

伊方原子力発電所環境安全管理員会原子力安全専門部会 委員コメント一覧

目次（項目）

8	耐震性能	1 頁
10	耐震・耐津波性能（共通）	6 頁
11	全般	7 頁

項目 8:耐震性能

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
8-71	資料1-1の1頁の2. 1基本方針(4)の「将来活動する可能性のある断層等」として3つの活動する可能性のある断層等のメカニズムが示されているが、2頁の評価の流れとの対応を確認したい。	四電	「将来活動する可能性のある断層等」として審査ガイドに記載されている、「震源として考慮する活断層」についての評価は、資料1-1の5~9頁で、敷地内全体について、変動地形学的調査結果等から震源として考慮する活断層には該当しないことを説明しており、また、「地震活動に伴って永久変位が生じる断層」および「支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面」についてはそれ以外の頁にて、具体的に断層内物質等の評価し、将来活動する可能性のある断層等には該当しないことをご説明している。2頁の評価の流れは、敷地内にある比較的破碎幅が大きく連続性がある各断層について、それぞれ将来活動する可能性のある断層等には該当しないと判断した流れを示したものである。	H27 2/16	森
8-72	Fa-5等は正断層的で、Fa-2だけが低角の逆断層的となっているが、どういう違いがあるのか。	四電	片理は地下20km以深の深いところで形成されており、当時の応力場を考察することは難しいことから、観察できる現在の断層の姿として、Fa-3等は正断層的センス、Fa-2は逆断層的センスを示していることを記載している。	H27 2/16	岸田
8-73	資料1-1の1頁の「応力場等を総合的に検討した上で評価すること」との記載に対して弱いのではないか。地殻応力の情報を整理すること。	四電	大深度(2,000m)ボーリング孔を利用して、応力状態を調査し、東西方向の圧縮場であるという結果を得ており、敷地内断層の走向等から見て、敷地内断層が活動することは考え難い。(別紙1参照)	H27 2/16	岸田
8-74	資料1-2の振動探査の結果や、深部ボーリングのコアの観察結果等を総合的に判断するべきではないか。	四電	大深度(2,000m)ボーリングコアを観察した結果、片理面はほぼフラットであることを確認しており、VSPは速度を調べるために実施しているものの、把握した地下構造としては整合していると考えている。(別紙1参照)	H27 2/16	岸田
8-75	資料1-2の34頁について、茶色でハッチングしている三角形の領域は、どういう意味をしているのか。	四電	大深度(2,000m)ボーリング孔を使って得られた受信波から、VSP解析や反射法解析よりも詳細なトモグラフィ解析(いずれの解析も、地震波の伝播時間から地下の速度構造を推定するもの)を実施した範囲を茶色のハッチングで示している。	H27 2/16	森

8-76	資料1-2の34頁の Fa-3 断層について、数百mの中での読み方についてどう考えるのか。	四電	測線が数kmにも渡り、受信間隔が10mであるため、VSP探査ではFa-3のような幅数cmの断層を捉えることは難しいと考えるが、連続する大規模な断層がないことは確認できている。	H27 2/16	森
8-77	資料1-2の34頁の「連続する大規模な断層は認められない」という表現は、“連続しない大規模な断層はある”のか“連続する小規模な断層はある”のか、どちらなのか。	四電	大深度(2,000m)ボーリングのコア等を見ても、非常に小規模な断層はあるものの、連続性はなく、また、連続しない大規模な断層もない。	H27 2/16	森
8-78	活断層探査は、断層幅の検出が目的ではなく、断層による層のずれを払拭するものであることから、その部分を説明すること。	四電	断層の変位を音響の反射で確認するのが活断層調査であり、調査結果から地層をずらしている大規模な断層はないことを確認している。	H27 2/16	森
8-79	振動探査の結果では、連続性の高いものもあれば、乱れているものもある。これについてどう見ればいいのか。	四電	専門家と議論し、解析結果でノイズが見られる東側は、標高 84mから標高 10mに下りる斜面の途中にある道路に測線を設置していることが、ノイズの発生原因であり、地下はフラットな構造となっていると判断している。	H27 2/16	森
8-80	資料1-2の34ページの図について、結論として水平な構造と解釈しているが、結論までの途中のプロセスについても記載して欲しい。	四電	オフセットVSP探査結果より、地下深部までほぼ水平な反射面が連続し、地震動の特異な増幅の要因となる低速度域及び褶曲構造は認められず、敷地の地盤の速度構造は成層かつ均質と評価している。 (別紙1参照)	H27 2/16	森

8-81	<p>応力場がどのように変わったのか。現在の応力場がいつ形成されて、それを基に活断層がどう動いているのか。現在東西圧縮ということだが、いつ東西圧縮になったのか。</p>	四電	<p>Fa-3 断層と Fa-2 断層の変位センスが全く異なり、これらの断層は広域的な応力場に対応して活動したものではなく、三波川変成岩類の上昇過程の局所的な応力場で変形を解消した古い断層と考えられる。</p> <p>現在の応力場が形成されたのはおよそ 40 万年前以降と考えられるが、大深度(2,000m)ボーリング孔を利用して応力状態を調査し、現在の応力場は東西方向の圧縮であるという結果を得ており、敷地内断層の走向等から見て、敷地内断層が活動することは考え難い。(別紙1参照)</p>	H27 2/16	高橋
8-82	<p>安全上重要な機器について、施設の経緯等、詳しく解説して欲しい。</p>	四電	<p>原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ために必要な設備として、原子炉冷却材の喪失等、設計基準事象に対処する設計基準対象設備(非常用炉心冷却設備、非常用ディーゼル発電機等)を設置しているが、福島第一原子力発電所の事故ではこれら設備が有効に機能しなかったことを踏まえ、設計基準対象設備が機能しなかった場合においても、重大事故を未然に防止し、また、万一、重大事故が発生した場合においてもその影響を緩和する設備として、新たに重大事故等対処設備(空冷式非常用発電装置、非常用取水設備等)を設けており、これら重要設備が設置された地盤に将来活動する可能性のある断層等がないことを確認している。</p>	H27 2/16	渡邊
8-83	<p>将来活動する可能性のある断層等について、将来の活動予測や時間的スパンなど、どういう考えで評価して審査されているのか。</p>	四電	<p>今のプレートの動きと大きく変わらないであろう過去数十万年前以降に発生した地震は、近い将来にも発生すると考え、それに備えるのが原子力施設に対する設計の基本となっている。</p>	H27 2/16	吉川
				H27 2/16	望月
8-84	<p>資料1-1の2ページに評価の流れのところで、S₁、S₃断層については震源として考慮する活断層とも対応しないの前に「3号炉にとって」と明記するべき。</p>	四電	<p>S₁、S₃断層は、伊方発電所3号機の安全上重要な施設の直下に延伸していないことから、震源として考慮すべき活断層ではないと判断している。</p>	H27 2/16	森

8-85	S ₁ 、S ₃ 断層はどのように検討されているか。	四電	現在、国の審査は当社が申請した伊方3号機に対して行われていることから、伊方1, 2号機側にあるS ₁ 、S ₃ 断層は審査の対象とはなっていないが、これらの断層についても、当社における調査結果等に基づき、「将来活動する可能性のある断層等」ではないことを確認している。	H27 2/16	森
8-86	資料1-1の5ページの「DB対象施設」、「SA対象施設」について解説を記載して欲しい。	四電	DB対象施設は従来より設置されている「設計基準対象施設」、SA対象施設は新規制基準で新たに設置要求された「重大事故等対処施設」を示すものである。(各施設の定義については、「8-82」を参照)	H27 2/16	森
8-87	基準地震動の確率論的リスク評価等については、福島事故が起こった後でみなおされていないのであれば、起こる頻度が小さくなるようにするしか技術的には見直しはできないのではないかと思うが、①原子力規制委員会は見直していないのか、②見直していないのなら、見直していないのはなぜか。③見直していないのは、元々専門家に投げかけられていないから、専門家としてはそれを議論する場が特に準備されていないので議論されていないだけなのではないか。	国	原子力規制庁に照会中。	H27 2/16	森
				H27 2/16	望月

8-88	測線と計測の方法について明記して、情報を整理し、後世に残るようデータを保存すること。	四電	<p>大深度(2,000m)ボーリング孔と3号炉心付近とを結ぶ測線でオフセットVSP探査を行い、反射法解析、VSP解析、トモグラフィ解析により敷地の速度構造について検討した。</p> <p>[オフセットVSP探査条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発信点(発震間隔約40m) ・地表測線(道なり1.8km 受信間隔10m) ・深部ボーリング孔(深さ2.0km 受信間隔15m) ・解析測線(約1.4km) <p>(別紙1参照)</p>	H27 2/16	岸田
8-89	炉心損傷頻度については、重大事故等対処設備も含めて評価した結果についても示して欲しい。	四電	今後、国のガイドに従い、重大事故等対処設備も含めた炉心損傷頻度について評価することになるが、その結果がまとまればあらためてご説明する。	H27 2/16	奈良 林

項目 10: 耐震・耐津波性能(共通)

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答	日付	コメント 委員
10-4	地震動と津波で異なる断層モデルで評価しているのは何故か。統一モデルを求めたものではなく、両方の評価結果を示して厳しい方をとるのが工学的な判断ではないか。	<p>確かに地震と津波は同一の断層から起こるものではあるが、地下深い「強震動生成域」における震動が大きく影響する地震動評価と、地下浅部における地盤の変位が大きく影響する津波評価について、現在の評価技術では地震と津波それぞれにとって厳しい評価結果を算出できるような同一のモデルを構築することが困難であることから、異なるモデルで評価している。同一のモデルで評価する技術を確立することは将来的な研究課題であると考えている。</p>	H27 2/16	森
		<p>本件の場合、地震動モデルは中央構造線断層帯との連動を考慮し、北傾斜の断層である大分平野ー由布院断層帯および崩平山ー亀石山断層帯へ連続するモデルを設定している。一方、津波モデルは、別府湾に大きな津波被害をもたらした1596年の慶長豊後地震津波の再現性も考慮して、その際に活動したと考えられている別府湾ー日出生断層帯についても大分県における評価を参照しつつモデル化し、地震動モデルにて考慮した断層帯に加え、評価を行っていたものである。</p> <p>しかしながら、今後、地震動モデルを用いた津波評価を実施し、評価が完了次第、その結果をご説明する。</p>	H27 2/16	高橋

項目 11:全般

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント 委員
11-42	緊急時対策所は、知事が求めている耐震裕度の確認の対象設備ではなかったのか。	四電	当初は、安全上重要な設備として、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ために必要となるポンプ等を更なる揺れ対策の対象として選定しており、緊急時対策所は対象としていなかった。今回の新規制基準において、緊急時対策所は、重大事故等発生時の指揮、支援に要する施設として規定されたことから、緊急時対策所についても更なる揺れ対策の対象として追加することとした。(平成26年12月24日の原子力安全専門部会にて説明済)	H27 2/16	吉川
11-43	新しく建てる緊急時対策所は、耐震上はどこまでもつのか。	四電	追加する緊急時対策所は強固な岩盤上に設置し、1000ガルの揺れにおいても、機能を維持できるように設計している。	H27 2/16	吉川
11-44	居住性に関して、可搬型設備で対応するとなっているが、設備の接続等、必要な要員でどのように対応するのか。	四電	居住性の確保に必要な空気浄化ファン、フィルタといった設備は予め使用する場所に設置(岩盤上に固定)しており、運搬が必要となるものではない。使用する際には、ダクトの接続等を行う必要があるが、短時間で対応できると評価しており、訓練等で確認することとしている。また、ファン、フィルタは予備として予め使用する場所に設置しているものと同じ仕様の設備を別の場所に保管しており、予め設置している設備が万一機能しなかった場合には、予備と交換できるように設計している。 (別紙2参照)	H27 2/16	吉川
11-45	現行の緊急時対策所が入っている免震重要棟は補強して使えないのか。	四電	緊急時対策所がある総合事務所は埋立土の上に建てられた免震建屋であり、地中深くの傾斜した岩盤を支持層とする鉄筋コンクリート製の杭を形成した「杭基礎」構造となっている。2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動として選定することを決定した際、当該地震動で評価した結果、28本中、3本の杭のコンクリートに損傷や部分的な破壊が生じる可能性があり、新規制基準の要求を満たすことが難しいと判断した。対応を検討した結果、費用や期間等、総合的に考えると、総合事務所基礎の補強等を行うよりも、新規に緊急時対策所(耐震建屋)を建設した方が、合理的であると判断した。	H27 2/16	吉川

