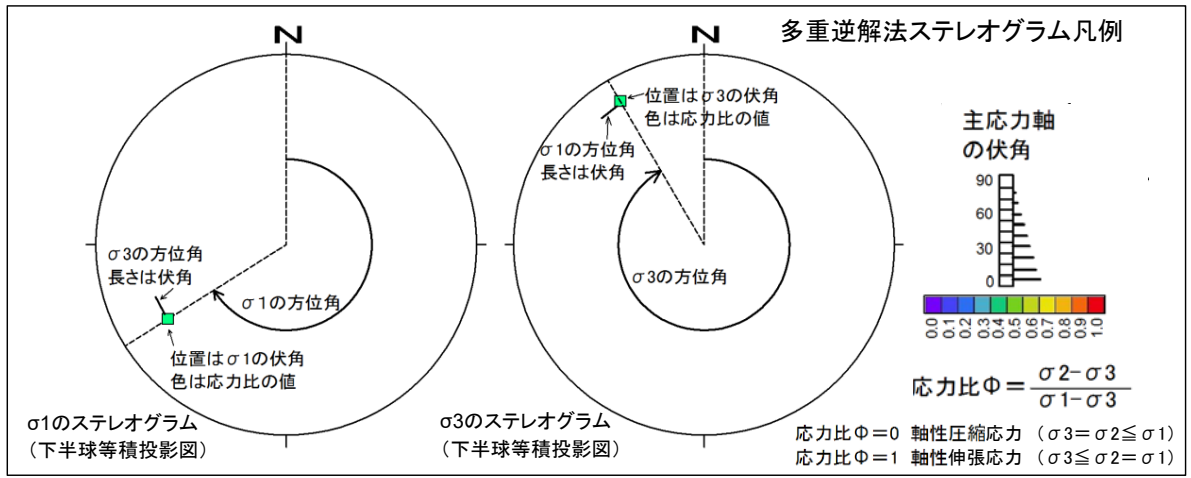
多重逆解法を用いた応力場による検討(5/6): 多重逆解法によるsF-1断層形成時の応力場の推定



使用したプログラム
 Yamaji et al.(2011)¹³⁾:
 Multiple Inverse Method Software Package (ver.6)

多重逆解法によるσ1及びσ3の主応力軸方向

断層の走向・傾斜と条線方向



- sF-1断層の走向・傾斜及び断層面の条線データ(計41個)を用いて, 多重逆解法(Yamaji et al.(2011)¹³⁾)により断層形成時の応力場について検討した。
- 最大主応力軸はNE-SW方向でほぼ水平で, 中～後期中新世の広域応力場(最大主応力軸NE-SW方向)及び鮮新世の広域応力場(最大主応力軸ENE-WSW方向)におおむね調和的である(本編資料P.2-55参照)。
- 第四紀の東西圧縮応力場には整合しない(本編資料P.2-57参照)ことから, 第四紀における活動はないものと考えられる。
- したがって, sF-1断層は鮮新世の活動以降の活動はないと考えられる。

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(7/10)

コメントNo.S1-80



多重逆解法を用いた応力場による検討(6/6):sF-1断層解析結果

第856回審査会合
資料1-2 P.2-10 一部修正

断層名	測定箇所 (ボーリング孔名)	番号	断層面の 方位角(°)	断層面の 傾斜角(°)	条線方位角 (°)	条線伏角 ^{※1} (°)	変位センス	ミスフィット角① (最適応力場)	ミスフィット角② (第四紀応力場 ^{※2})	
sF-1	掘削面	取水庭北側護岸裏法面	1	77	86	166	19	右横ずれ	3.4	167.2
			2	85	86	173	22	右横ずれ	10.5	144.1
			3	74	90	164	30	右横ずれ	8.8	150.0
		取水庭北側護岸裏底盤	4	275	75	5	0	右横ずれ	7.2	80.4
			5	275	86	185	5	右横ずれ	3.2	53.0
			6	271	84	182	7	右横ずれ	3.7	78.2
		取水庭北側法面	7	273	82	184	8	右横ずれ	1.4	71.3
			8	95	85	184	8	右横ずれ	0.3	71.5
			9	93	75	181	7	右横ずれ	0.2	91.5
			10	101	73	189	7	右横ずれ	1.2	79.2
			11	96	68	184	4	右横ずれ	2.6	86.5
			12	95	68	182	8	右横ずれ	1.8	91.9
		取水庭底盤	13	95	68	183	5	右横ずれ	1.4	88.7
			14	95	68	182	8	右横ずれ	1.8	91.9
			15	98	74	186	8	右横ずれ	0.5	84.1
			16	98	74	186	8	右横ずれ	0.5	84.1
			17	97	74	184	12	右横ずれ	4.6	89.9
			18	97	78	186	5	右横ずれ	2.7	78.8
			19	99	82	188	10	右横ずれ	2.5	70.7
			20	97	74	184	10	右横ずれ	2.7	88.0
			21	103	74	191	8	右横ずれ	0.6	76.0
			22	97	78	186	5	右横ずれ	2.7	78.8
			23	101	85	190	10	右横ずれ	3.3	52.5
			24	101	78	190	5	右横ずれ	2.8	70.5
			25	99	75	188	5	右横ずれ	2.9	78.3
			26	99	75	186	10	右横ずれ	2.4	83.6
			27	95	72	182	8	右横ずれ	1.3	90.5
			28	95	78	183	10	右横ずれ	2.4	88.4
			29	94	75	182	8	右横ずれ	0.8	90.6
			30	96	80	182	20	右横ずれ	12.5	93.6
	取水庭北側法面	31	101	87	190	18	右横ずれ	11.7	46.8	
		32	276	83	188	16	右横ずれ	8.8	50.7	
		33	266	85	176	5	右横ずれ	9.2	106.8	
	取水庭底盤	34	90	82	179	7	右横ずれ	1.8	97.1	
	ボーリングコア	IT-9	35	273	72	189	19	右横ずれ	10.8	65.3
		IT-18	36	268	58	192	21	右横ずれ	9.8	66.8
		IT-33	37	277	81	4	20	右横ずれ	26.5	88.9
		IT-P-3-f	38	83	86	172	17	右横ずれ	4.6	148.2
		IT-P-3-f	39	83	86	172	12	右横ずれ	0.4	143.2
		IT-P-3-i	40	79	87	168	10	右横ずれ	5.1	161.3
		IT-P-3-i	41	79	87	169	7	右横ずれ	8.1	158.2

- 解析で求められた最適応力場(本編資料P.2-56参照)とのミスフィット角①は、ほとんどが20°未満^{※3}で小さく、sF-1断層は均一な応力場(おおむね最大主応力軸NE-SW)において形成されたものと考えられる。
- なお、第四紀応力場^{※2}とのミスフィット角②は、いずれも20°を超えて^{※3}大きいことから、第四紀の東西圧縮応力場には整合しない。

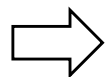
※1: 確認した条線方位角(本編資料P.2-54参照)に幅がある場合は、中央値を採用した。
 ※2: σ_1 :東西, σ_3 :鉛直(本編資料P.2-55参照)。
 ※3: Yamaji et al.(2011)¹³⁾を参考に、ミスフィット角20°を閾値とした。
 注) 各番号に対応するsF-1断層の走向・傾斜については本編資料P.2-54参照。

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(8/10)

コメントNo.S1-80

まとめ第856回審査会合
資料1-2 P.2-12 一部修正

- 掘削面及びボーリングにおいて、条線と複合面構造の観察により変位センスを判定した。sF-1断層は右横ずれセンス、sF-2断層系は左横ずれセンスを示し、条線伏角はおおむね水平～30° Sである。第四紀の東西性の水平圧縮応力場での逆断層活動を示唆する高角傾斜の条線は認められない。
- 多重逆解法を用いた応力場による検討の結果、sF-1断層の最大主応力軸はNE-SW方向でほぼ水平であり、文献による中～後期中新世及び鮮新世の下北半島周辺の応力場(最大主応力軸はNE-SW～ENE-WSW方向)におおむね調和的であること、第四紀の東西圧縮応力場には整合しないことから、sF-1断層は、鮮新世の活動以降の活動はないと考えられる。



sF-1断層は少なくとも後期更新世以降の活動はないと考えられる

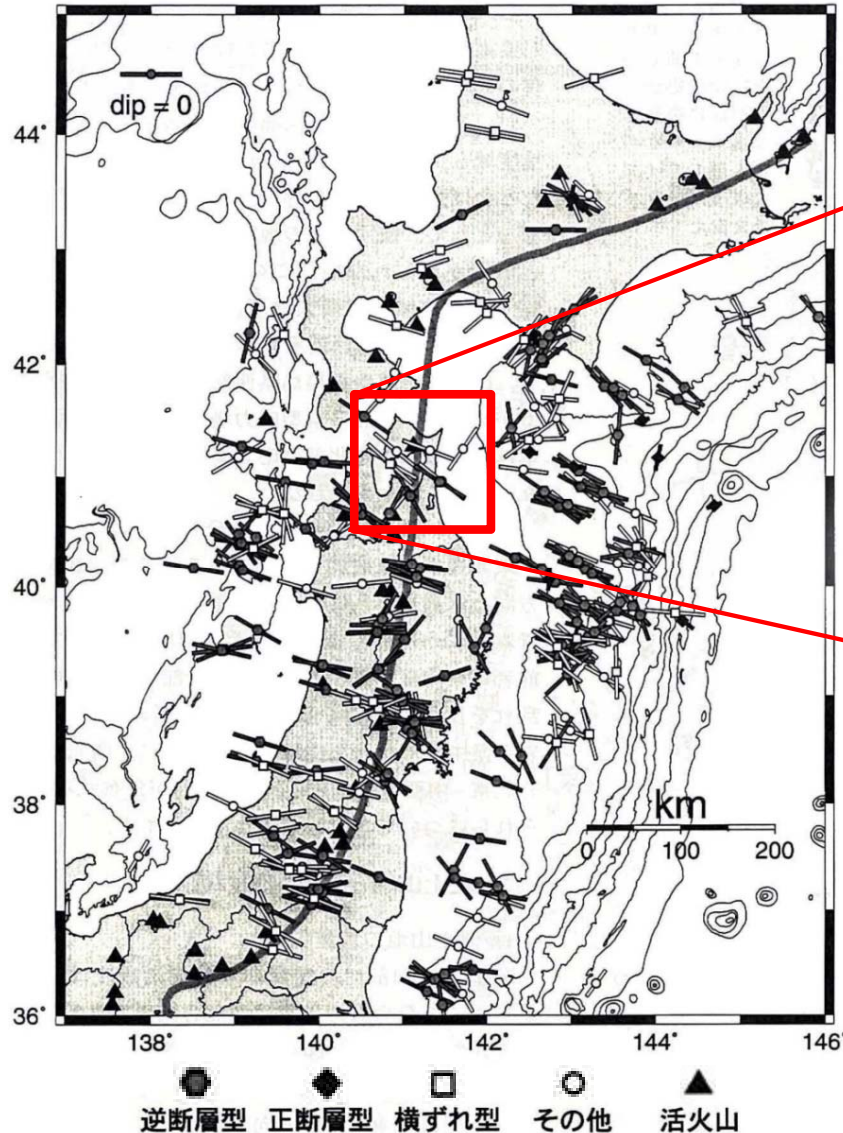
2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(9/10)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-13 再掲

(参考)現応力場の検討(震源メカニズム解)