11-46	旧の緊急時対策所が耐震上もたないということだが、どのような現象だったのか示して欲しい。新の緊急時対策所も検討していると思うので示してほしい。どのように設計しているのか示してほしい。	四電	緊急時対策所がある総合事務所は埋立土の上に建てられた免震建屋であり、地中深くの傾斜した岩盤を支持層とする鉄筋コンクリート製の杭を形成した「杭基礎」構造となっている。 2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動として選定することを決定した際、当該地震動で評価した結果、28本中、3本の杭のコンクリートに損傷や部分的な破壊が生じる可能性があり、新規基準の要求を満たすことが難しいと判断した。対応を検討した結果、費用や期間等、総合的に考えると、総合事務所基礎の補強等を行うよりも、新規に緊急時対策所(耐震建屋)を建設した方が、合理的であると判断した。 新規に建設している緊急時対策所は、1000ガルの揺れにおいても、機能を維持できるよう設計している。 (別紙2参照)	H27 2/16	吉川
				H27 2/16	岸田
11-47	居住性に関して、可搬型設備で対応するとなっているが、恒設の設備なのか。きちんと対応していることがわかるように記載を修正すること。	四電	居住性の確保に必要な空気浄化ファン、フィルタといった設備は予め使用する場所に設置(岩盤上に固定)しており、運搬が必要となるものではない。使用する際には、ダクトの接続等を行う必要があるが、短時間で対応できると評価しており、訓練等で確認することとしている。また、ファン、フィルタは予備として予め使用する場所に設置しているものと同じ仕様の設備を別の場所に保管しており、予め設置している設備が万一機能しなかった場合には、予備と交換できるように設計している。 (別紙2参照)	H27 2/16	吉川
11-48	居住性に関して、可搬型設備で対応するとなっているが、実際に空気浄化設備は、簡単に接続できるのか。	四電	居住性の確保に必要な空気浄化ファン、フィルタといった設備は予め使用場所に設置しており、運搬が必要となるものではない。使用する際には、ダクトの接続等を行うこととなる。この作業には災害対策要員2人で対応できると評価しており、また空気浄化設備を使用するような重大事故に至るまでには余裕をもって接続できると考えている。	H27 2/16	望月
11-49	3号機の緊急時対策所となっているが、1、2号機はどのような状況として評価しているのか。	四電	1、2号機については、燃料集合体は全て原子炉容器内から取り出され、使用済燃料ピット内に保管されている状態(定期検査中)として評価している。	H27 2/16	渡邊

11-50	被ばく量の評価においても、3号炉の建屋から出てくるとい評価になっているのか。	四電	被ばく評価では、運転中である伊方3号機から放射性物質が拡散したとの想定で実施し、その結果、緊急時対策所の対策要員の被ばく量は、7日間で約15mSv(基準上の要求では100mSvを超えないこと)と評価しているが、定期点検中である1,2号機の使用済燃料ピット内の冷却水が喪失するような同時被災となったとしても、その評価結果に影響を及ぼさないことを確認している。	H27 2/16	渡邊
11-51	1,2号機は定期検査中での状況を評価していることを示すべき。	四電	1,2号機については、燃料集合体は全て原子炉容器内から取り出され、使用済燃料ピット内に保管されている状態(定期検査中)として評価している。	H27 2/16	渡邊
11-52	現行の緊急時対策所より新しい緊急時対策所の方が3号炉に近い分、コンクリートの厚さで被ばく低減を図っていることを説明すべき。	四電	総合事務所内の緊急時対策所は伊方3号機から約280m、追加設置する緊急時対策所は約170mと距離が短くなっていることも考慮し、総合事務所の緊急時対策所の壁厚が約70cmに対し、追加する緊急時対策所は約80cmから100cmとより厚く設計している。 なお、対策要員が7日間で受ける被ばく線量は、既設の緊急時対策所で約37mSv、追加の緊急時対策所で約15mSvと評価している。	H27 2/16	渡邊
11-53	資料3にある、既設の緊急時対策所は、新しい緊急時対策所が何らかの理由で使えない場合に使用するとあるが、何らかの理由とはどんなときか。	四電	現在、当社が想定している事故事象に対しては、追加設置の緊急時対策所に対応可能であることを確認しているが、想定しきれていない何らかの事象により、追加設置の緊急時対策所の機能が喪失した場合、既設の緊急時対策所を活用する方針である。	H27 2/16	渡邊

11-54	2つ緊急時対策所があることは多重性がありいいことであるが、一方で運用を考えると、追加した緊急時対策所を常に使うということであればいいが、どのように使い分けていくのか。どのように要員に教育・周知していくのか。	四電	防災業務計画において、「非常体制」を発令した時に発電所災害対策本部を緊急時対策所に設置することとしており、その発令基準は明確となっている。例えば、非常体制を発令する事象としては、「原子炉冷却材の漏えい」、「全交流電源喪失のおそれ」、「敷地境界付近の空間ガンマ線量率の上昇」が設定されている。 この基準は所員に周知されており、また事象の発生時には参集場所(追加設置する緊急時対策所)を所内周知するため、適切に対応できるものと考えている。	H27 2/16	森
11-55	緊急時対策の運用については、手順書に反映されているのか。また、情報を共有するための通信連絡設備等の信号系統はどのような状況か。	四電	手順については順次整備を進めており、その内容については保安規定に関する国の審査において確認される。 既設の緊急時対策所と同様、追加設置の緊急時対策所においても、緊急時対策支援システム(ERSS)等へのデータ伝送を行うための安全パラメータ表示システム(SPDS)の表示端末等により、重大事故等に対処するために必要な情報を把握することができる設計としている。	H27 2/16	吉川
11-56	記録と広報については、アメリカ、ヨーロッパに比べて日本は手薄だと思っているが、基本的な考え方はどうか。	四電	各班で収集・発信した情報は情報連絡班が全て把握しており、一元的に管理される。広報は広報班が行うが、情報連絡班と広報班は同じ対策室内に配置されており、情報は確実かつタイムリーに共有される。この体制により、適切な対応が可能であると考えている。	H27 2/16	森
11-57	福島事故の教訓として、十分な記録がなく、情報の流通もなく、広報もなかったことがある。記録と広報は安全にとって重要な要素だと思っているので、検討結果を示してほしい。	四電	各班で収集・発信した情報は情報連絡班が全て把握しており、一元的に管理される。広報は広報班が行うが、情報連絡班と広報班は同じ対策室内に配置されており、情報は確実かつタイムリーに共有される。この体制により、適切な対応が可能であると考えている。また、発電所の情報は、緊急時対策支援システム(ERSS)を介して国へも連携され、記録の欠如等のおそれもないと考える。	H27 2/16	森

**伊方発電所3号機
敷地内断層の性状について
(耐震性能)**

(コメント回答)

**平成27年3月26日
四国電力株式会社**

コメント

伊方の敷地内断層について、地盤の応力場も含め、総合的に整理し、データや説明の充実を図って欲しい。

活動性評価に関する審査ガイドの記載

- 『敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド』における将来活動する可能性のある断層等の認定や調査手法に関する記載を踏まえて敷地内断層の活動性を総合的に評価する。

2. 将来活動する可能性のある断層等の認定

(審査ガイドから抜粋)

2.1 基本方針

- (1) 「将来活動する可能性のある断層等」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とする。
- (2) その認定に当たって、後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。
- (3) なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断する必要がある。
- (4) また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面が含まれる。
- (5) 「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。



敷地において後期更新世の地形面および地層が欠如していることから、審査ガイドに従い、地形、地質・地質構造等を総合的に検討した上で敷地内断層の活動性を評価する。

3. 敷地内及び敷地極近傍における地盤の変位に関する調査

(審査ガイドから抜粋)

3.1 調査方針

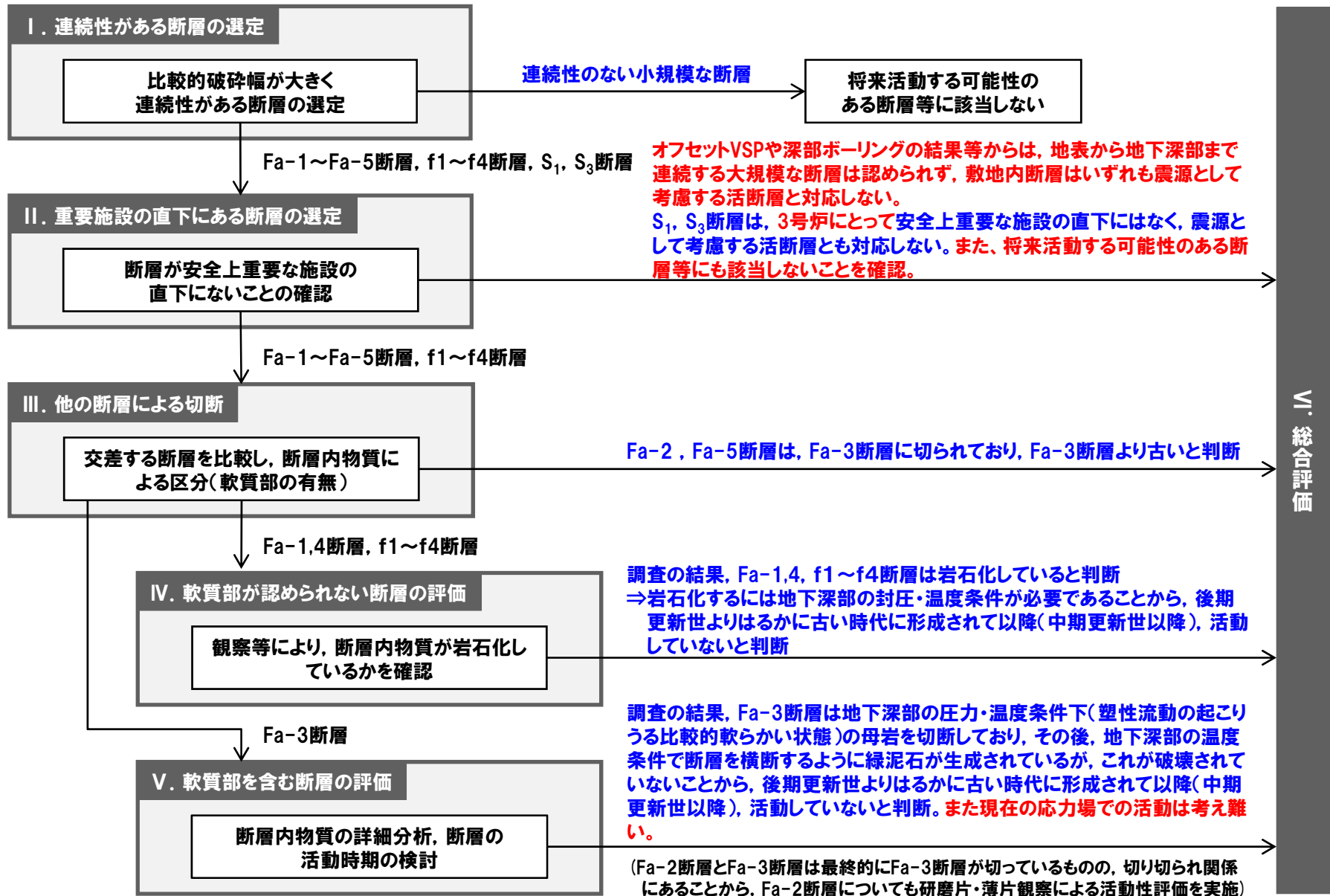
- (1) 重要な安全機能を有する施設の地盤には、将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認する。
- (2) 敷地内及び敷地極近傍に将来活動する可能性のある断層等の露頭が存在する場合には、適切な調査、又はその組合せによって、当該断層等の性状（位置、形状、過去の活動状況）について合理的に説明されていることを確認する。
- (3) 敷地内及び敷地極近傍に将来活動する可能性のある断層等の露頭が存在する場合には、その断層等の本体及び延長部が重要な安全機能を有する施設の直下に無いことを確認する。なお、将来活動する可能性のある断層等が重要な安全機能を有する施設の直下に無い場合でも、施設の近傍にある場合には、地震により施設の安全機能に影響がないことを、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づいて確認する。
- (4) 将来活動する可能性のある断層等とは、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面が含まれる。



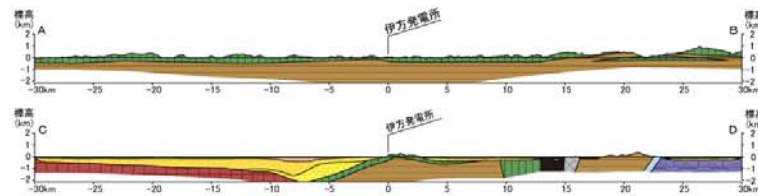
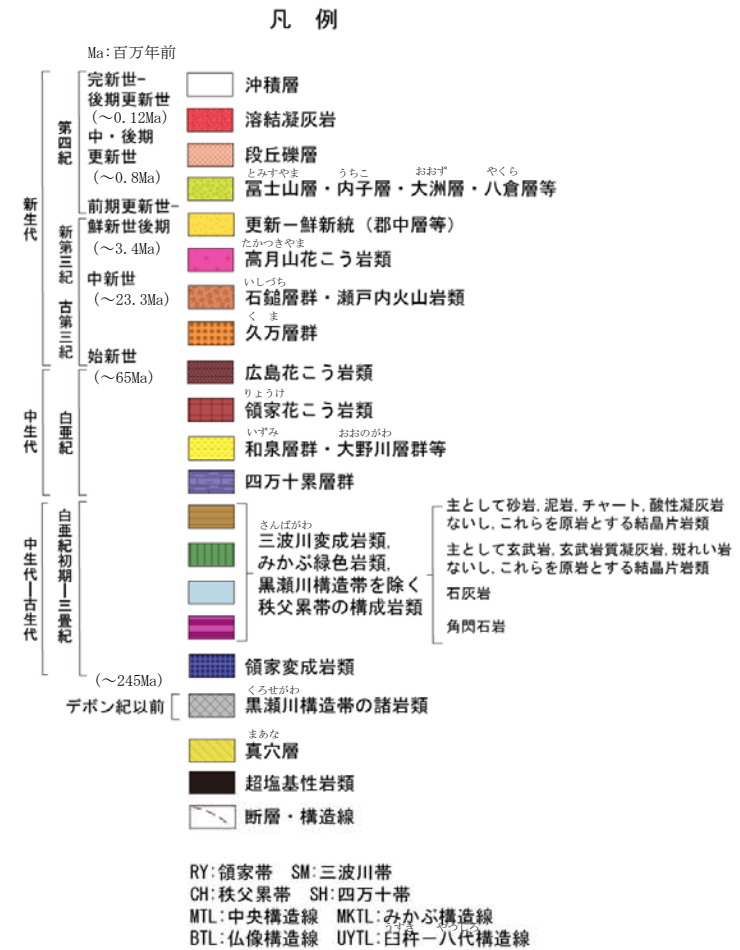
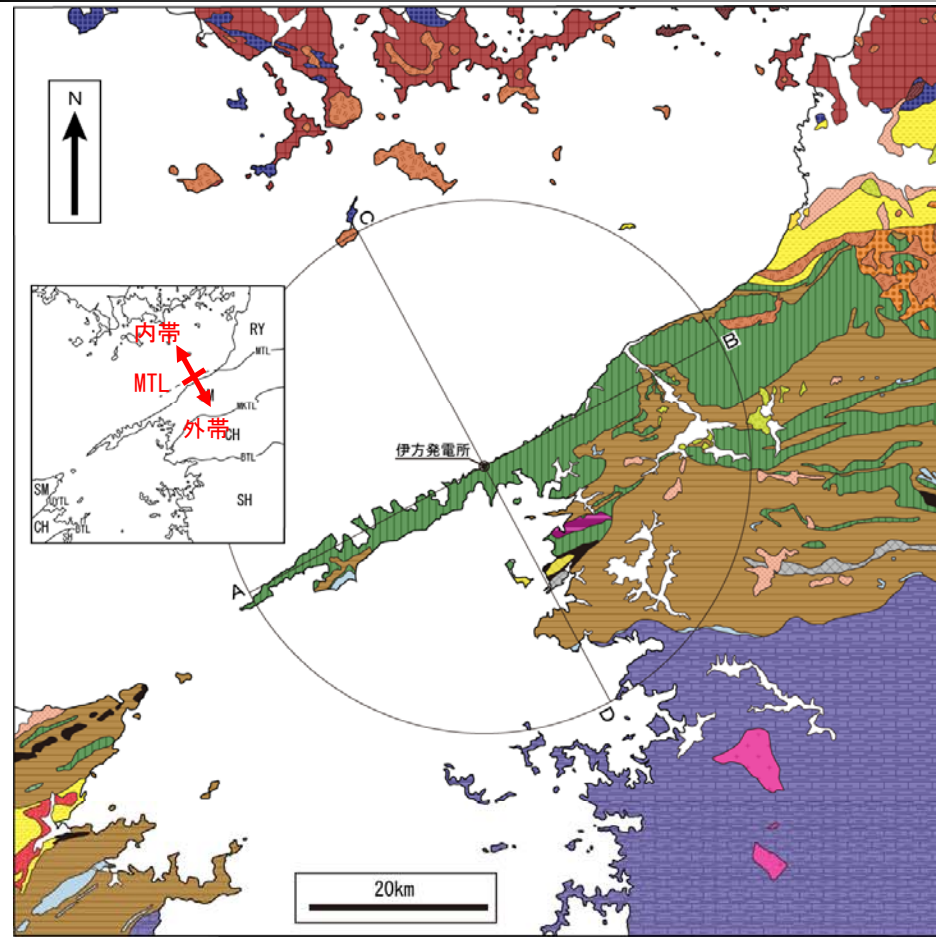
審査ガイドに従い、重要な安全機能を有する施設の直下に将来活動する可能性のある断層等が無いことを確認するとともに、敷地内に「震源として考慮する活断層」が無いことを確認する。



評価の流れ



敷地周辺の地質

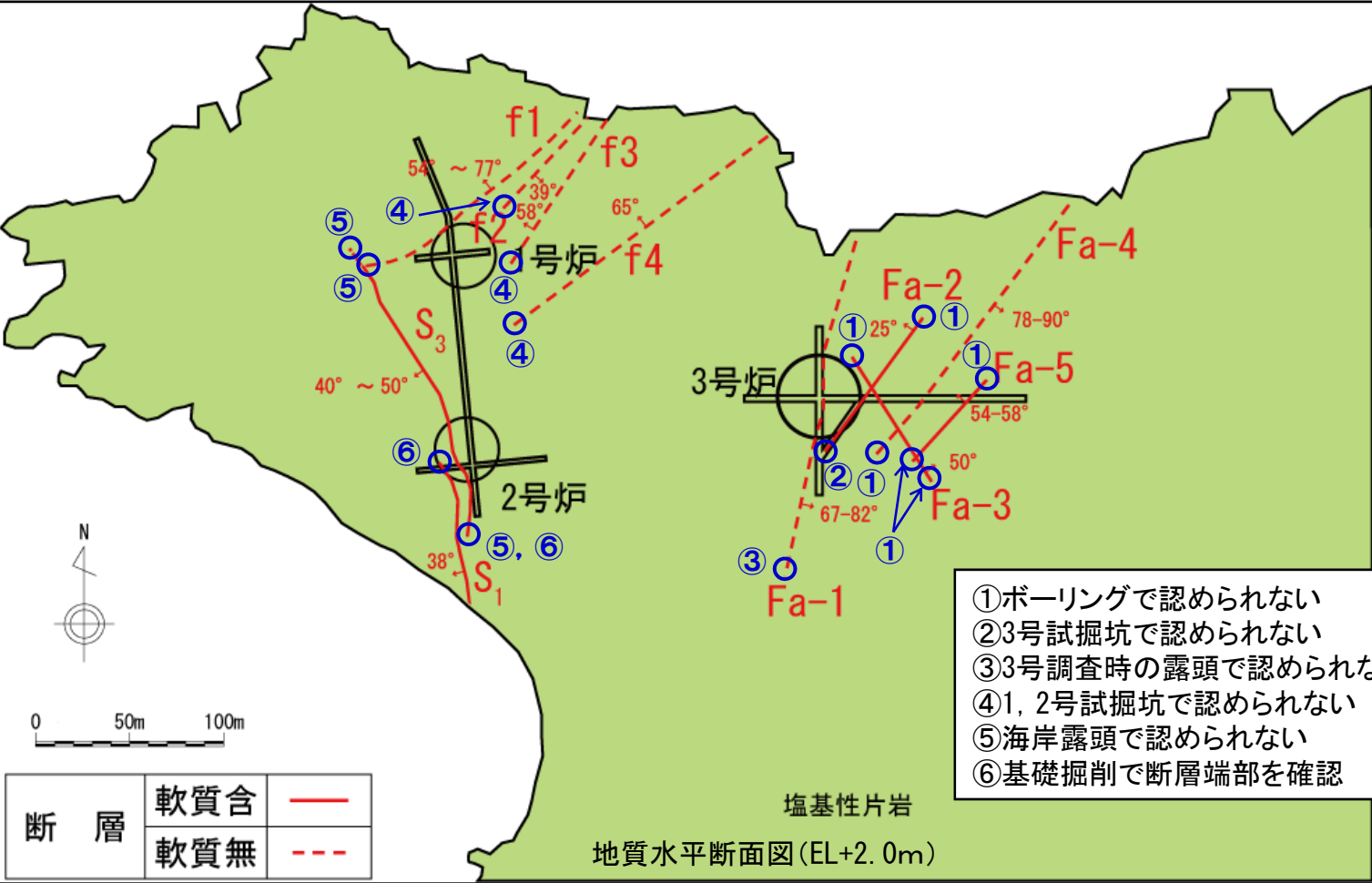


○敷地周辺の内帯には領家帯に属する地層、外帯には北から三波川帯、秩父累帯および四万十帯に属する地層が分布し、地質構造および地質境界断層は東北東-西南西方向である。

○敷地付近には三波川変成岩類に属する塩基性片岩が広く分布する。

敷地内における断層分布

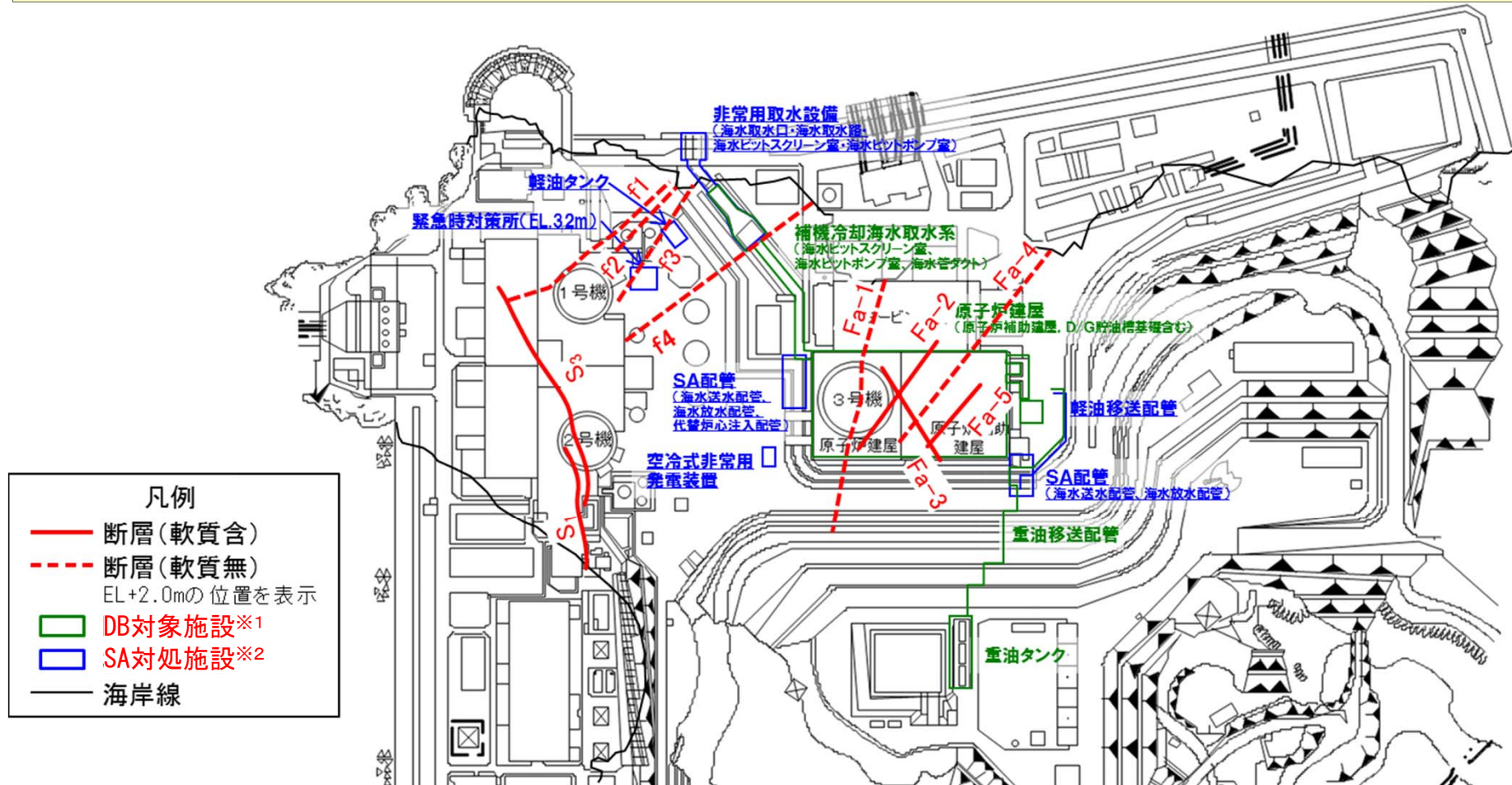
○敷地の地質は三波川帯の塩基性片岩からなり、規模の大きな断層は認められない。敷地に認められる断層の破碎幅はほとんどが10cm未満であり、片理のひきずりや断層内物質の性状から、古い時代に地下深部で生成した断層である。3号炉申請時の調査において、敷地内で比較的破碎幅が大きく連続性がある断層としてFa-1断層～Fa-5断層、f1～f4断層、S₁、S₃断層を示している。



YONDEN ※S₂断層は掘削により除去され現存しない。

3号炉施設と断層の位置関係

- 伊方3号炉の原子炉設置位置付近において比較的破碎幅が大きく連続性がある断層はFa-1～Fa-5断層である。また、3号炉の海水ピット付近にf1～f4断層が分布する。
- 3号炉西方にS₁断層、S₃断層が分布するが、その付近に3号炉申請に係る重要施設はなく、変位が施設に影響を及ぼすものではない。
- これらの断層が震源として考慮する活断層と対応しないことを確認する。