コメントNo.S1-80

大間原子力発電所



浅発地震の震源メカニズム解(小菅(1999)¹²⁾)によれば、下北半島付近の現応力場の主圧力軸はWNW-ESE方向*である。

*: 小菅ほか(2012)¹⁴⁾によれば、下北半島周辺では、東北地方太平洋沖地震発生後も逆断層型の地震を説明できるような応力場が示されている。

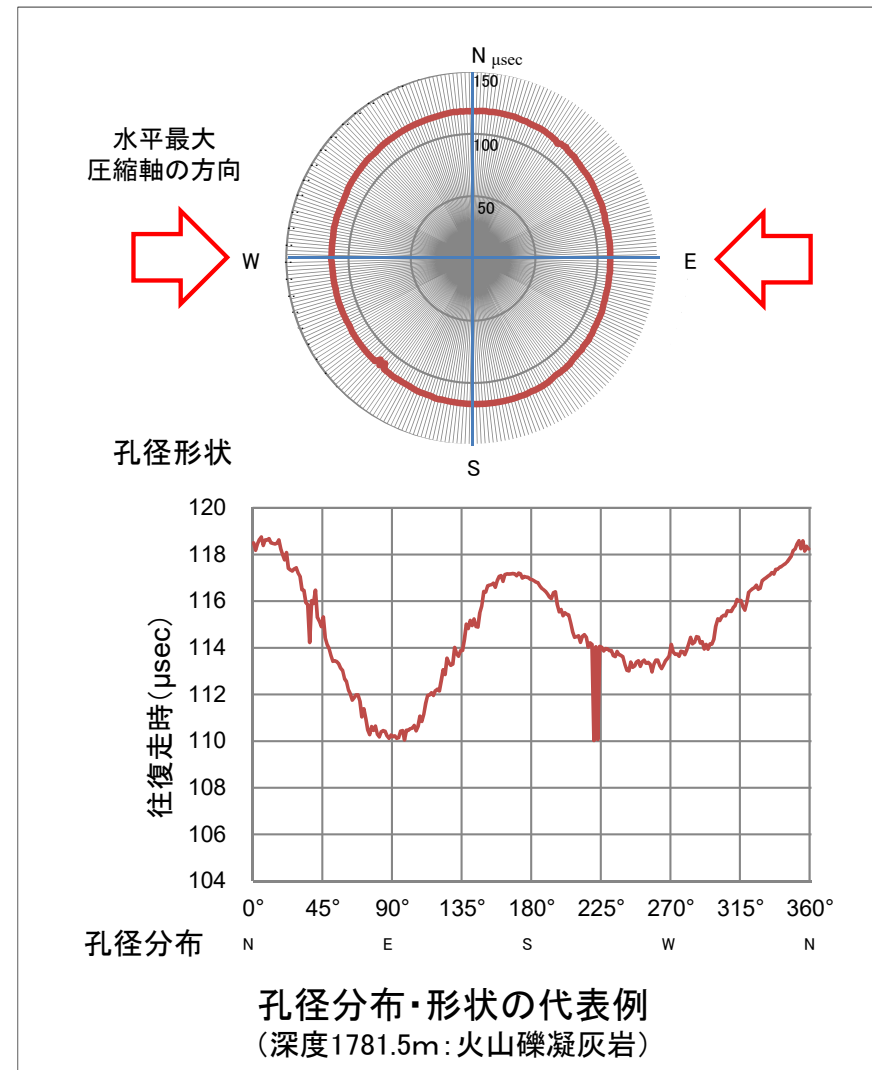
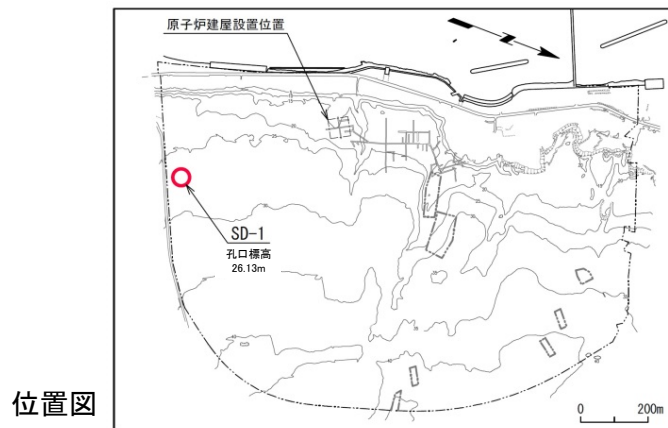
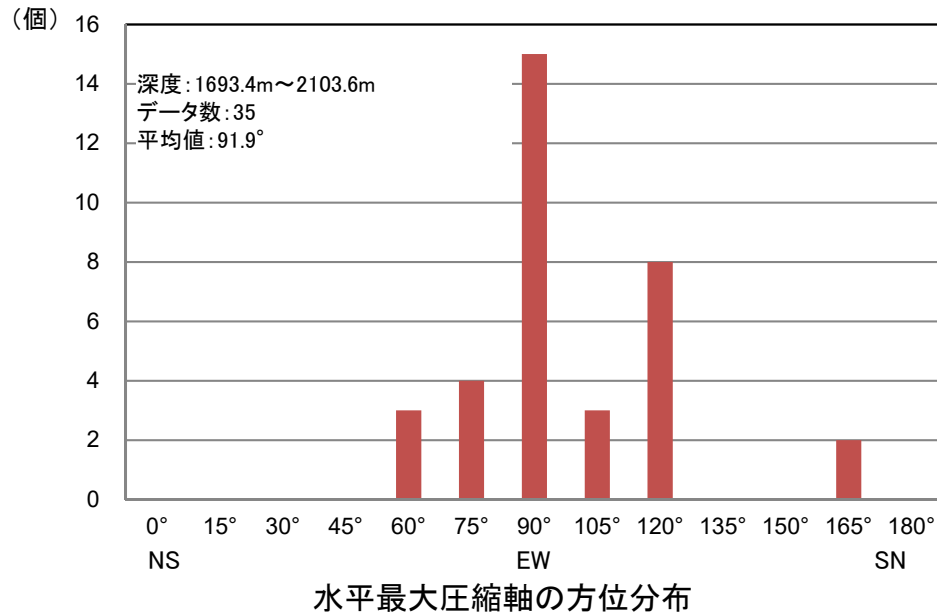
東北日本弧で発生した浅発地震のメカニズム解のP軸の空間分布(小菅(1999)¹²⁾)

2.2.1 sF-1断層 (3)後期更新世以降の活動性の検討(10/10)

第856回審査会合
資料1-2 P.2-14 再掲

(参考)現応力場の検討(敷地におけるボーリング孔の変形現象による推定)

コメントNo.S1-80



- SD-1孔にてボアホールテレビュアー検層により深度1693.4m~2103.6mの孔径分布を測定した。
- 複数の深度において方位90°毎に極大、極小孔径が出現するボーリング孔の変形現象を確認した。
- 孔径の変形から推定される現応力場の水平最大圧縮軸は、そのヒストグラムの分布から東西方向であると判断される。

2.2.1 sF-1断層 評価まとめ

コメントNo.S1-78



(1) 分布・性状

- sF-1断層は、N-S～NNW-SSE走向で高角傾斜(右横ずれセンス)であり、敷地極近傍の範囲に限定的に分布し、敷地周辺の活断層には連続しないと判断される。

(2) 地下深部への連続性の検討

- 反射法地震探査統合解析及びボーリング調査の結果、sF-1断層は深度約150m付近において見掛けの鉛直変位量約40mで確認されたものの、その下方延長部ではT.P.約-290mに分布する鍵層AT-22に変位はなく、sF-1断層は少なくともT.P.約-290mまでは到達しないと判断されることから、sF-1断層は地下深部に連続する断層ではないと判断される。



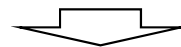
sF-1断層は地下深部に連続する断層ではないと判断される

(3) 後期更新世以降の活動性の検討

- sF-1断層は、N-S走向でほぼ水平方向の条線及び右横ずれセンスを示し、第四紀の東西性の水平圧縮応力場での逆断層活動を示唆する高角傾斜の条線は認められない。
- 多重逆解法を用いた応力場による検討の結果、sF-1断層の最大主応力軸はNE-SW方向でほぼ水平であり、文献による中～後期中新世及び鮮新世の下北半島周辺の応力場(最大主応力軸はNE-SW～ENE-WSW方向)におおむね調和的であること、第四紀の東西圧縮応力場には整合しないことから、sF-1断層は、鮮新世の活動以降の活動はないと考えられる。



sF-1断層は少なくとも後期更新世以降の活動はないと考えられる



sF-1断層は、地下深部に連続する断層ではないと判断され、後期更新世以降の活動はないと考えられることから、総合的評価により、sF-1断層は震源として考慮する活断層に該当しない

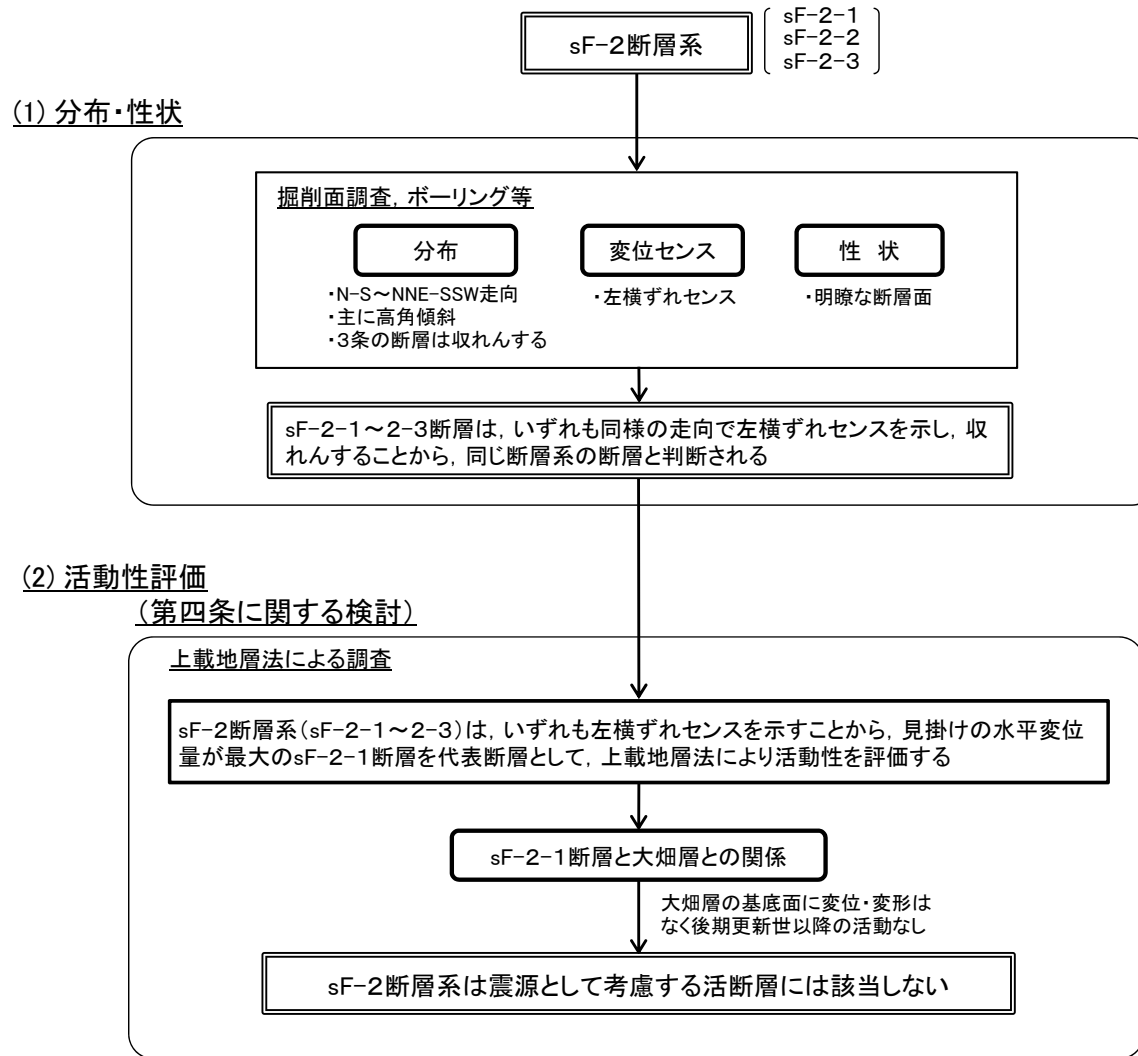
2.2 sF断層系 2.2.2 sF-2断層系



1. 敷地周辺の断層評価の概要	.....	4.3.2 断層等の抽出	.....
1.1 陸域の地形・地質・地質構造	.....	4.3.3 陸域・北端の調査	.....
1.2 海域の地形・地質・地質構造	.....	4.3.4 海域・南端の調査	.....
1.3 陸域・海域の地球物理学的特性	.....	4.3.5 連続性の調査	.....
1.4 活断層調査	.....	4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ	.....
1.4.1 活断層調査の概要	.....	4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ	.....
1.4.2 陸域の活断層(概要)	.....	5. 敷地前面海域の活断層	.....
1.4.3 海域の活断層(概要)	.....	5.1 概要	.....
1.4.4 活断層調査のまとめ	.....	5.2 F-14断層	.....
2. 敷地極近傍の断層	.....2-1	5.3 F-18断層～F-24断層	.....
2.1 概要	.....2-1	5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ	.....
2.2 sF断層系	.....2-8	6. 外側海域の活断層	.....
2.2.1 sF-1断層	.....2-8	6.1 概要	.....
2.2.2 sF-2断層系	.....2-62	6.2 恵山岬東方沖断層	.....
2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ	.....2-78	6.3 奥尻海盆北東縁断層	.....
3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層	.....	6.4 奥尻海盆東縁断層	.....
3.1 概要	.....	6.5 西津軽海盆東縁断層	.....
3.2 清水山南方断層	.....	6.6 奥尻海盆北東縁断層, 奥尻海盆東縁断層, 西津軽海盆 東縁断層の連続性の評価	.....
3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ	.....	6.7 外側海域の断層評価まとめ	.....
4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層	.....	7. 下北半島西部の隆起	.....
4.1 概要	.....	7.1 概要	.....
4.2 根岸西方断層	.....	7.2 第四紀広域隆起	.....
4.2.1 概要	.....	7.2.1 陸域の隆起傾向	.....
4.2.2 断層等の抽出	.....	7.2.2 海域の隆起傾向	.....
4.2.3 陸域の調査	.....	7.2.3 第四紀の隆起傾向	.....
4.2.4 海域の調査	.....	7.3 中新世背斜・向斜	.....
4.2.4.1 北西端の調査	.....	7.4 下北半島西部の隆起のまとめ	.....
4.2.4.2 南端の調査	.....	8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮	.....
4.2.5 連続性の調査	.....	9. 敷地周辺の断層評価のまとめ	.....
4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ	.....	
4.3 函館平野西縁断層帯	.....	
4.3.1 概要	.....	