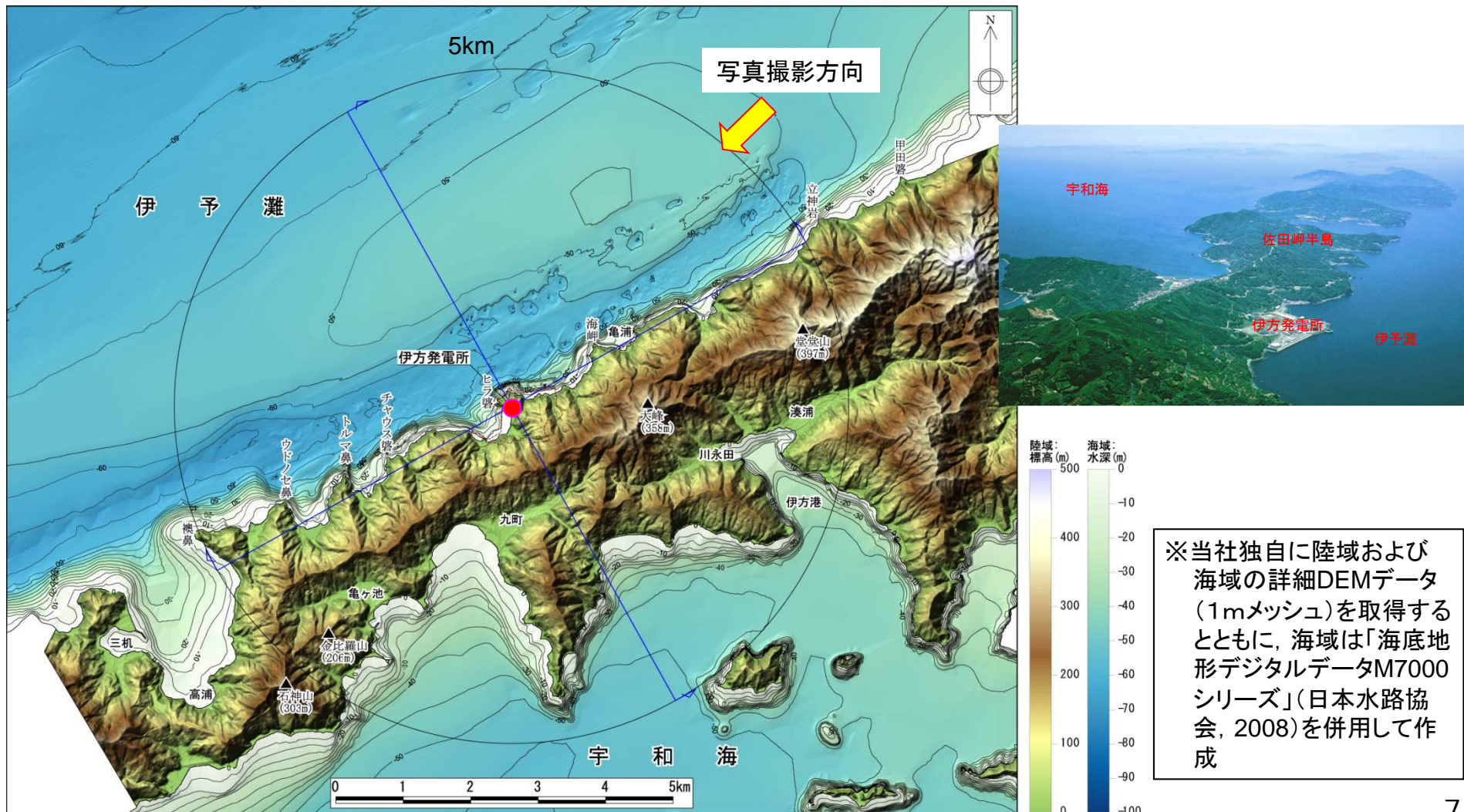


※1 DB対象施設:設計基準対象施設(発電用原子炉施設のうち運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの)

※2 SA対処施設:重大事故等対処施設(重大事故に至るおそれがある事故(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く)又は重大事故に対処するための機能を有する施設)

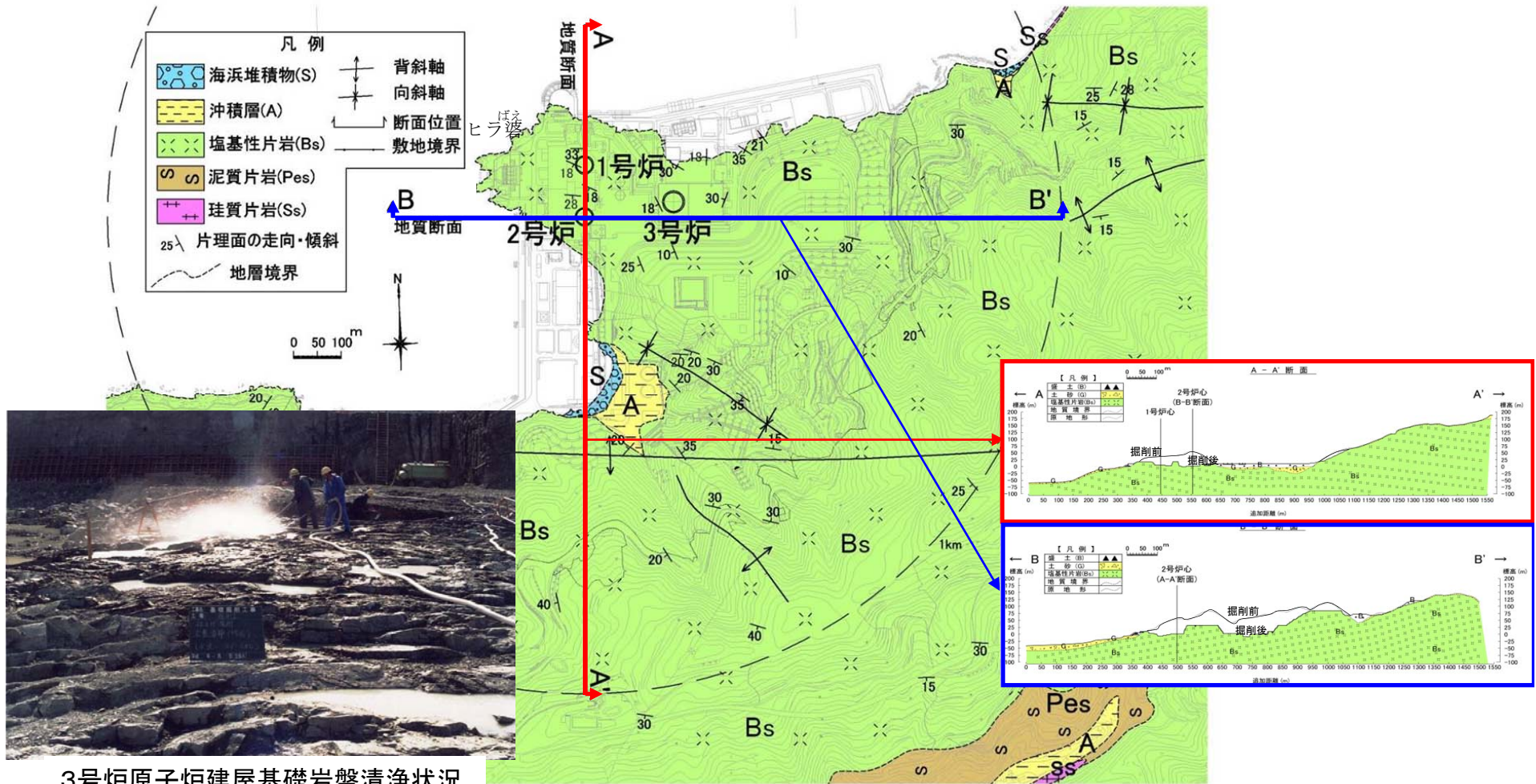
震源として考慮する活断層との対応<変動地形学的調査>

○伊方発電所の位置する佐田岬半島は、東北東-西南西方向に伸びる細長い半島であり、その海岸線は複雑に入り組んでいる。敷地近傍には、「活断層詳細デジタルマップ」, 「[新編]日本の活断層-分布図と資料-」等の既存文献による変位地形・リニアメントの指摘はない。また、詳細DEMおよび空中写真による独自の地形判読によっても敷地近傍に変位地形・リニアメントは判読されない。



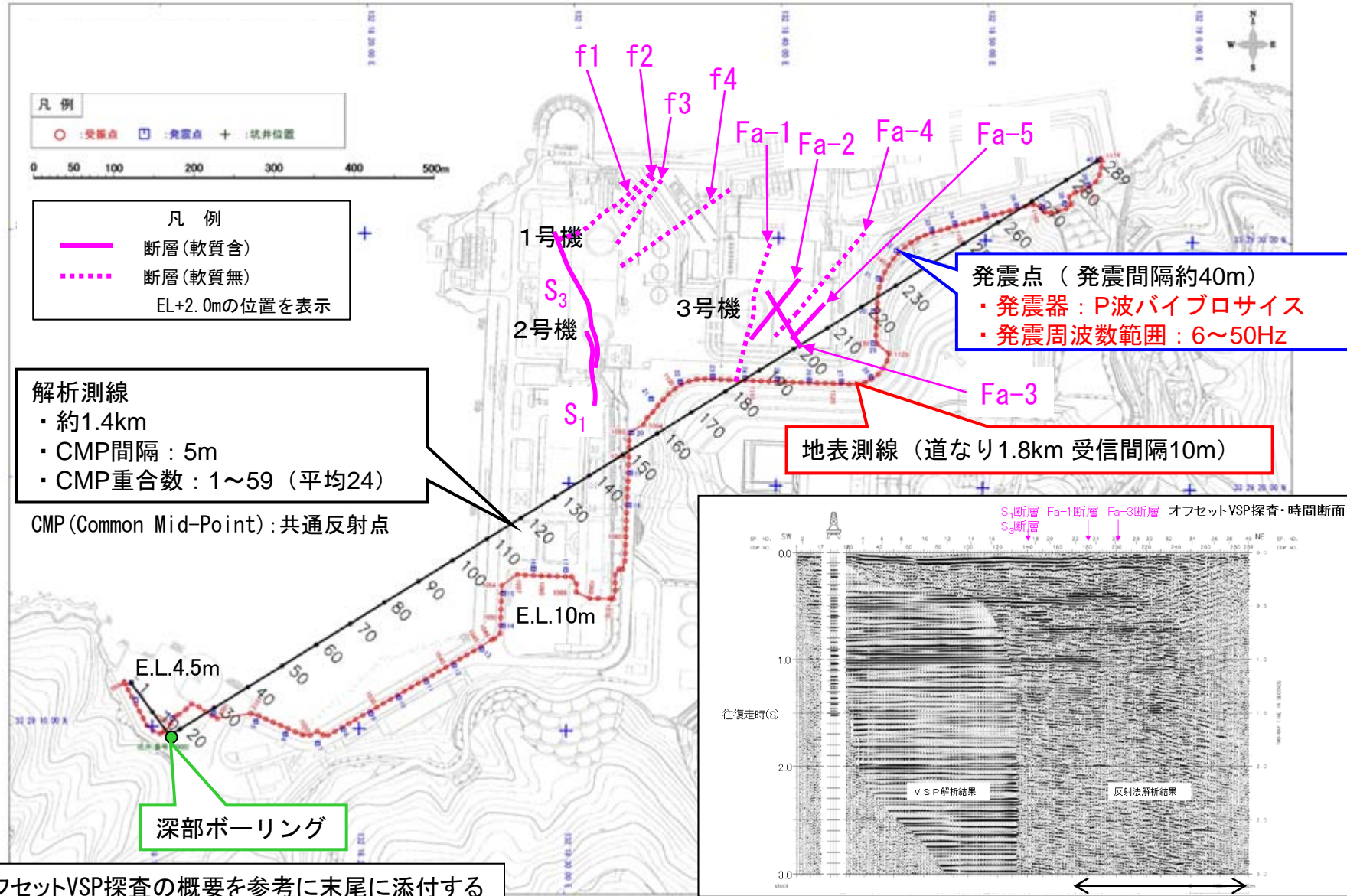
震源として考慮する活断層との対応<地質調査>

○敷地の地盤は主に塩基性片岩からなり、敷地内の断層（Fa-1～Fa-5断層，f1～f4断層，S₁断層，S₃断層）に活断層を示唆する構造は認められない。なお、地山を掘削して敷地を造成しており、年代評価に適した上載地層（後期更新世の地形面および地層）が欠如している。



震源として考慮する活断層との対応<地球物理学的調査>

- 敷地において地下深部までほぼ水平な反射面が連続し、地表から地下深部まで連続する大規模な断層は認められない。
- 深部ボーリングコアで片理面が低角であることを確認しており、オフセットVSPの結果とも整合的である。



オフセットVSP探査の概要を参考に末尾に添付する

震源として考慮する活断層との対応<まとめ>

- 変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査の結果より，敷地内断層はいずれも震源として考慮する活断層と対応しない。
- S₁断層，S₃断層はその付近に3号炉申請に係る重要施設がないことからその変位が施設に影響を及ぼすものではなく，震源として考慮する活断層とも対応しない。また，将来活動する可能性のある断層等にも該当しない。

変動地形学的調査

敷地近傍に「活断層詳細デジタルマップ」，「[新編]日本の活断層—分布図と資料—」等の既存文献による変位地形・リニアメントの指摘はない。また，詳細DEMおよび空中写真による独自の地形判読によっても敷地近傍に変位地形・リニアメントは判読されない。

敷地内の断層(Fa-1～Fa-5断層，f1～f4断層，S₁断層，S₃断層)は活断層を示唆する変動地形と対応しない。

地質調査

敷地近傍・敷地付近には三波川変成岩類が広く分布する。敷地の地盤は主に塩基性片岩からなり，敷地内の断層(Fa-1～Fa-5断層，f1～f4断層，S₁断層，S₃断層)に活断層を示唆する構造は認められない。

地球物理学的調査

地下深部までほぼ水平な反射面が連続し，地震発生層(地下2km以深)まで連続する大規模な断層は認められない。

軟質部の有無と活動性評価の方針

- 軟質部を含む断層のうちFa-2断層, Fa-5断層はFa-3断層よりも活動時期の古い断層であると判断されるため, Fa-3断層について**研磨片・薄片で微細な構造を観察することによる活動性評価**を行う。また, Fa-3断層と切り切れ関係にあるFa-2断層についても同様の活動性評価を行う。
- 軟質部が認められないFa-1, Fa-4断層, f1～f4断層については, 断層内物質が**断層ガウジ**でなく**岩石相当の物性を有することを確認した上で薄片観察等を総合した活動性評価**を行う。

断層名	断層内物質による区分	他の断層による切断	活動性評価の方針
Fa-1断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
Fa-2断層	軟質含	Fa-3断層に切られる	⇒ 研磨片・薄片観察による活動性評価
Fa-3断層	軟質含	Fa-2断層と切り切れ関係	⇒ 研磨片・薄片観察による活動性評価
Fa-4断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
Fa-5断層	軟質含	Fa-3断層に切られる	Fa-3断層よりも古い断層と判断される
f1断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
f2断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
f3断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
f4断層	軟質無	—	⇒ 物理試験や薄片観察等を総合した活動性評価
S ₁ 断層	軟質含	—	付近に3号炉重要施設がなくその変位が施設に影響を及ぼすものではなく, 震源として考慮する活断層とも対応しない
S ₃ 断層	軟質含	—	

軟質部が認められない断層の性状例 < f1断層, f2断層 >

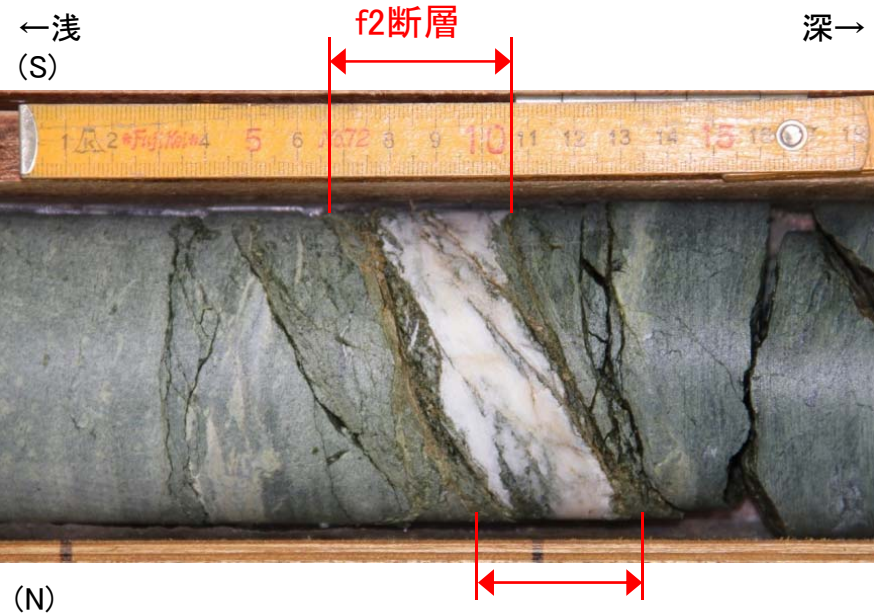
○f1断層露頭の破碎幅は2~5cm, f2断層コアの破碎幅は4cmであり, 断層内物質に粘土状の軟質部を介在しない。また, 断層内物質は岩石相当の硬さで周辺の母岩と密着して一体の岩石となっており, 新しい時代の活動の痕跡は認められない。

(S) **f1断層** 走向傾斜 N40~50° E/70° NW (N)



f1断層露頭写真(平成26年撮影)

走向傾斜N34~43° E/26~31° SE



f2断層(深度約10m)コア写真
(平成26年取得・撮影)

軟質部が認められない断層の活動性評価

○対象断層: Fa-1, Fa-4, f1~f4断層

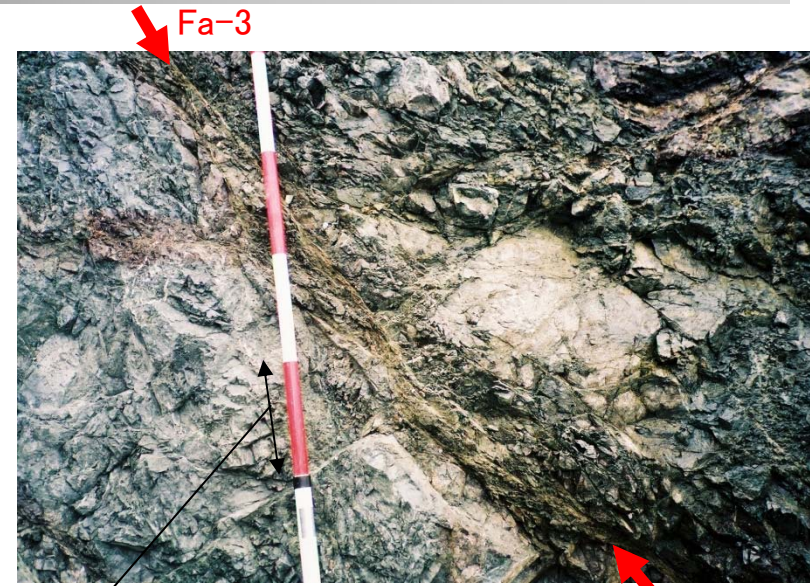
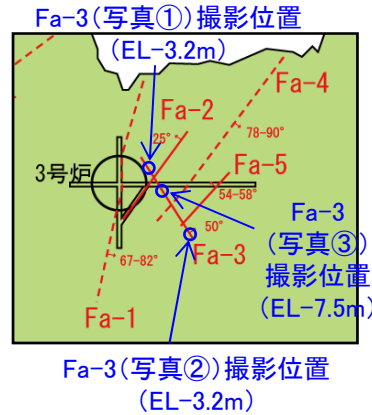
○活動性評価

項目	評価方法	評価結果	関連頁
肉眼観察	断層ガウジあるいは断層角礫との区別が困難な粘土状軟質部の有無を再確認する。	・断層内物質は岩石相当の硬さで周辺の母岩と密着して一体の岩石となっており、新しい時代の活動の痕跡は認められない。	資料1-2 42~44頁
物理試験	断層内物質について物理試験を行って断層ガウジと比較し、水に対する挙動を定量的に評価する。	・断層ガウジ(川上断層、伊予断層)とは顕著な差が認められ、岩石相当の物性を有する。	資料1-2 45頁
針貫入勾配	断層内物質について針貫入試験を行い、断層内物質の局所的な硬さを定量的に測定し、断層ガウジの針貫入勾配と比較する。	・断層ガウジ(川上断層、伊予断層)よりも針貫入勾配が顕著に大きく、湿潤状態でも土のように流動化せず一定の硬さを保っている。	資料1-2 46頁
軟X線観察 CT画像観察 研磨片観察 薄片観察	軟X線観察またはCT画像観察を行い、破碎部と母岩の差を検討する。また、研磨片観察および薄片観察を行い、せん断面を横断する方向の鉱物脈やせん断面と対応する変形構造について観察する。	・破碎部と母岩の明るさに差異がなく、両者が同等の密度であると判断される。 ・細粒部を横断する方向に成長する緑泥石脈や片理のひきずり等が認められることから、地下深部における脆性破壊で形成されたカタクレーサイトである。	資料1-2 49~57頁

軟質部が認められない断層は、後期更新世よりはるかに古い時代に地下深部で生成した断層が地表付近に位置して以降の新しい時代には活動しておらず、将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

Fa-3断層の性状

- Fa-3断層は試掘坑において破碎幅が最大で40cmであるが、試掘坑から離れるにつれて破碎幅が減少し、直線性にも乏しい。(写真①, ②)
- 試掘坑から約5m掘り下げた基礎掘削面では破碎幅が小さく(左下写真), Fa-3断層の局所的に破碎幅・粘土幅の大きい部分を既に掘削で除去している。(写真③)
- 断層付近に正断層的な片理のひきずり(流動的な変形)が認められる。(次頁にイメージ)



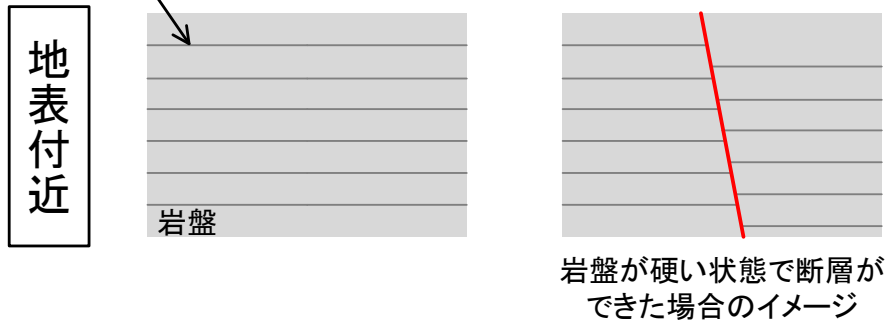
③試掘坑付近から掘り下げた基礎掘削面で平成2年撮影

②試掘坑南方の基礎掘削面で平成2年撮影

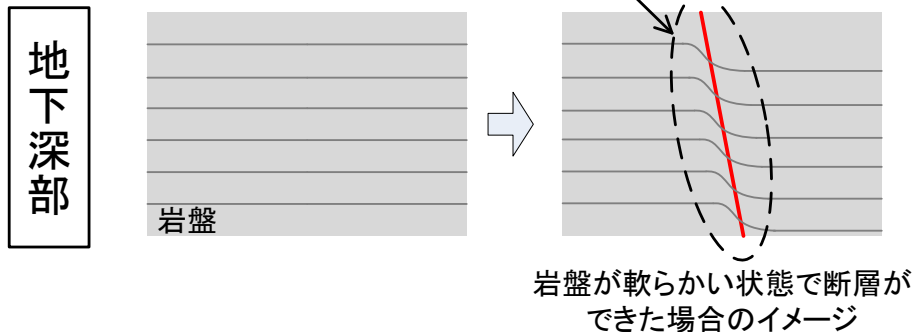
Fa-3断層の活動時期

片理のひきずりのイメージ

片理(針状・柱状や板状の鉱物が平行に配列して縞模様を呈する岩石の構造)

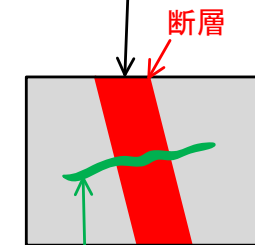
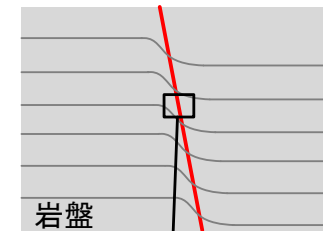


片理のひきずり(流動的な変形)
[地下深部の温度・圧力条件下で起こる]