sF-2断層系の調査・評価の考え方

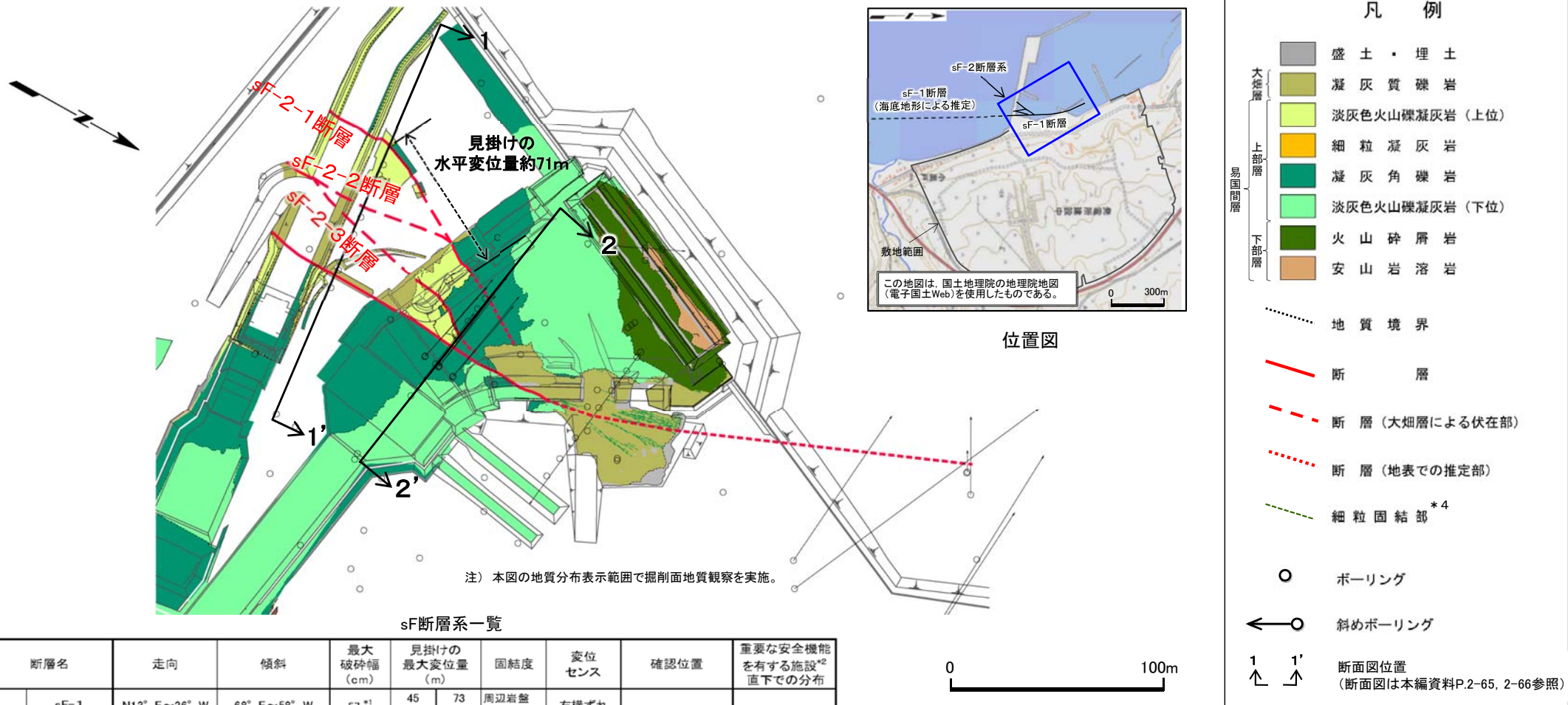


sF-2断層系(sF-2-1~2-3)は、いずれも左横ずれセンスを示すことから、見掛けの水平変位量が最大のsF-2-1断層を代表断層として、上載地層法により活動性を評価する。



2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(1/10)

掘削面調査, ボーリング等(1/9): 掘削面(T.P.約0m付近)における分布・性状



sF断層系一覧

断層名	走向	傾斜	最大 破砕幅 (cm)	見掛けの 最大変位量 (m)	固結度	変位 センス	確認位置	重要な安全機能 を有する施設*2 直下での分布	
sF 断層系	sF-1	N13° E~26° W	68° E~58° W	57 ^{*1}	45 (鉛直) 73 (水平)	周辺岩盤 より低い	右横ずれ	掘削面底盤 掘削法面 ボーリング	分布しない
	sF-2-1	N9° ~45° E	60° E~78° W	3	6 (鉛直) 71 (水平)	周辺岩盤と 同等か低い	左横ずれ		
	sF-2-2	N1° W	66° W	4 ^{*1}	3 (鉛直) - ^{*3}				
	sF-2-3	N11° ~22° E	75° ~90° W	密着	3 (鉛直) 9 (水平)				

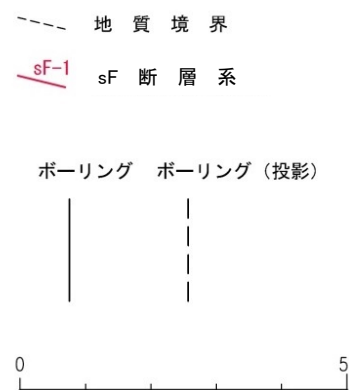
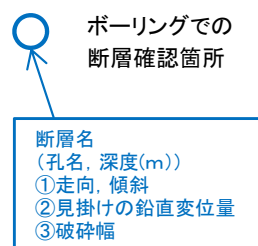
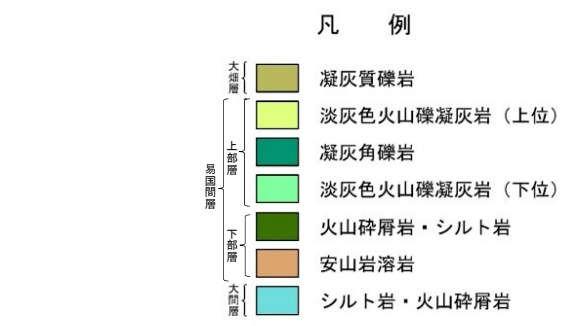
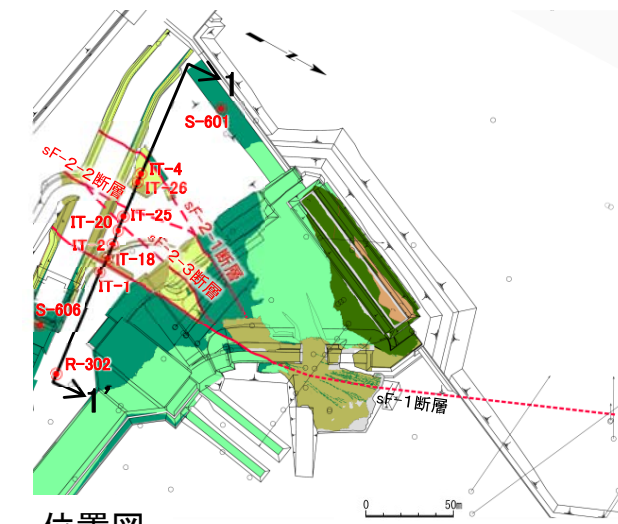
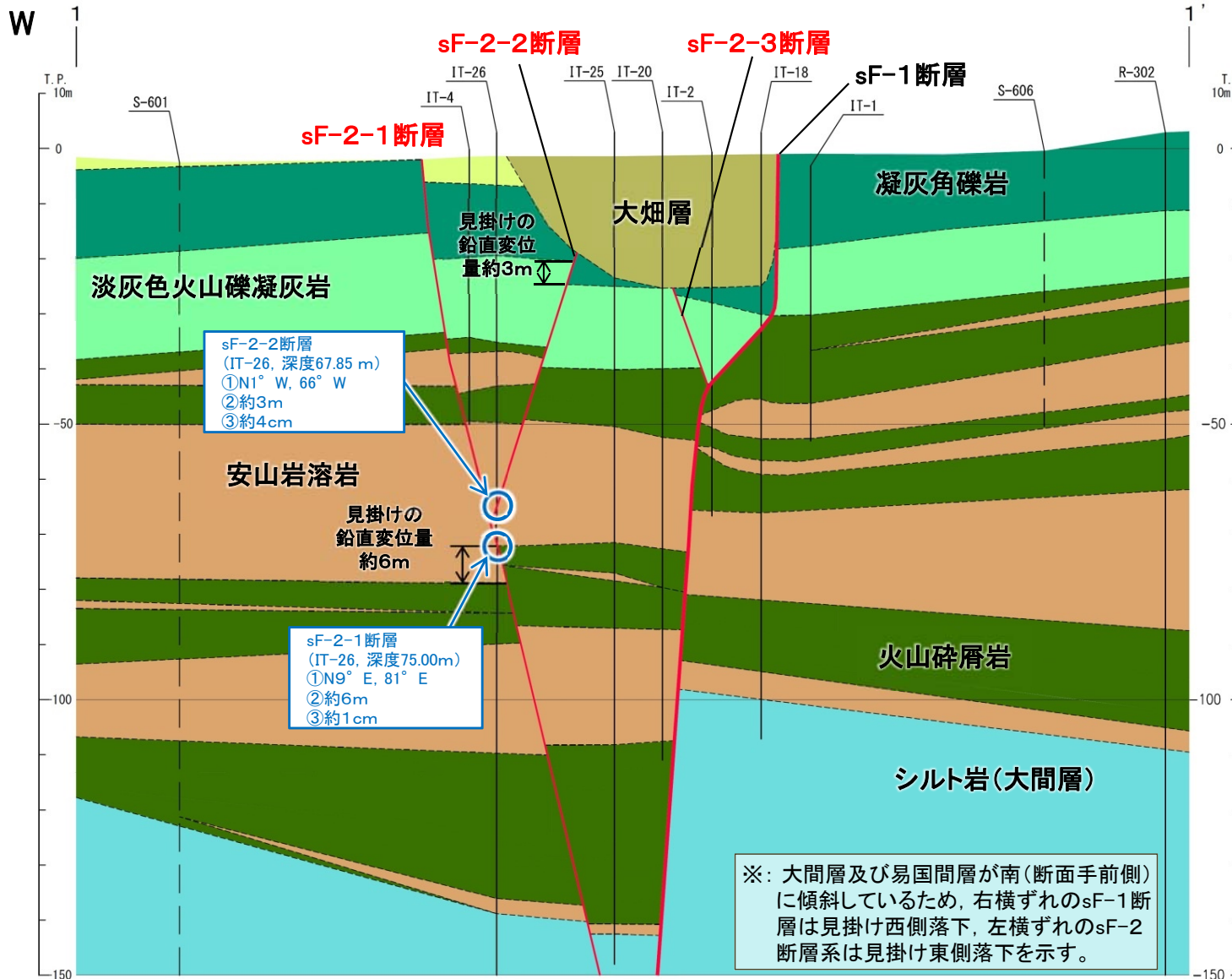
*1: 設置変更許可申請書提出以降平成30年5月までに追加取得した調査データを取り入れた数値。
 *2: 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第三条の「耐震重要施設」及び第三十八条の「重大事故等対処施設」をいう。
 *3: sF-2-2断層の見掛けの水平変位量については、sF-2-2断層は連続性が小さくsF-2-1断層に収れんするため、sF-2-1断層の変位量で代表するものとする。
 *4: 細粒固結部の分布・性状については、本編資料P.2-15~P.2-17, 補足説明資料P.2-21~P.2-23参照。

- sF-2断層系はsF-2-1~2-3の3条から成り, N-S~NNE-SSW走向を示し収れんする分布を示す。
- sF-2断層系は左横ずれセンス(本編資料P.2-67~P.2-72参照)で, 見掛けの最大水平変位量はsF-2-1断層が最大で約71mである。
- sF-2-1断層は大畑層に不整合で覆われる(本編資料P.2-75, 2-76参照)ため, 大畑層分布域では断層(大畑層による伏在部)として, 破線を表示している。
- sF-2断層系は明瞭な断層面が認められ, 断層面沿いに粘土を伴う破砕部が見られることが多い(本編資料P.2-67~P.2-72参照)。

2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(2/10)



掘削面調査, ボーリング等(2/9):地質断面でのsF-2断層系の分布(1-1'断面図)

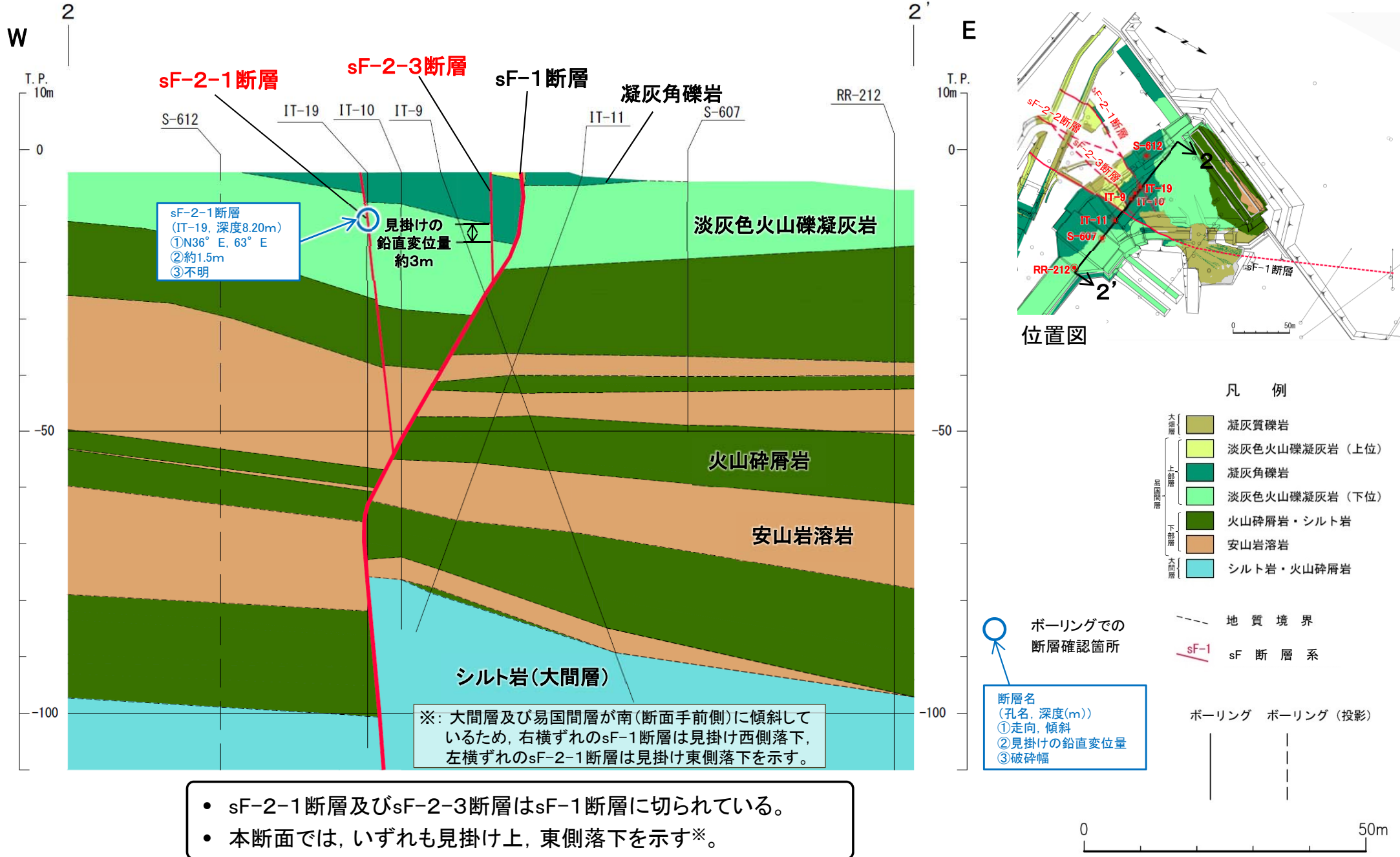


- sF-2-2断層はsF-2-1断層に収れんする。sF-2-3断層はsF-1断層に切られている。
- 本断面では, いずれも見掛け上, 東側落下を示す*。

2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(3/10)



掘削面調査, ボーリング等(3/9):地質断面でのsF-2断層系の分布(2-2'断面図)

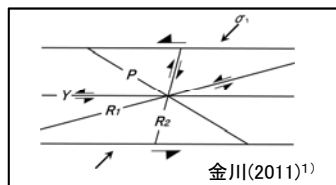
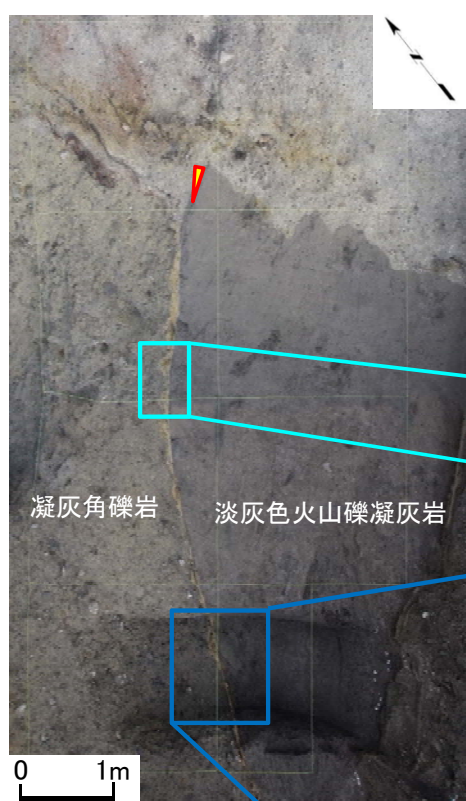


- sF-2-1断層及びsF-2-3断層はsF-1断層に切られている。
- 本断面では, いずれも見掛け上, 東側落下を示す※。

2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(4/10)

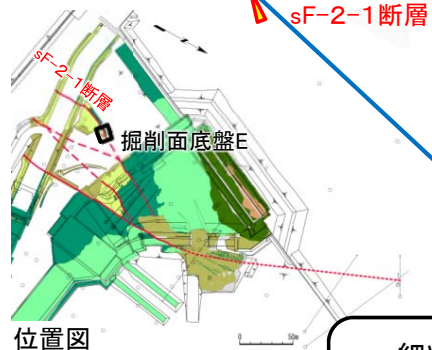
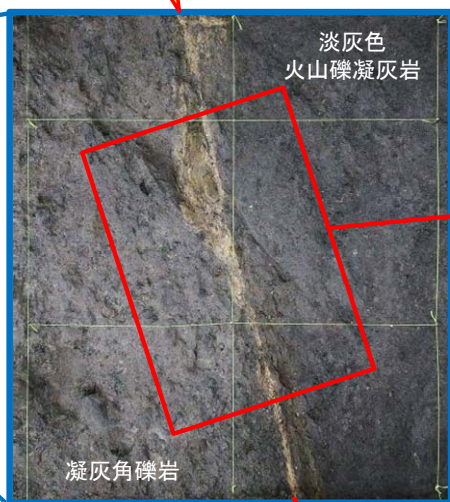
掘削面調査, ボーリング等(4/9):

sF-2-1断層の性状・変位センス: 掘削面底盤E(解釈線有り)



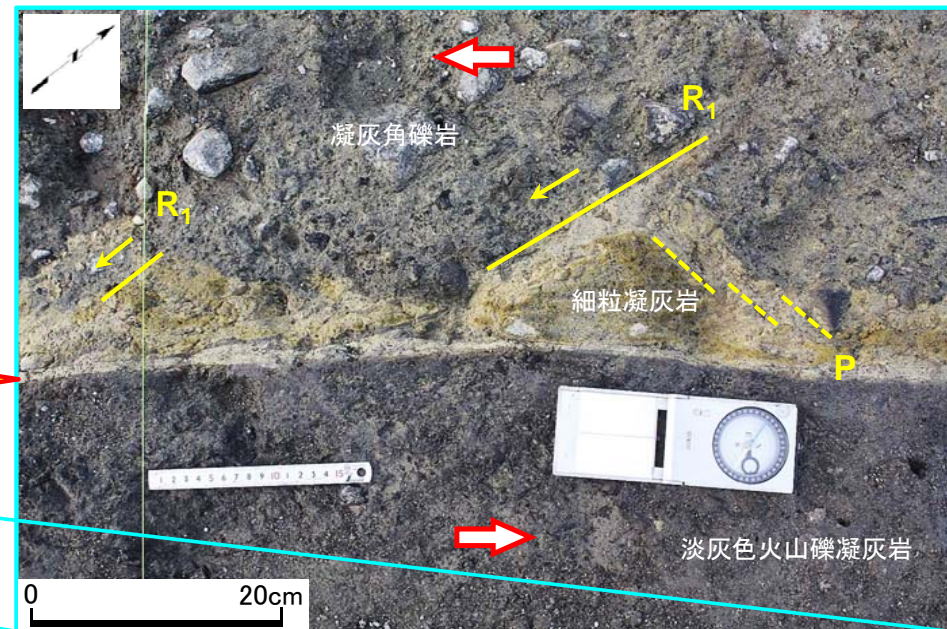
▶ Y: 断層の主せん断面
▶ P: 主せん断面に引きずられた細粒凝灰岩の伸長方向及び破碎岩片の伸長方向
▶ R₁: Yに対してPとは反対方向に斜交し, Pを切断する面。矢印は変位方向。

▶ 複合面構造から判定される変位センス

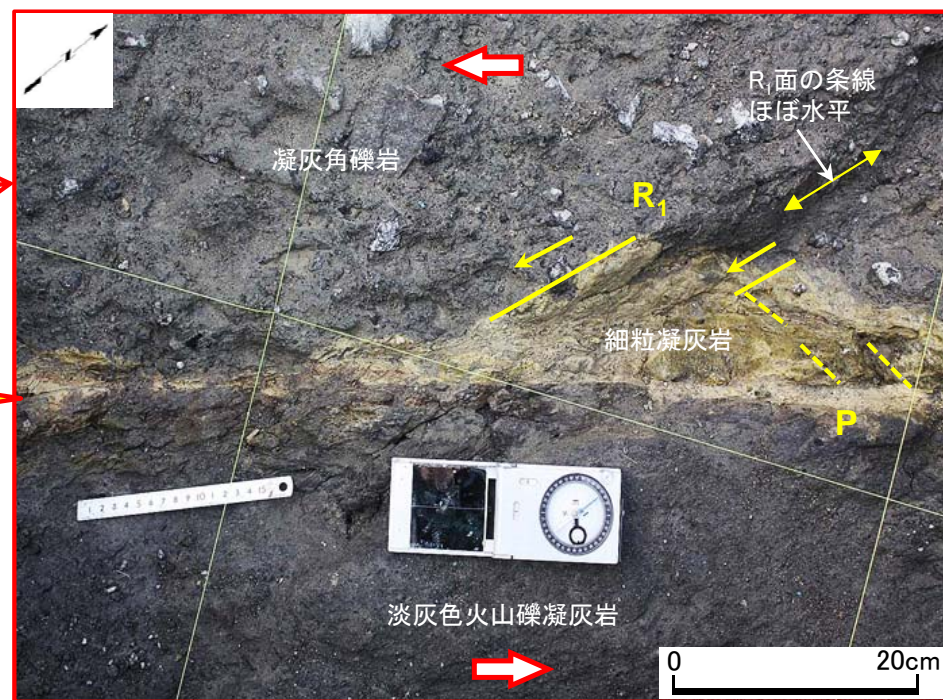


位置図

- 細粒凝灰岩の変形に伴う複合面構造は左横ずれセンスを示す。
- R₁面にはほぼ水平方向の条線が認められる。



断層面(Y)



断層面(Y)