Fa-3断層では片理のひきずりが確認されたことから古い時代に地下深部で生成されたと評価される

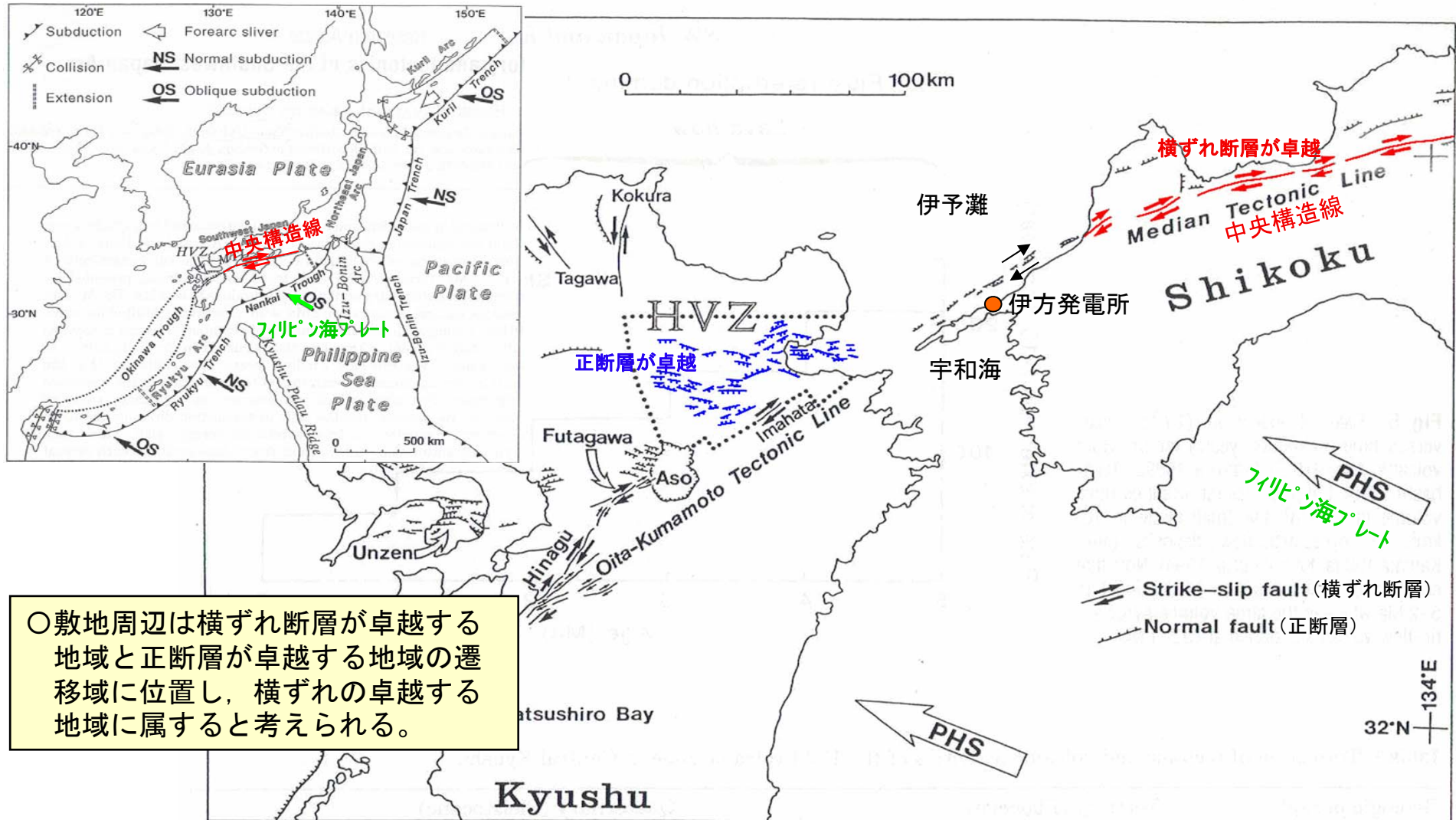
緑泥石脈の観察



地下深部の高温環境で生成される緑泥石脈が断層を横断しており、破壊されていない

断層を横断している緑泥石脈が破壊されていないことから、新しい時代にFa-3断層は活動していないと評価される

応力場の検討① <活断層の変位センス>



○敷地周辺は横ずれ断層が卓越する地域と正断層が卓越する地域の遷移域に位置し、横ずれの卓越する地域に属すると考えられる。

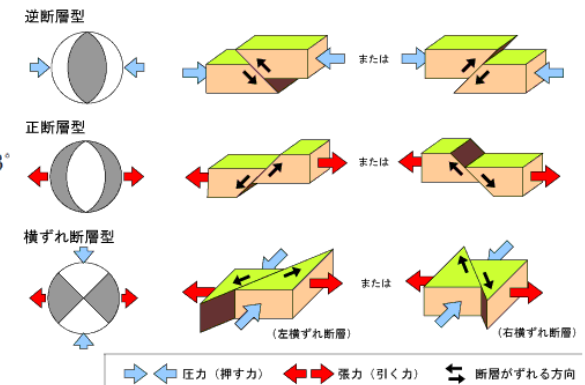
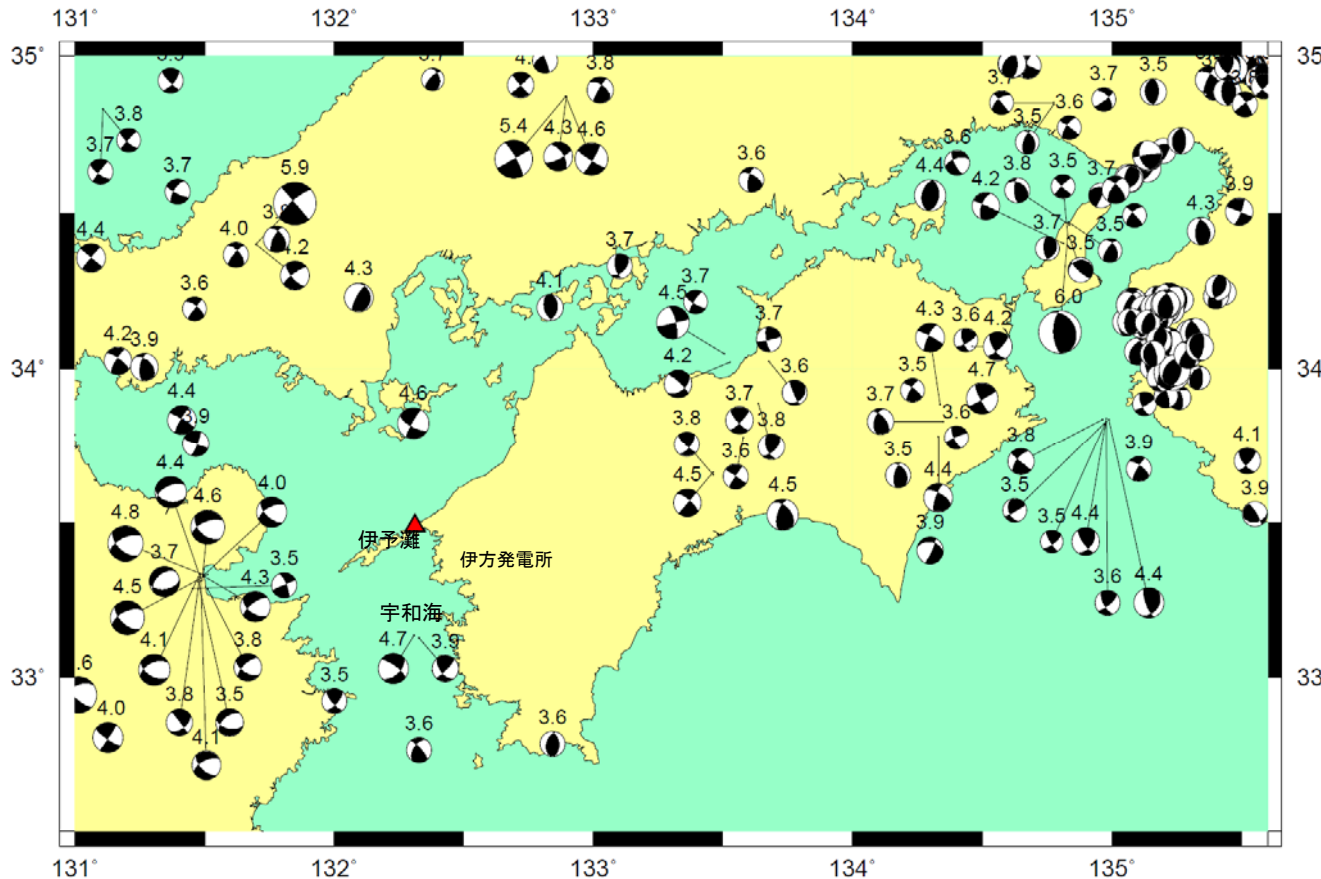
『「Volcanic history and tectonics of the Southwest Japan Arc」 Kamata, H and Kodama, K, The Island Arc, 8, 393-403, 1999』に加筆

応力場の検討② <震源メカニズム解>

■ 震源メカニズム：防災科学技術研究所広帯域地震観測網 (F-net)
 震源位置・M：気象庁一元化処理 震源リスト M \geq 3.5
 期間：1997.1 ~ 2014.6まで
 震源深さ：20km以浅

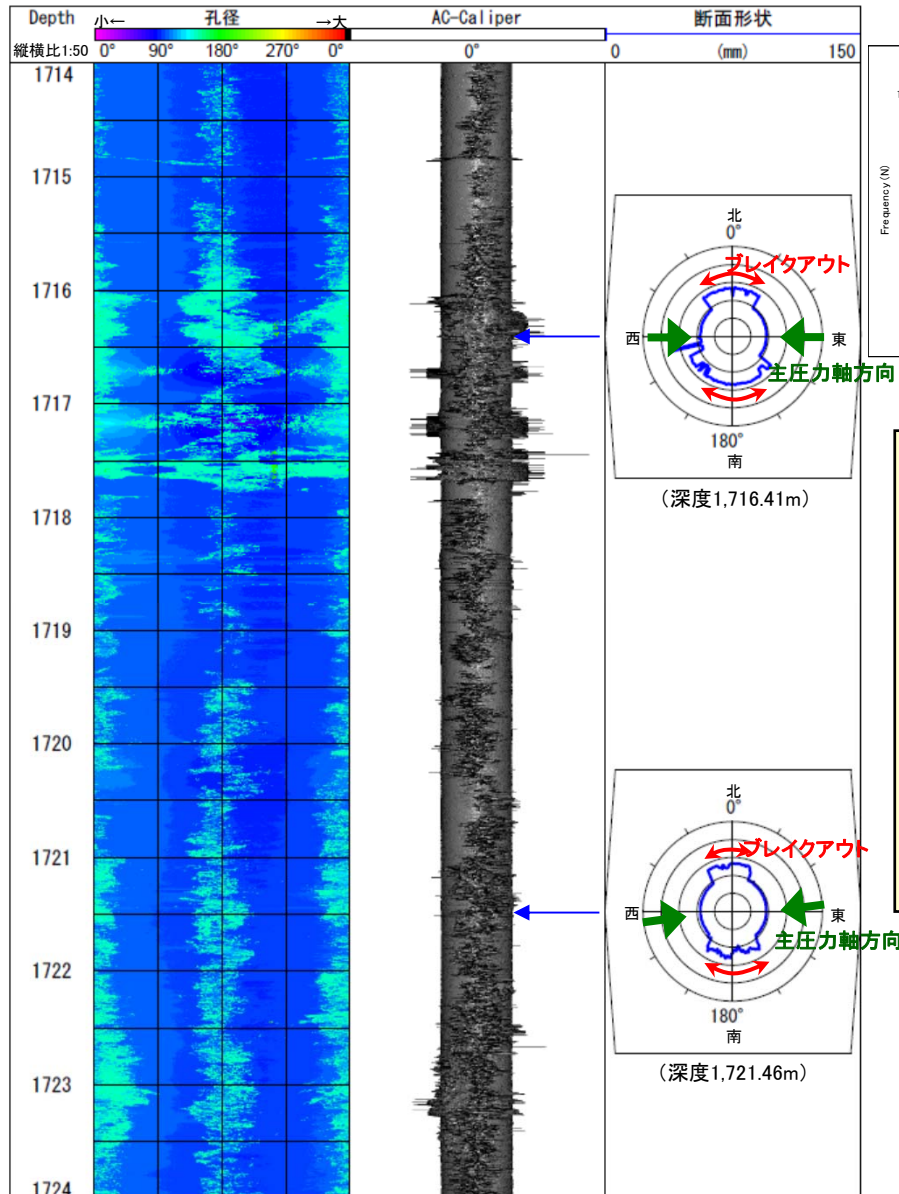
○ 四国中東部および中国地方における内陸地殻内地震には横ずれ型のメカニズム解が多く見られ、最大主応力はほぼ東西方向と考えられる。敷地周辺では内陸地殻内地震が少ないものの、伊予灘北方や宇和海南方のメカニズム解は東西圧縮の横ずれ型である。

○ 一方、大分県北部における内陸地殻内地震のメカニズム解は、ほとんどが南北伸張の正断層型である。敷地周辺の応力場は東西圧縮の横ずれ型で、南北伸長の正断層型の応力場への遷移域に位置する。

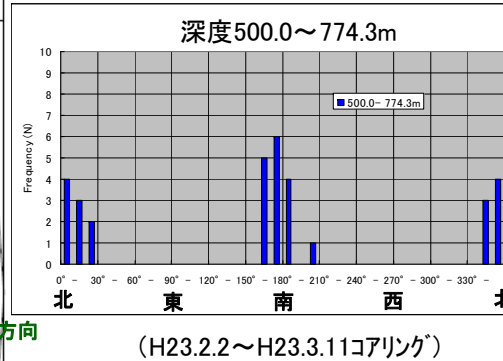


メカニズム解と働く力の向き、断層の動きの図
 (気象庁HPより)

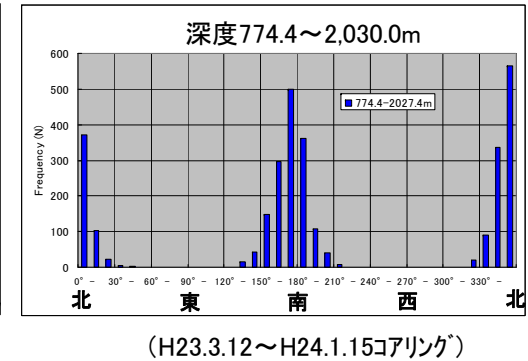
応力場の検討③ <敷地の応力場>



<H23.3.11地震前のブレイクアウト方位>



<H23.3.11地震後のブレイクアウト方位>



○深部ボーリング調査のコアリングに伴って発生するブレイクアウト方位を分析したところ、東北地方太平洋沖地震の前後で顕著な変化は認められない。また、伊方発電所地点における主圧力軸方向は、周辺の広域応力場と同じく東西圧縮 (N85° E) と評価される。

○F a - 3断層は南北に近い走向を有する正断層センスを主体とする断層であることから、現在の横ずれの卓越する東西圧縮の応力場での活動は考え難く、三波川変成岩類が褶曲するのと同様の地下深部の環境で形成された古い断層と考えられる。