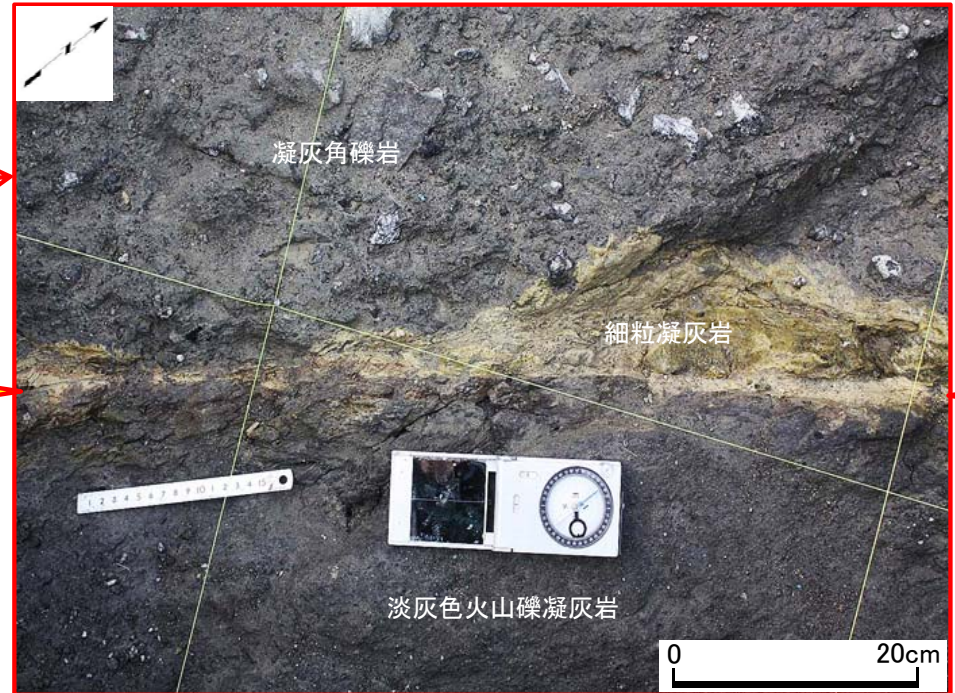
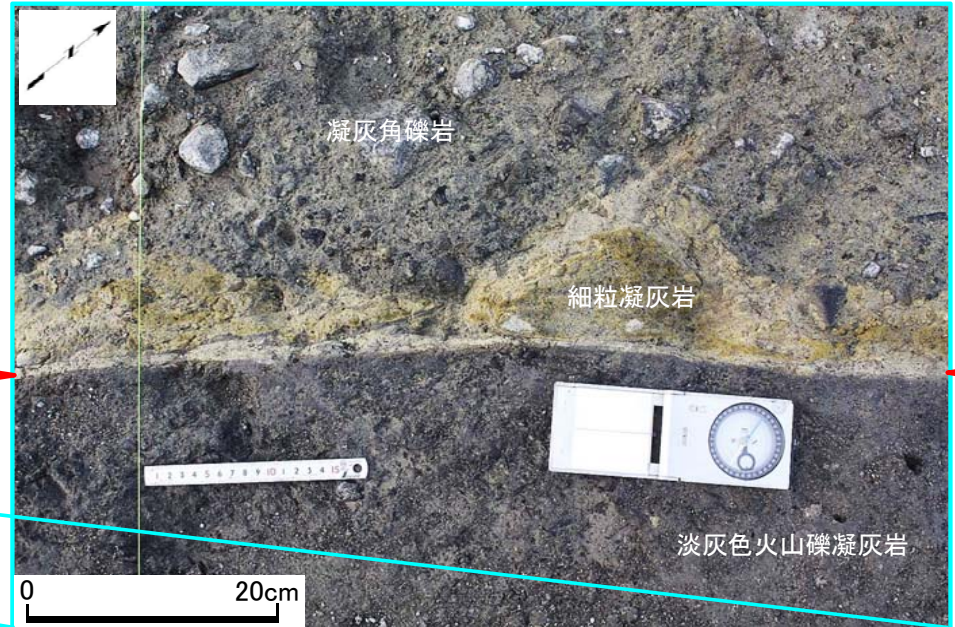
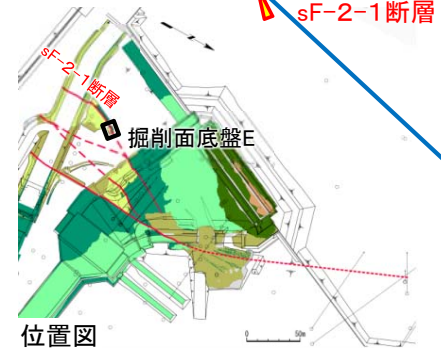
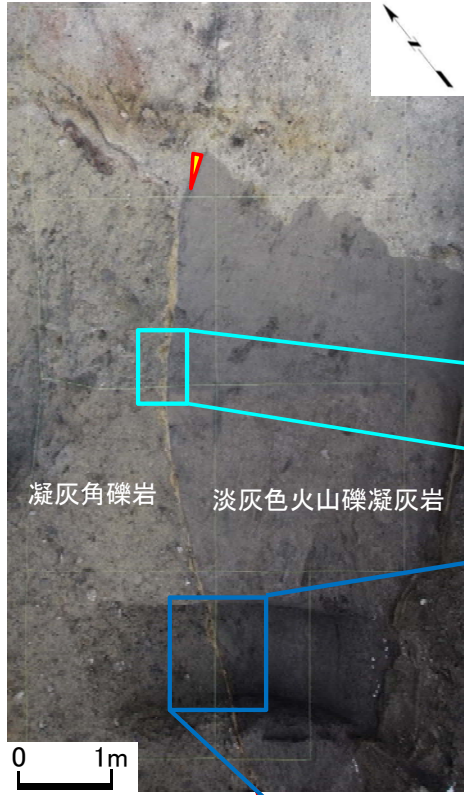
注) 凡例は本編資料P.2-10参照。



2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(5/10)

掘削面調査, ボーリング等(5/9):

sF-2-1断層の性状・変位センス: 掘削面底盤E(解釈線なし)



断層面(Y)

断層面(Y)

注) 凡例は本編資料P.2-10参照。

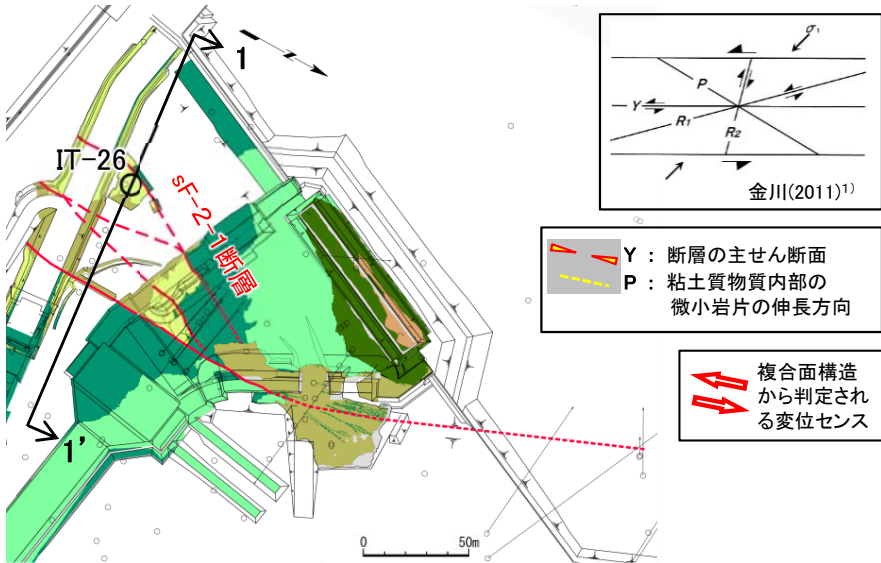
2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(6/10)

第893回審査会合
資料1-2 P.3-10 一部修正

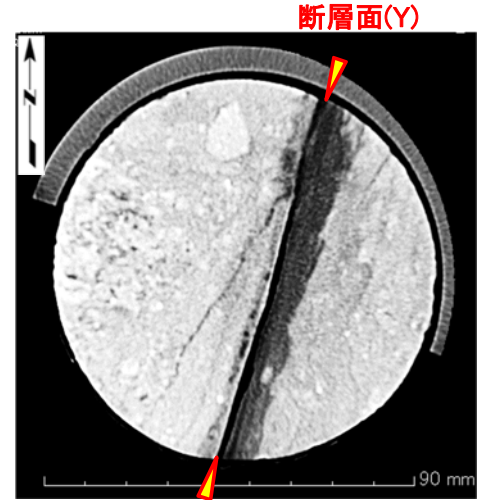
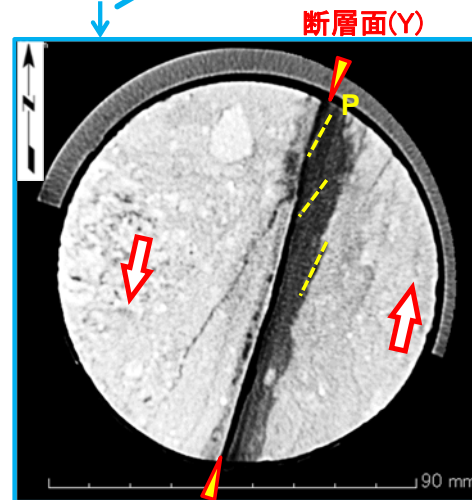
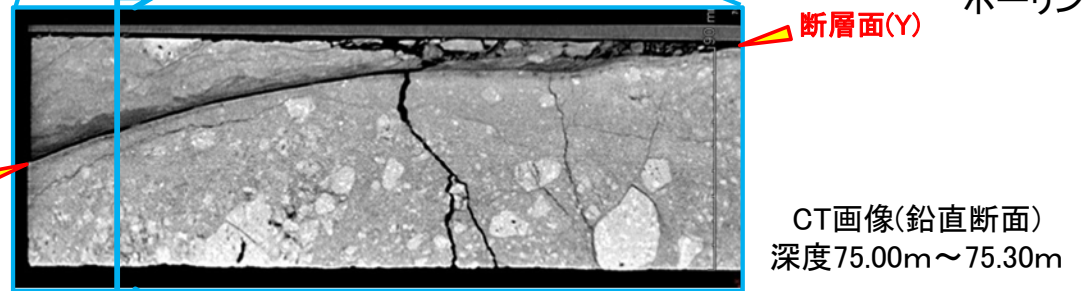
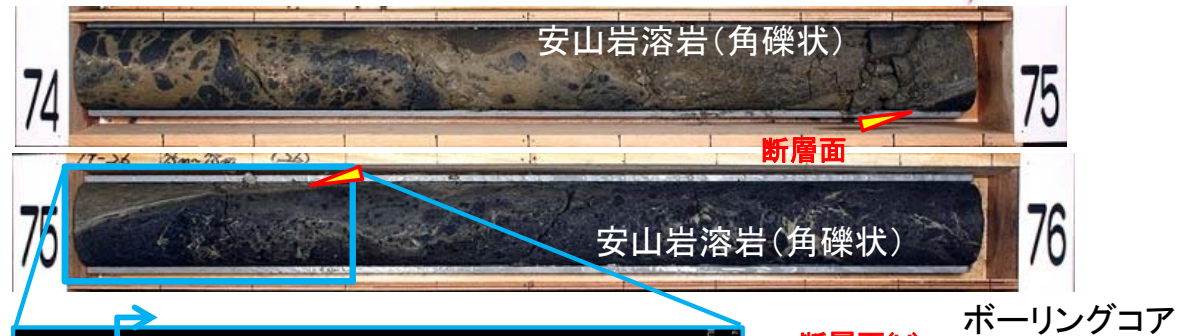
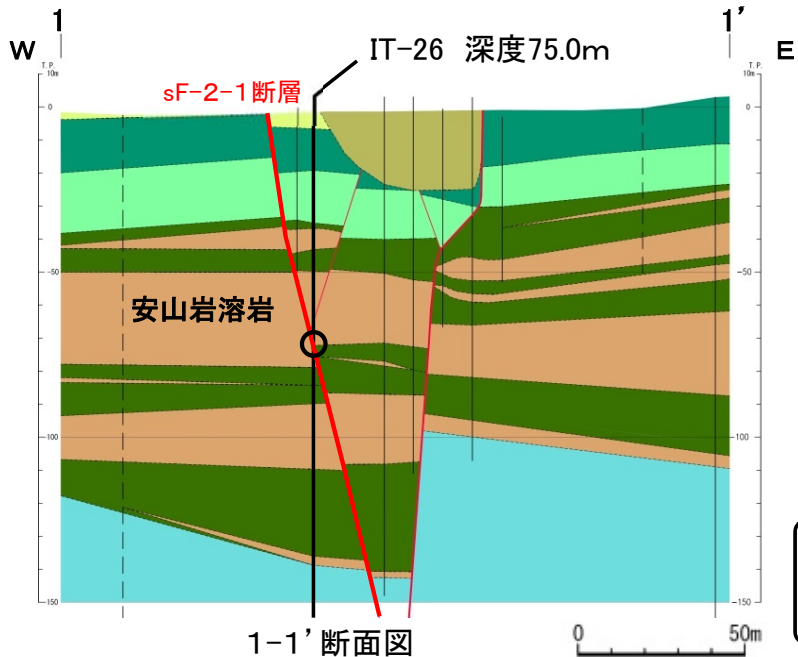


掘削面調査, ボーリング等(6/9):

sF-2-1断層の性状と変位センス:IT-26孔



位置図 注) 凡例は本編資料P.2-10参照。



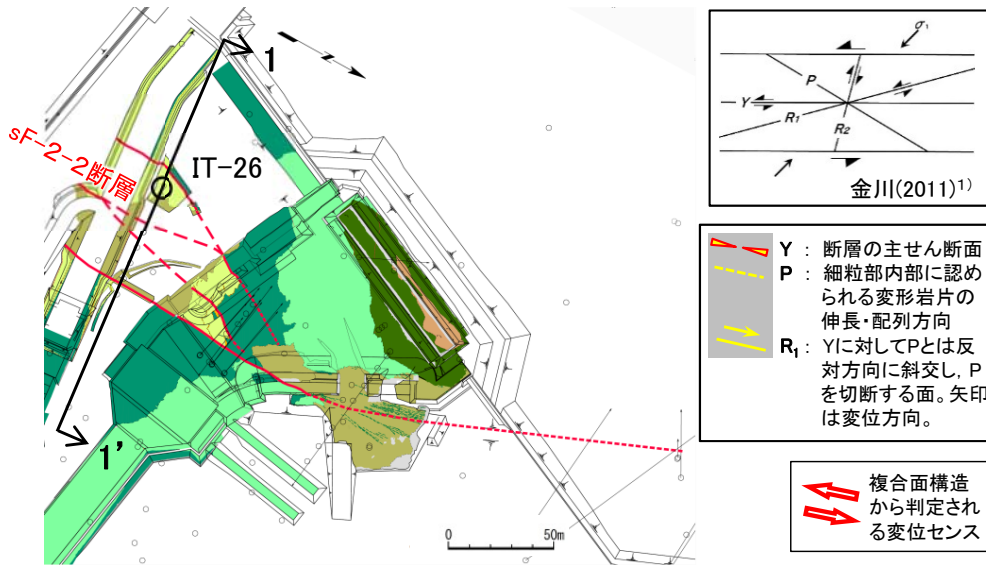
- sF-2-1断層には厚さ約1cmの粘土質物質が認められる。
- CT画像(水平断面)の複合面構造(Y, P)は左横ずれセンスを示し, CT画像(鉛直断面)では断層面は湾曲し鉛直方向の変位は考えにくく, 複合面構造は不明瞭であることから, sF-2-1断層は左横ずれセンスであると判定される。



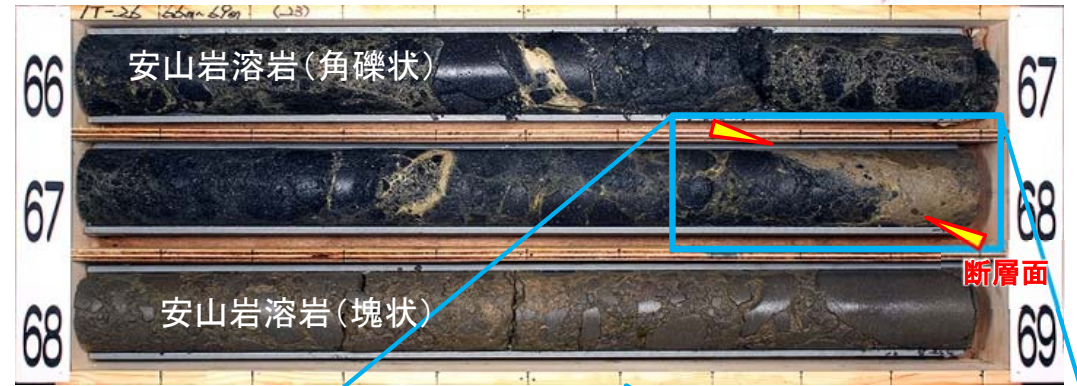
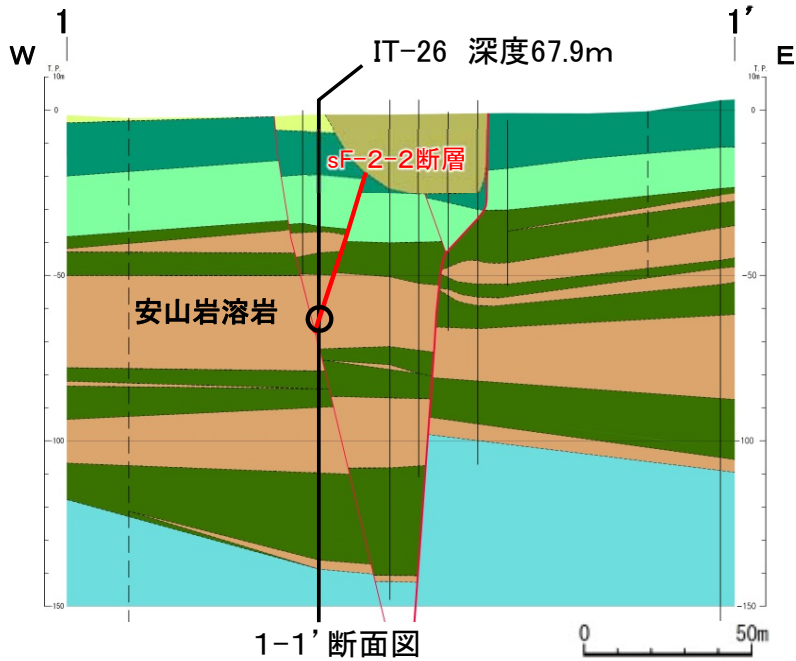
2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(7/10)

掘削面調査, ボーリング等(7/9):

sF-2-2断層の性状と変位センス: IT-26孔

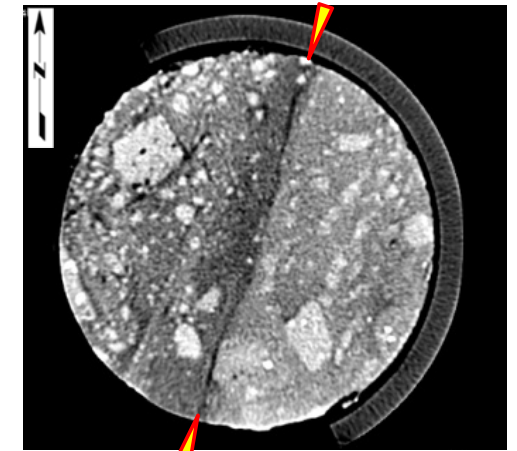
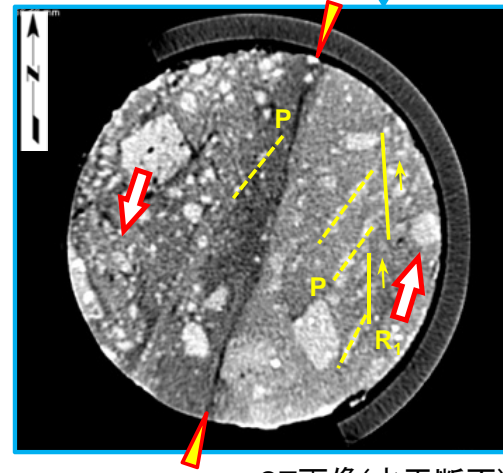
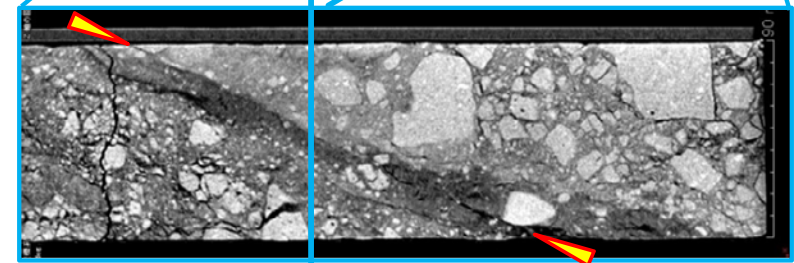


位置図 注) 凡例は本編資料P.2-10参照。



ボーリングコア

CT画像(鉛直断面)
深度67.66m~68.00m

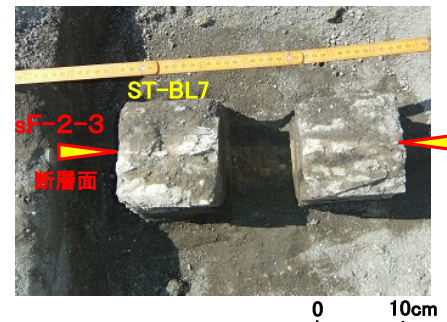
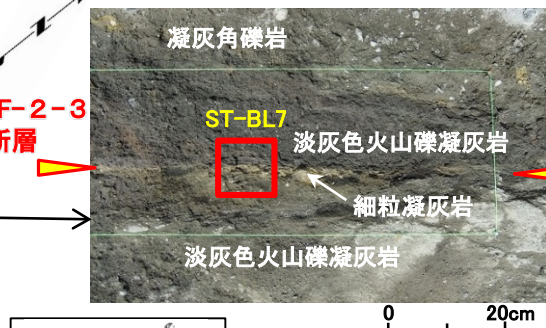
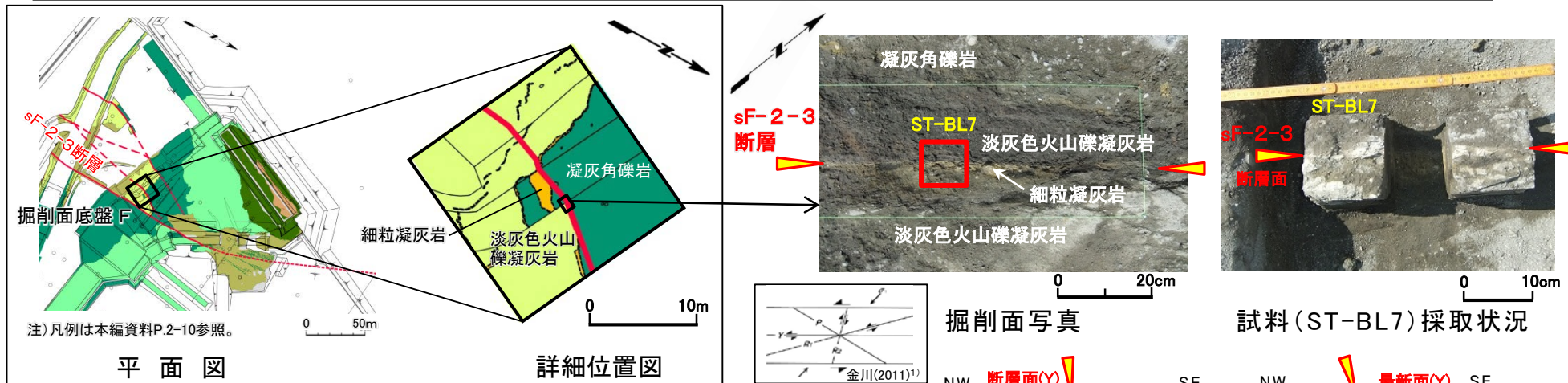


CT画像(水平断面) 深度67.79m(左:解釈線有り, 右:解釈線なし)

- sF-2-2断層には明瞭な断層面が認められるが, 粘土質物質は認められない。
- CT画像(水平断面)の複合面構造(Y, P, R₁)は明瞭な左横ずれセンスを示し, CT画像(鉛直断面)では断層面は湾曲し鉛直方向の変位は考えにくく, 複合面構造は不明瞭であることから, sF-2-2断層は左横ずれセンスであると判定される。

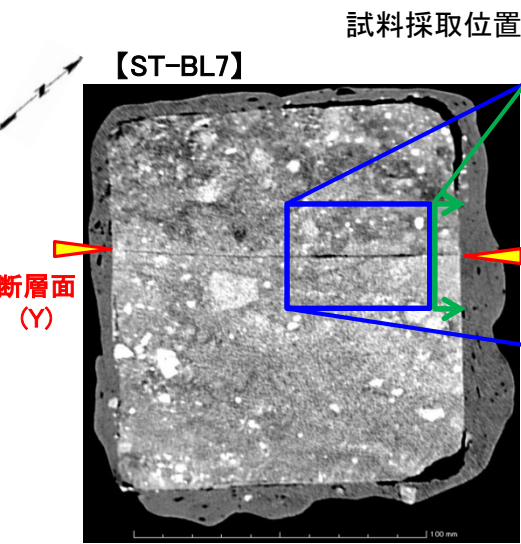
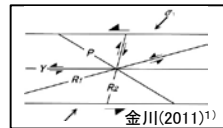


掘削面調査, ボーリング等(8/9): sF-2-3断層の性状と変位センス: 掘削面底盤F(解釈線有り)



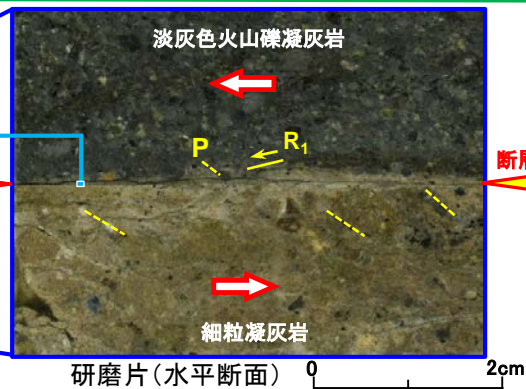
掘削面写真

試料(ST-BL7)採取状況

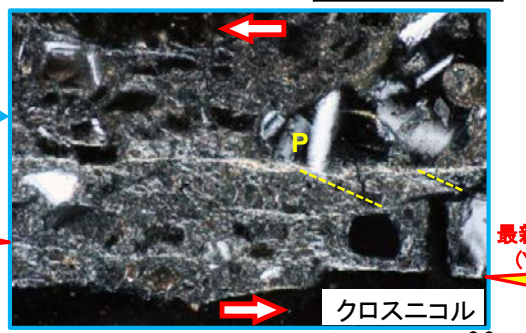


CT画像(水平断面)

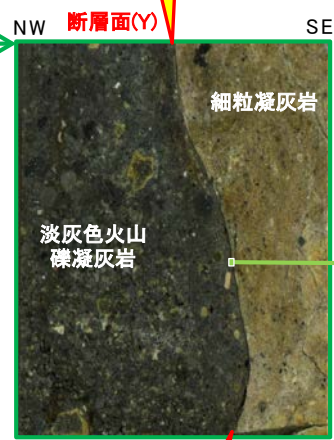
試料採取位置図



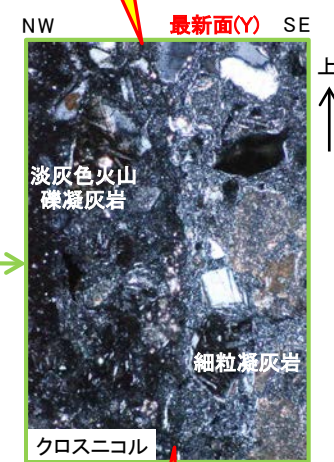
研磨片(水平断面)



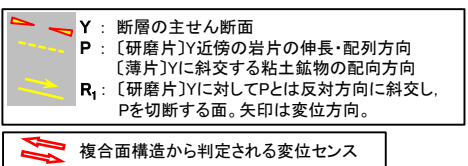
薄片(水平断面)



研磨片(鉛直断面)



薄片(鉛直断面)