『「岩盤応力とその測定」(2012, ベルナル・アマデイ, オーヴ・ステファンソン著, 石田 毅監修, 船戸明雄翻訳代表)』から抜粋

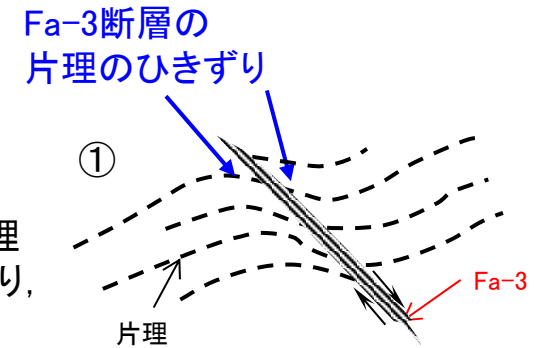
ボアホールやトンネルおよび立坑のような円形空洞の回りの岩は、掘削に伴って集中する圧縮応力を支えることができないことがある。岩の破壊によって直径の両端が大きくなる現象を「ブレイクアウト」(breakout)と呼ぶ。ブレイクアウトは原位置の最小主応力方向に発生するという経験則があり、それによってブレイクアウトから原位置の応力方位を知ることができる。

応力場の検討④ <Fa-3断層とFa-2断層の関係>

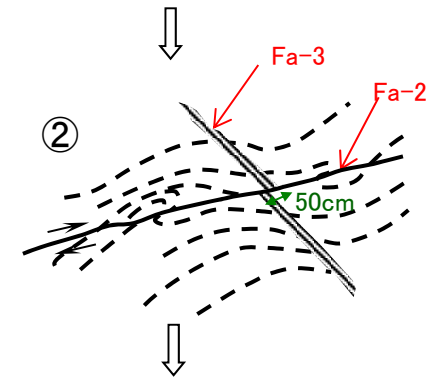
○Fa-3断層近傍の片理面の変形形態について、下盤側がFa-3断層に沿うように下方へ撓曲している箇所が認められ、Fa-3断層の正断層的な運動を示す。硬質の塩基性片岩が急激に破断せずにひきずりを残していることから、Fa-3断層の断層運動が塑性流動の起こりうるような地下深所で発生したものと考えられる。

○Fa-3断層はFa-2断層に逆断層センスで切られ、その後、最終的にはFa-3断層がFa-2断層を正断層センスで切っている。切り切れ関係にあるFa-3断層とFa-2断層の変位センスが全く異なり、これらの断層は広域的な応力場に対応して活動したのではなく、三波川変成岩類の上昇過程の局所的な応力場で変形を解消した古い断層と考えられる。

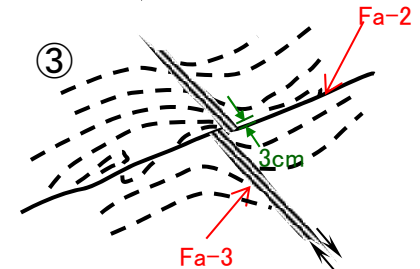
①Fa-3断層は上下盤に片理のひきずりが明瞭であり、正断層と判定される。



②Fa-3断層は低角度のFa-2断層によってその破砕部の大部分が逆断層センスで切られ、最大50cm変位させられている。



③最終的にはFa-3断層がFa-2断層を正断層センスで切っていると判断されるが、変位量は最大3cmと小さい。



Fa-2断層とFa-3断層の関係模式図

Fa-3断層の活動性評価

- 敷地近傍（半径5km内）に活断層は認められず、周辺の活断層からの「枝分かれ断層」としてFa-3断層が変位する可能性はない。
- Fa-3断層は地下深部の震源断層まで連続するものではなく、その性状から古い時代に地下深部で生成した断層である。
- Fa-3断層は広域的な応力場に対応して活動したものではなく、三波川変成岩類の上昇過程の局所的な応力場で変形を解消した古い断層と考えられ、現在の横ずれの卓越する東西圧縮の応力場での活動は考え難い。
- Fa-3断層に古い時代の緑泥石脈（スメクタイトとの混合層を伴う）生成以降の活動は認められず、Fa-3断層に切断されるFa-2断層およびFa-5断層の活動時期も古い。
- 軟質部を含む断層の活動時期は後期更新世よりもはるかに古く、いずれも将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

Fa-3断層の性状	
断層の走向・傾斜	試掘坑内でN31° W/50° NEであるが、直線性が悪く、場所によって走向・傾斜が変化する。
断層の幅	試掘坑内におけるFa-3断層の破碎幅は、断層の影響を工学的に評価するため微小な亀裂が生じて岩盤が劣化した範囲まで含めて最大40cmであり、最も破碎の進んだ粘土部からやや破碎された弱破碎部までの幅は5cm程度である。また、試掘坑から離れるにつれて、Fa-3断層の破碎幅は減少し、Fa-3断層の局所的に破碎幅・粘土幅の大きい部分を既に掘削で除去している。
断層の連続性	Fa-3断層は長さ75m程度であり、地下深部の震源域まで連続するようなものではない。
応力場	南北に近い走向を有する正断層センスを主体とする断層であることから、現在の横ずれの卓越する東西圧縮の応力場での活動は考え難く、地下深部で形成された古い断層と考えられる。広域的な応力場に対応して活動したものではなく、三波川変成岩類の上昇過程の局所的な応力場で変形を解消した古い断層と考えられる。
断層付近の岩盤	断層付近の岩盤は破碎や変質がなく新鮮である。また、正断層的な片理のひきずりが認められ、Fa-3断層が古い時代(約9千万年前以降)に地下深部(地下数km以深)で生成したことを示す。
断層内物質	最新活動面と対応する細粒部(粘土)は幅が数mm~1cm程度で直線性にも乏しい。その細粒部を横断して緑泥石(スメクタイトとの混合層を伴う)が脈状に成長しており、その後脆性破壊を受けていないことから、緑泥石脈生成(約1千万年前以前)後にFa-3断層は活動していない。
	細粒部中の緑泥石脈(スメクタイトとの混合層を伴う)は古い時代に地下深部の普遍的な高温環境で生成(約1千万年前以前)したものであり、Fa-3断層の活動時期は後期更新世(約12~13万年前)よりもはるかに古い。

敷地内断層の活動性の総合評価

断層名	震源として考慮する活断層との対応	他の断層による切断	断層内物質の肉眼観察	物理試験	針貫入試験	軟X線観察 CT画像観察	研磨片観察 薄片観察	総合評価
Fa-2	震源として考慮する活断層とは対応しない	Fa-3に切られる	粘土状の軟質部を含む	-	-	-	せん断方向に成長する石英脈・方解石脈および細粒部を横断して成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	地下深部における緑泥石脈※生成以降の活動は認められず、活動時期は後期更新世よりもはるかに古い
Fa-3		Fa-2と切り切れ関係		-	-	-	細粒部を横断して成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	
Fa-5		Fa-3に切られる		-	-	-	-	Fa-3の活動よりも古い
Fa-1		-	岩石相当の硬さで周辺の母岩と密着して一体の岩石となっており、新しい時代の活動の痕跡は認められない	硬岩に相当する物性(密度、有効間げき率、吸水率)を有し、断層ガウジの物性と顕著な差が認められる	湿潤状態でも土のように流動化せず一定の針貫入勾配を保っており、断層内物質が断層ガウジでなく基質と岩片が固結したカタクレサイトであることを明確に示す	破砕部と母岩の明るさに差異がなく、両者が同等の密度であると判断される	せん断方向に成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	地表付近における新しい時代の活動はない
Fa-4		-					せん断方向を横断する方向に成長する変質鉱物脈に脆性破壊は認められない 弱破砕部中に方解石脈の塑性変形が認められる	
f1		-					断層運動の繰り返しにより形成される細粒部は認められず、最も破砕の進んだ強破砕部に沿って片理のひきずりが認められる	
f2		-					細粒部と接する強破砕部中に片理の引きずりが認められ、せん断方向を横断する方向に成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	
f3		-					せん断面沿いの方解石脈の成長や細粒部を切断する小せん断面が認められ、せん断方向を横断する方向に成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	
f4		-					弱破砕部中の片理の引きずりや細粒部を切断する小せん断面が認められ、せん断方向を横断する方向に成長する緑泥石脈※に脆性破壊は認められない	
S ₁	-	部分的に細かく破砕	-	-	-	-	付近に3号炉重要施設がなくその変位が施設に影響を及ぼすものではなく、震源として考慮する活断層とも対応しない	
S ₃	-	粘土状の軟質部を含む	-	-	-	-		

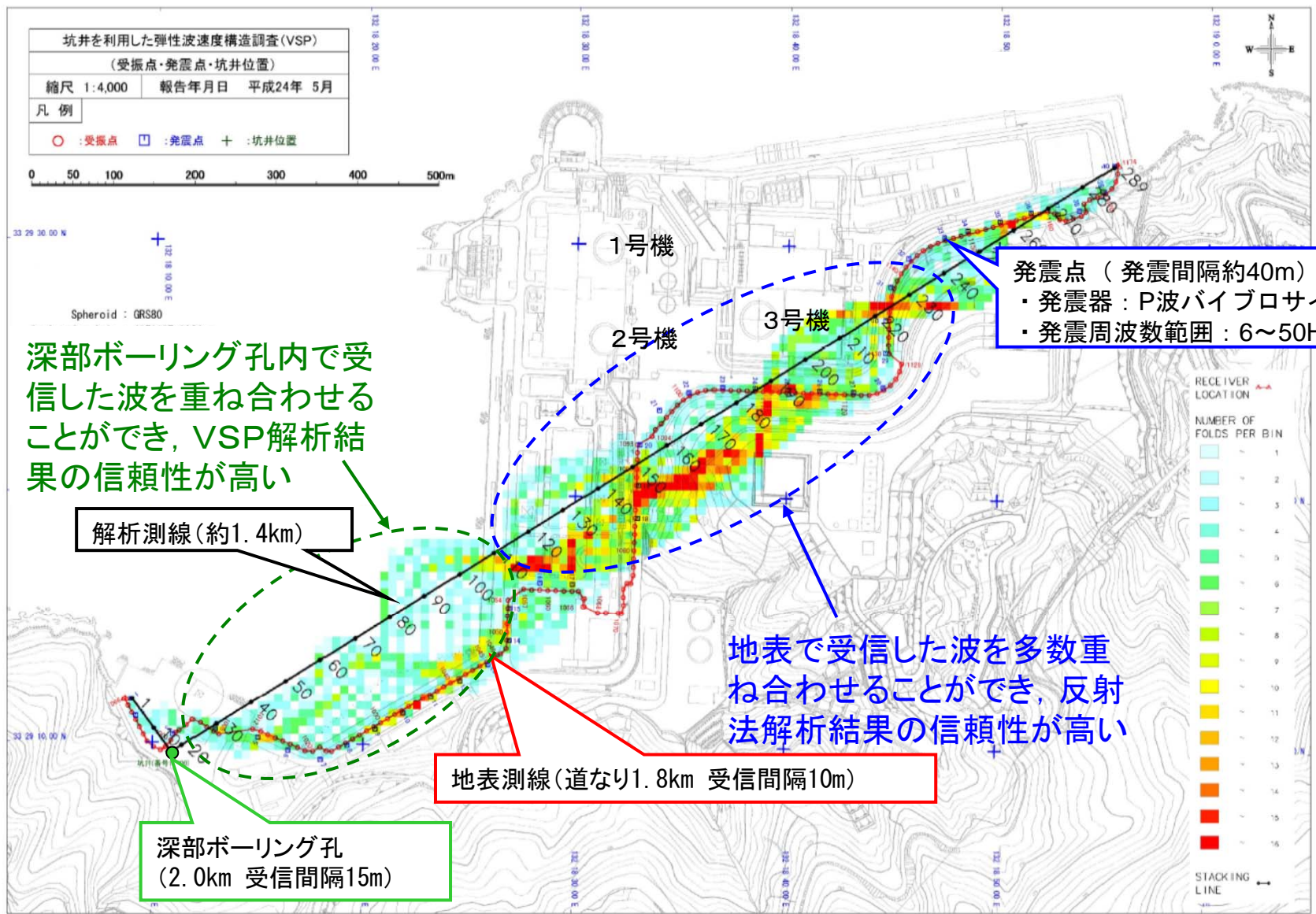
○敷地内で比較的破砕幅が大きく連続性がある断層としてFa-1～Fa-5断層、f1～f4断層、S₁、S₃断層があるものの、オフセットVSPや深部ボーリングの結果等からは、地表から地下深部まで連続する大規模な断層は認められず、敷地内断層はいずれも震源として考慮する活断層と対応しない。S₁断層、S₃断層はその付近に3号炉申請に係る重要施設がないことから、その変位が施設に影響を及ぼすものではなく、震源として考慮する活断層とも対応しない。また、将来活動する可能性のある断層等にも該当しないことを確認。

○軟質部が認められない断層（Fa-1断層、Fa-4断層、f1～f4断層）は、古い時代に地下深部で生成した断層が地表付近に位置して以降の新しい時代には活動しておらず、将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

○Fa-3断層およびFa-2断層に古い時代の緑泥石脈（スメクタイトとの混合層を伴う）生成以降の活動は認められず、Fa-3断層に切断されるFa-5断層の活動時期も古い。これらの軟質部を含む断層の活動時期は後期更新世よりもはるかに古く、また現在の応力場での活動も考え難く、いずれも将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