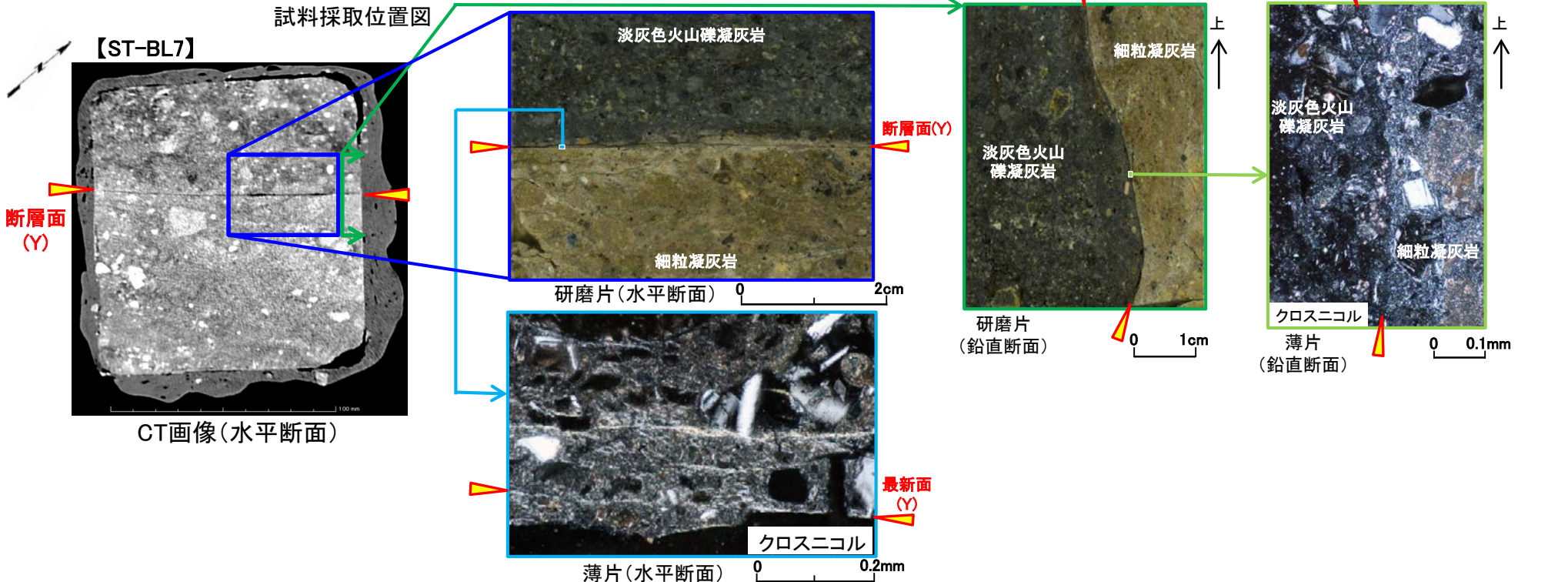
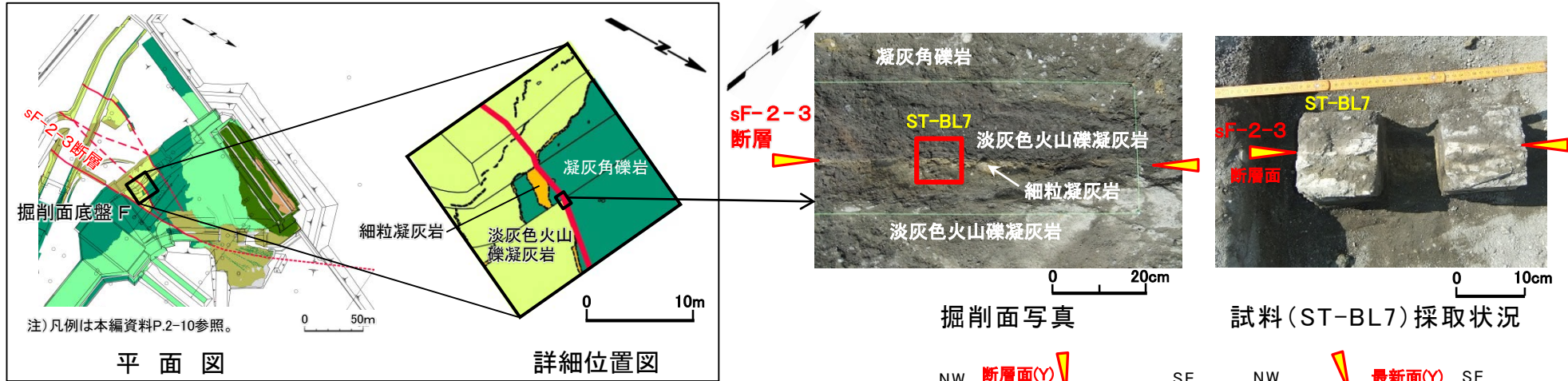
掘削面で採取した試料を用いて、複合面構造の観察によりsF-2-3断層の変位センスを判定する。

- 研磨片・薄片(水平断面)の複合面構造(Y, P, R₁)は明瞭な左横ずれセンスを示す。
- 研磨片・薄片(鉛直断面)では、断層面・最新面が湾曲し鉛直方向の変位は考えにくく、明瞭な複合面構造は認められない。

以上のことから、sF-2-3断層は左横ずれセンスであると判定される。



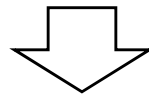
掘削面調査, ボーリング等(9/9): sF-2-3断層の性状と変位センス: 掘削面底盤F(解釈線なし)



2.2.2 sF-2断層系 (1)分布・性状(10/10)

まとめ

- sF-2断層系は、N-S～NNE-SSW走向で中～高角傾斜を成し、収れんする分布を示す。
- 変位センスは、いずれも左横ずれセンスを示し、見掛けの最大水平変位量はsF-2-1断層が最大で約71mである。
- sF-2-1断層は大畑層に不整合で覆われる。
- 明瞭な断層面が認められ、断層面沿いに粘土を伴う破砕部が見られることが多い。

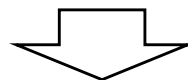


sF-2-1～2-3断層は、いずれも同様の走向で左横ずれセンスを示し、収れんすることから、同じ断層系の断層と判断される

上載地層法による調査(1/4):活動性評価の考え方

2.2.2章(1) 分布・性状のまとめ(本編資料P.2-73参照)

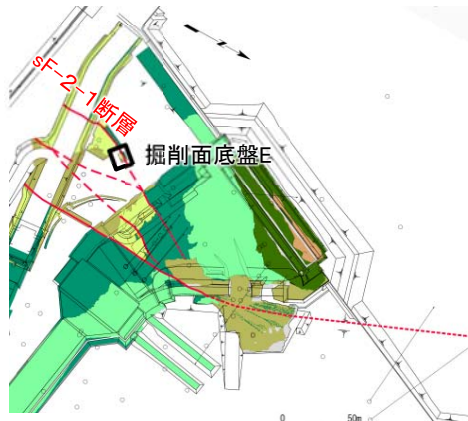
sF-2-1～2-3断層は、いずれも同様の走向で左横ずれセンスを示し、収れんすることから、同じ断層系の断層と判断される。



- sF-2断層系(sF-2-1～2-3)は、いずれも左横ずれセンスを示すことから、sF-2断層系の活動性評価にあたっては、水平変位量に基づいて断層規模を比較し、代表断層を選定する。
- sF-2-1～2-3断層のうち、見掛けの水平変位量が最大(71m:本編資料P.2-64参照)のsF-2-1断層を代表断層として、上載地層法によりsF-2断層系の活動性を評価する。

2.2.2 sF-2断層系 (2)活動性評価(2/4)

上載地層法による調査(2/4): sF-2-1断層と大畑層との関係(1/2)

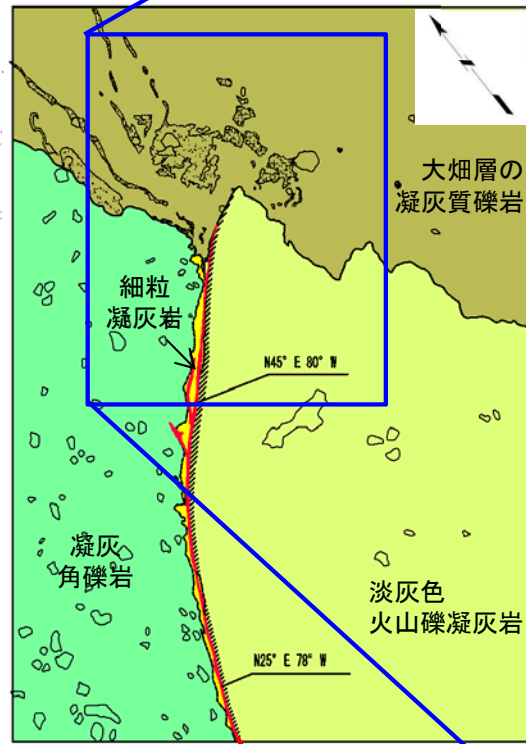


位置図

注) 凡例は本編資料P.2-10参照。

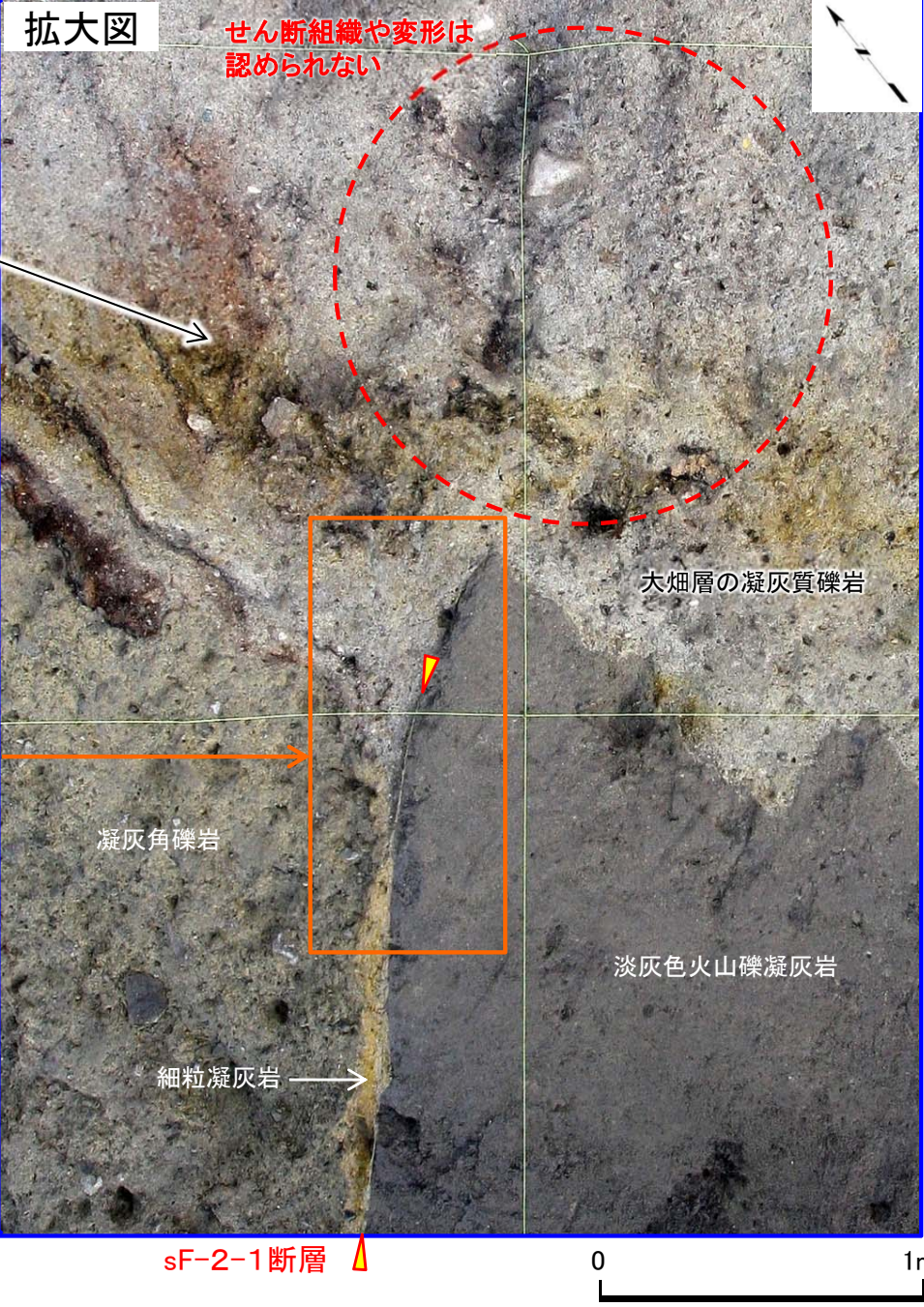
凡例	
大畑層	凝灰質礫岩
	淡灰色火山礫凝灰岩
易国間層	細粒凝灰岩 (断層による引きずり込み)
	凝灰角礫岩
	地層境界
	地質境界
	断層
	礫
N25° E 78° W 不連続面の走向・傾斜	
	マンガン酸化物付着部
	固結部

褐色～黒色の縞状の着色部は、堆積時の層理面などの構造ではなく、風化に伴って鉄及びマンガンの酸化物や水酸化物が沈殿したもの。



掘削面底盤Eのスケッチ

0 2m



拡大図

せん断組織や変形は認められない

拡大範囲
(本編資料
P.2-76
参照)

凝灰角礫岩

大畑層の凝灰質礫岩

淡灰色火山礫凝灰岩

細粒凝灰岩

sF-2-1断層

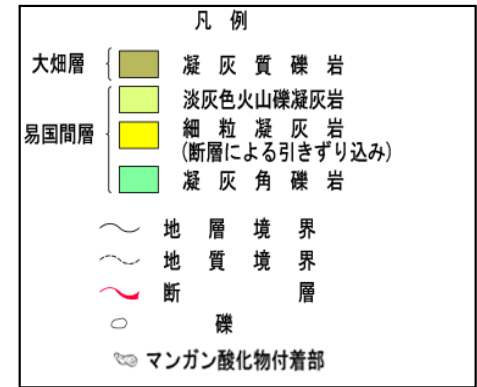
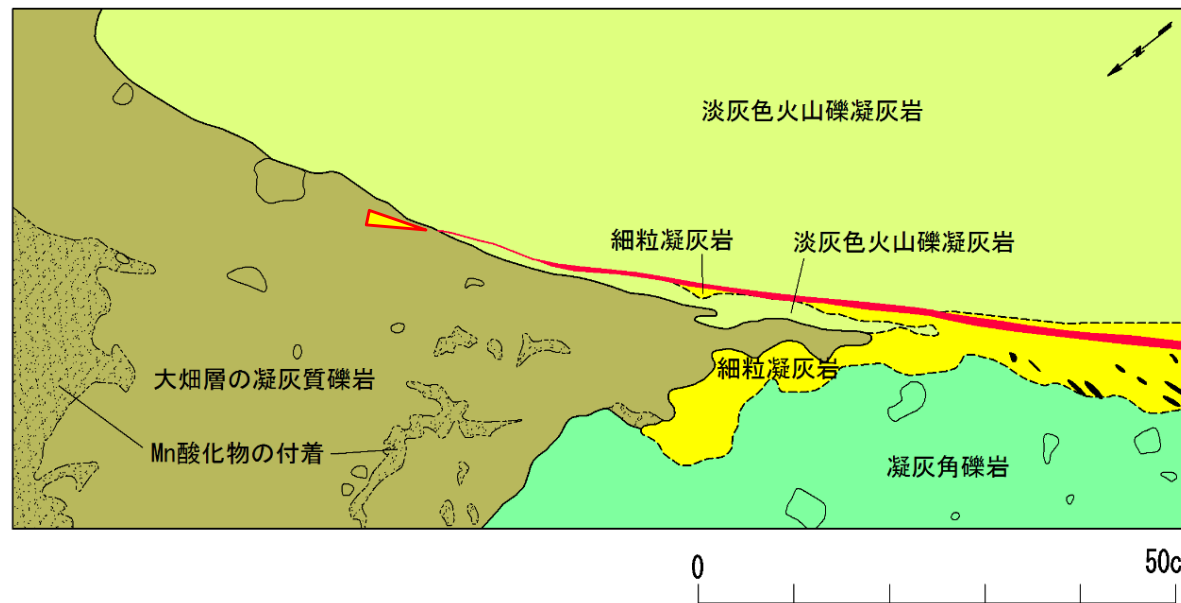
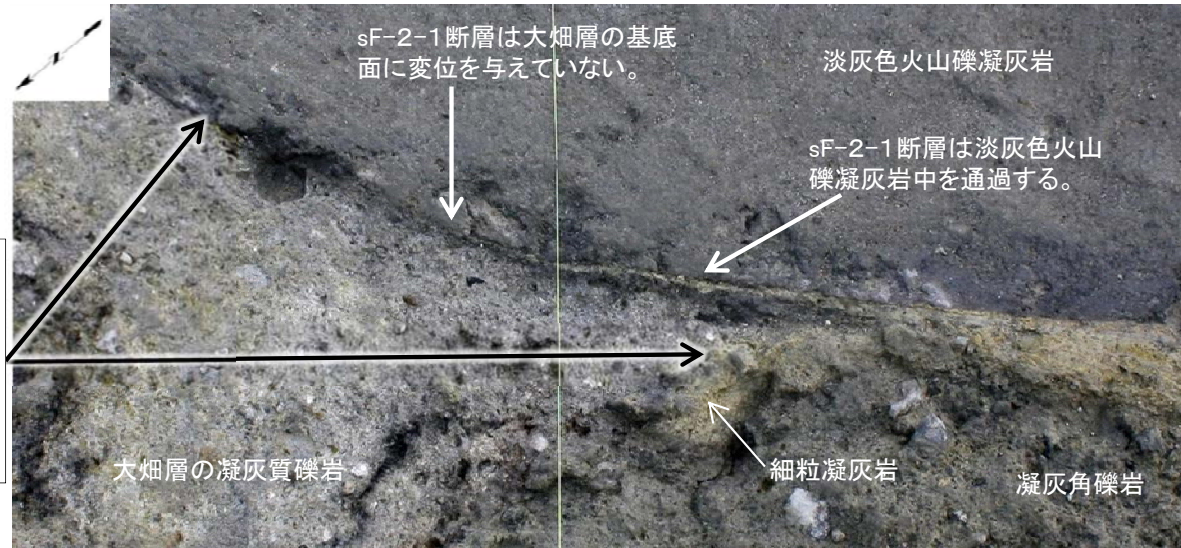
0 1m

- 掘削面底盤Eにおいて、易国間層を切るsF-2-1断層とそれを不整合に覆う鮮新統の大畑層との関係を観察した。
- 断層延長の大畑層中にせん断面や変形構造は認められない。

2.2.2 sF-2断層系 (2)活動性評価(3/4)

上載地層法による調査(3/4)：sF-2-1断層と大畑層との関係(2/2)

易国間層と大畑層の境界は細かな凹凸のある侵食面となっており、比較的軟質な細粒凝灰岩が差別的に侵食された凹部に、大畑層が堆積したと考えられる。



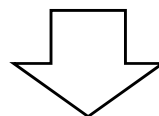
↔ 複合面構造から判定される変位センス*

*: 変位センスについては、本編資料P.2-67, 2-68参照。

sF-2-1断層は大畑層の基底面に変位を与えておらず、断層延長の大畑層中にせん断面や変形構造は認められないことから、大畑層堆積以降の活動はないものと判断される。

上載地層法による調査(4/4):まとめ

- sF-2-1～2-3断層のうち、見掛けの水平変位量が最大(71m:本編資料P.2-64参照)のsF-2-1断層を代表断層として、上載地層法によりsF-2断層系の活動性を評価する。
- 掘削面底盤Eでの上載地層法による調査の結果、sF-2-1断層は鮮新統の大畑層に不整合で覆われ、その基底面に変位・変形がないことから、後期更新世以降の活動はないものと判断される。



sF-2断層系(sF-2-1～2-3断層)は、震源として考慮する活断層に該当しない

2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ

1. 敷地周辺の断層評価の概要	.....	4.3.2 断層等の抽出	.....
1.1 陸域の地形・地質・地質構造	.....	4.3.3 陸域・北端の調査	.....
1.2 海域の地形・地質・地質構造	.....	4.3.4 海域・南端の調査	.....
1.3 陸域・海域の地球物理学的特性	.....	4.3.5 連続性の調査	.....
1.4 活断層調査	.....	4.3.6 函館平野西縁層帯の評価まとめ	.....
1.4.1 活断層調査の概要	.....	4.4 周辺陸域(30km以遠)の断層評価まとめ	.....
1.4.2 陸域の活断層(概要)	.....	5. 敷地前面海域の活断層	.....
1.4.3 海域の活断層(概要)	.....	5.1 概要	.....
1.4.4 活断層調査のまとめ	.....	5.2 F-14断層	.....
2. 敷地極近傍の断層	.....2-1	5.3 F-18断層～F-24断層	.....
2.1 概要	.....2-1	5.4 敷地前面海域の断層評価まとめ	.....
2.2 sF断層系	.....2-8	6. 外側海域の活断層	.....
2.2.1 sF-1断層	.....2-8	6.1 概要	.....
2.2.2 sF-2断層系	.....2-62	6.2 恵山岬東方沖断層	.....
2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ	.....2-78	6.3 奥尻海盆北東縁断層	.....
3. 周辺陸域(30kmまで)の活断層	.....	6.4 奥尻海盆東縁断層	.....
3.1 概要	.....	6.5 西津軽海盆東縁断層	.....
3.2 清水山南方断層	.....	6.6 奥尻海盆北東縁断層, 奥尻海盆東縁断層, 西津軽海盆 東縁断層の連続性の評価	.....
3.3 周辺陸域(30kmまで)の断層評価まとめ	.....	6.7 外側海域の断層評価まとめ	.....
4. 周辺陸域(30km以遠)の活断層	.....	7. 下北半島西部の隆起	.....
4.1 概要	.....	7.1 概要	.....
4.2 根岸西方断層	.....	7.2 第四紀広域隆起	.....
4.2.1 概要	.....	7.2.1 陸域の隆起傾向	.....
4.2.2 断層等の抽出	.....	7.2.2 海域の隆起傾向	.....
4.2.3 陸域の調査	.....	7.2.3 第四紀の隆起傾向	.....
4.2.4 海域の調査	.....	7.3 中新世背斜・向斜	.....
4.2.4.1 北西端の調査	.....	7.4 下北半島西部の隆起のまとめ	.....
4.2.4.2 南端の調査	.....	8. 下北半島西部の隆起への耐震設計上の考慮	.....
4.2.5 連続性の調査	.....	9. 敷地周辺の断層評価のまとめ	.....
4.2.6 根岸西方断層の評価まとめ	.....	
4.3 函館平野西縁断層帯	.....	
4.3.1 概要	.....	

2.3 敷地極近傍の断層評価まとめ

コメントNo.S1-78

第856回審査会合
資料1-1 P.2-145 一部修正

評価結果まとめ

敷地に分布する断層のうちsF断層系については、敷地の外へ続くことを確認したことから、敷地極近傍の断層とする。sF断層系は重要な安全機能を有する施設の近傍に分布することから、敷地の断層に準じた調査・評価を行った。

sF断層系は重要な安全機能を有する施設の基礎地盤に分布しないことから、震源として考慮する活断層に該当するか否かを評価した(第四条対象)。

- sF-1断層については、後期更新世以降の活動性を評価できる上載地層が分布しないことから、地下深部への連続性の検討(反射法地震探査統合解析、ボーリング調査)及び後期更新世以降の活動性の検討(多重逆解法を用いた応力場による検討)により、総合的に評価した。sF-1断層の下方延長部の鍵層AT-22に変位はなく、sF-1断層は少なくともT.P.約-290mまでは到達しないと判断されることから地下深部に連続する断層ではないと判断され、後期更新世以降の活動はないと考えられることから、総合的評価により、震源として考慮する活断層には該当しないと判断される。
- sF-2断層系(sF-2-1～2-3)については、いずれも左横ずれセンスを示すことから、見掛けの水平変位量が最大のsF-2-1断層を代表として、上載地層法により活動性を評価した。代表断層であるsF-2-1断層は、上載地層である鮮新統の大畑層に不整合で覆われ、その基底面に変位・変形がないことから、sF-2-1断層は後期更新世以降の活動はなく、sF-2断層系は震源として考慮する活断層には該当しないと判断される。
- 以上のことから、敷地極近傍の断層であるsF断層系を評価した結果、震源として考慮する活断層には該当しないと判断される。

1. 金川久一 (2011) :現代地球科学入門シリーズ10, 地球のテクトニクスⅡ 構造地質学, 共立出版, p.109
2. 活断層研究会編(1991) :[新編]日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会, 437p.
3. 一般財団法人日本水路協会(2009) :海底地形デジタルデータM7000シリーズ M7006Ver.2.1.津軽海峡東部
4. 国土地理院(1983) :1:25,000 沿岸海域地形図「平館海峡」
5. 国土地理院(1983) :1:25,000 沿岸海域地形図「青森」
6. 国土地理院(1982) :1:100,000 沿岸域広域地形図「陸奥湾」
7. Kim, Y. S. and Sanderson, D. J. (2005): The relationship between displacement and length of faults: a review, *Earth-Science Reviews*, 68, pp.317-334
8. Morley, C. K. (2017): The impact of multiple extension events, stress rotation and inherited fabrics on normal fault geometries and evolution in the Cenozoic rift basins of Thailand. *Geological Society, London, Special Publications*, 439, pp.413-445
9. 大槻憲四郎(1989) :鉞脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, *地質学論集*, 第32号, pp.281-304
10. 山元孝広(1991) :日本列島の後期新生代岩脈群と造構応力場, *地質調査所月報*, 第42巻, 第3号, pp.131-148
11. Sato, Hiroshi (1994) : The relationship between late Cenozoic tectonic events and stress field and basin development in northeast Japan, *Journal of Geophysical Research*, vol.99, pp.22,261-22,274
12. 小菅正裕(1999) :地殻内地震から見た東北日本の応力配置, *月刊地球*, 号外No.27, pp.107-112
13. Yamaji, A., Sato, K. and Otsubo, M. (2011): Multiple Inverse Method Software Package (ver.6), <http://www.kueps.kyoto-u.ac.jp/~web-bs/tsg/software/mim/>
14. 小菅正裕・渡邊和俊・橋本一勲・葛西宏生(2012) :2011年東北地方太平洋沖地震後の東北地方北部での誘発地震活動, *地震*, 第2輯, 第65巻, 第1号, pp.69-83