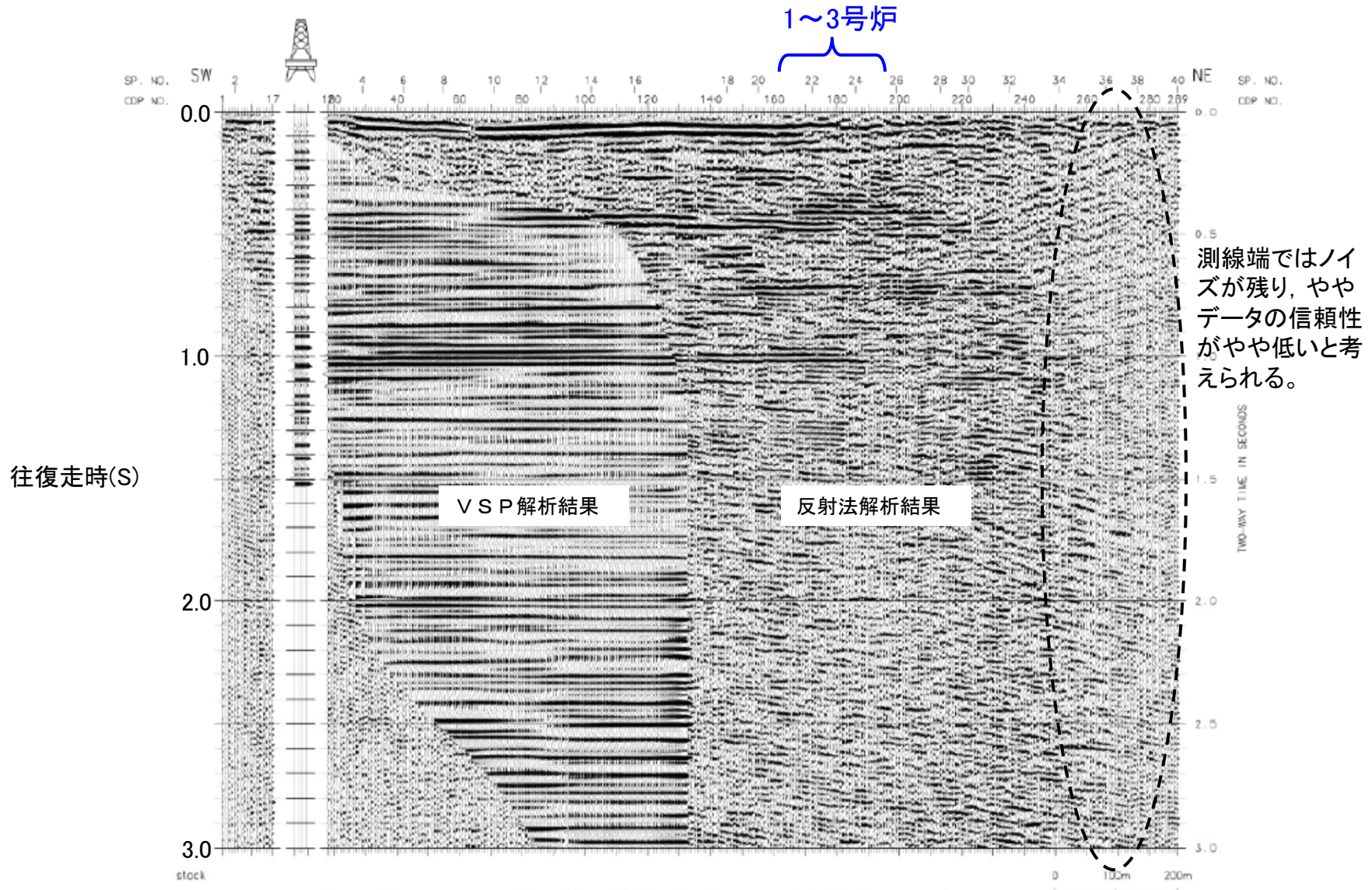
緑泥石脈※：緑泥石脈(スメクタイトとの混合層を伴う)

【参考】オフセットVSP探査位置図



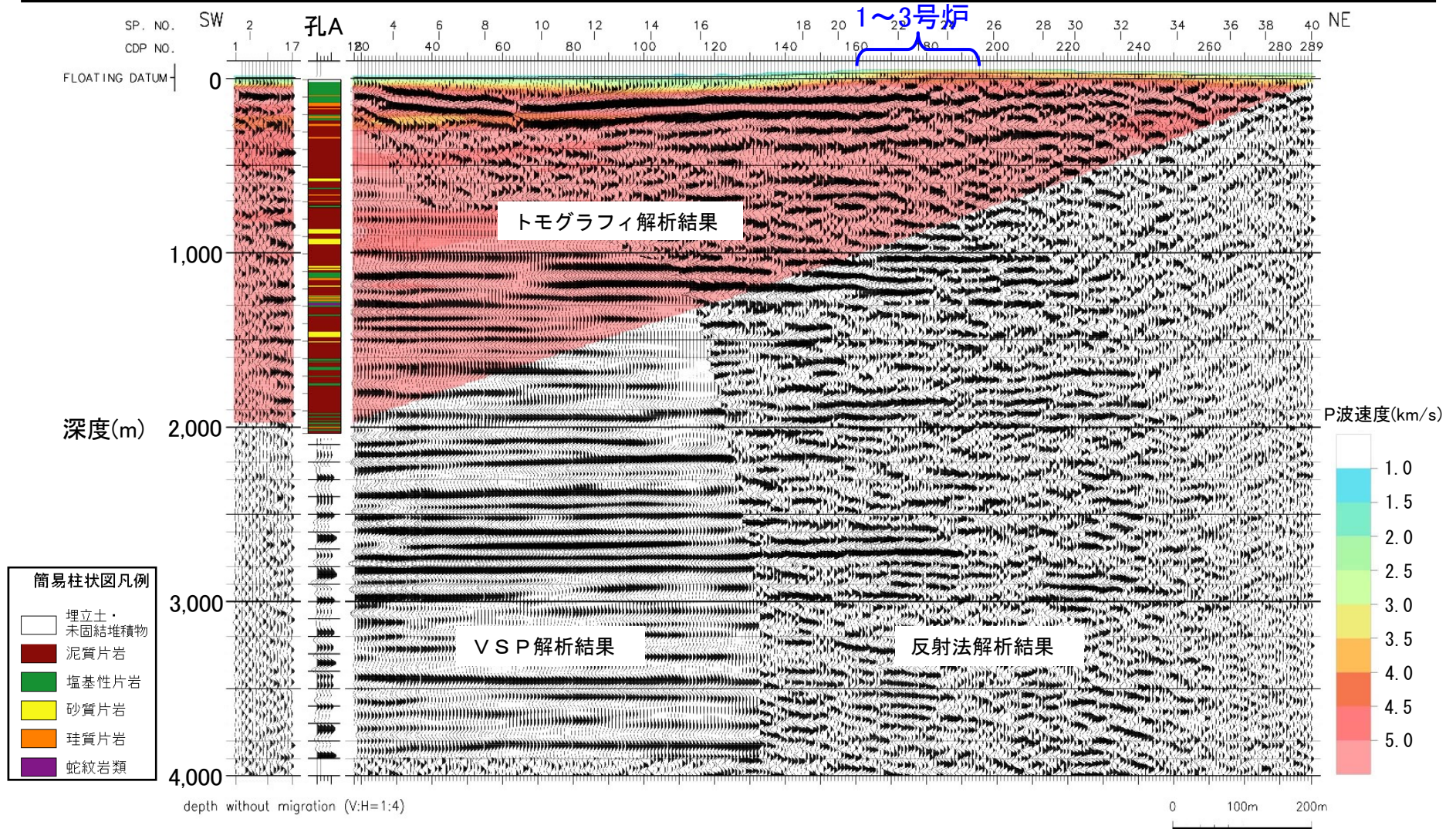
【参考】オフセットVSP探査結果(時間断面)

・地下深部までほぼ水平な反射面が連続し、地震動の特異な増幅の要因となる低速度域及び褶曲構造は認められず、敷地の地盤の速度構造は成層かつ均質と評価される。



【参考】オフセットVSP探査結果(深度断面)

・敷地の地盤は極浅部を除けば $V_p=5\text{km/s}$ を上回る。地震動の特異な増幅の要因となる低速度域及び褶曲構造は認められず、敷地の地盤の速度構造は成層かつ均質と評価される。



【参考】用語集

■ 片理

針状・柱状や板状の鉱物が平行に配列して縞模様を呈する岩石の構造。

■ リニアメント

河川、谷、尾根等の傾斜急変部、屈曲部等の地形的特徴が直線又は直線に近い状態に配列している地形のこと。

■ オフセットVSP探査

ボーリング孔を利用して、地表で発震した地震波を孔内の受振器で受振することにより、地下構造を探査する手法。

■ DEM(Digital Elevation Model)

標高を座標で記録した数値標高モデル。

■ 断層ガウジ・断層角礫

断層運動に伴う破碎によって生じた細粒・未固結の断層内物質。破碎岩片の割合が30%未満のものを断層ガウジと呼び、30%以上のものを断層角礫と呼ぶ。

■ カタクレーサイト(破碎岩)

断層岩のうち基質と岩片が固結しているもの。

伊方発電所3号機 緊急時対策所の追加設置について

(コメント回答)

平成27年3月26日
四国電力株式会社

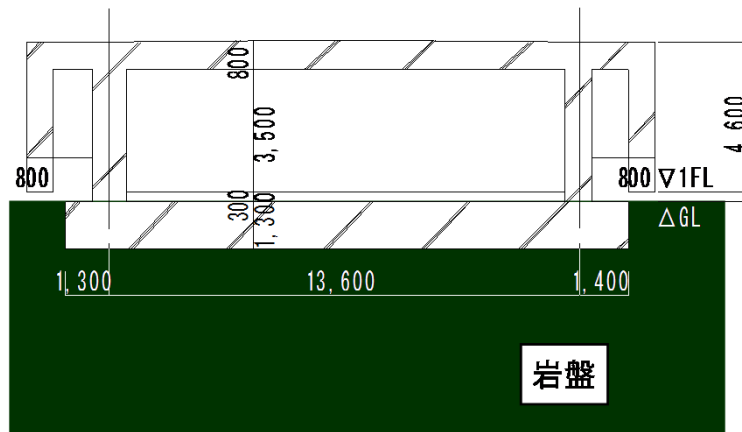
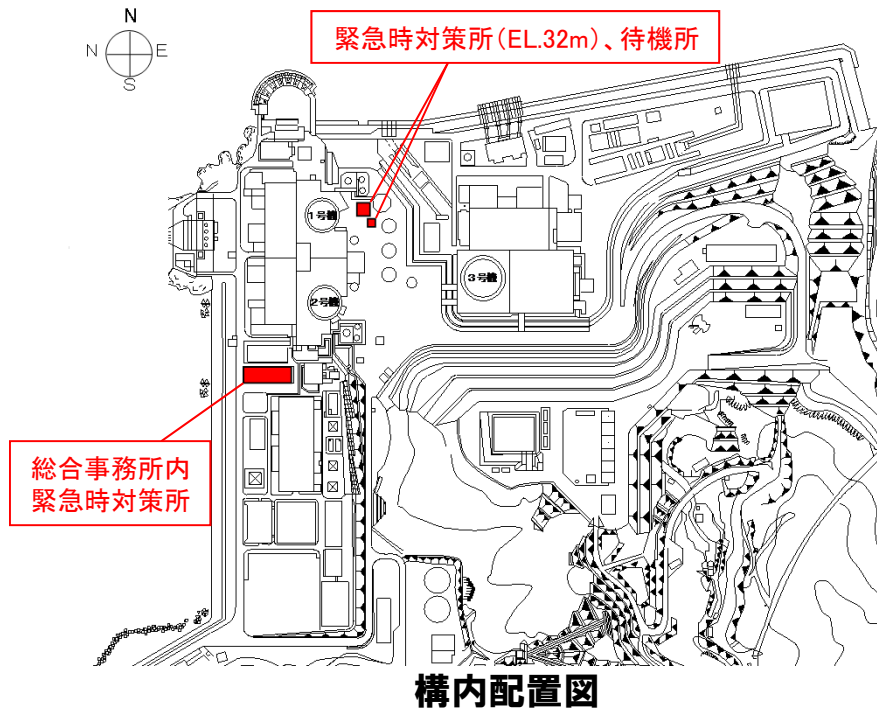
- 1. 緊急時対策所の追加設置に至る経緯**
- 2. 緊急時対策所(EL.32m)の居住性(換気設備)**

1. 緊急時対策所の追加設置に至る経緯(1/2)

- 免震構造を採用している総合事務所は、鉄筋コンクリート造地上7階建ての建物であり、平成23年12月から供用を開始している。この総合事務所の2階に緊急時対策所(以下「総合事務所内緊急時対策所」という。)が設置されている。
- 総合事務所の立地地盤は埋立地盤であり、基礎構造は地中深くの傾斜した岩盤(GL-17~35m)を支持層とする鉄筋コンクリート製の杭を形成した「杭基礎」構造となっている。
- 総合事務所内緊急時対策所については、当時の基準地震動 S_s ($S_s-1:570\text{gal}$ 他)に対して、上部構造は概ね弾性範囲にあること、基礎(杭基礎)は終局耐力*を超えないことを確認した上で、平成25年7月の新規制基準への適合性審査で申請していた。
- その後の基準地震動に係る審査の過程で、震源を特定せず策定する地震動として、「2004年北海道留萌市庁南部地震」($S_s-3:620\text{gal}$)を考慮した結果、一部の杭基礎(28本中3本)が、終局耐力を超える*結果となった。
- 仮に、一部の杭基礎に損傷や部分的な破壊が生じたとしても、杭基礎全体として建物を支持できることから、建物が倒壊するといった状況におちいるものではないと考えられるが、新規制基準への適合は困難であると判断した。
- また、地盤補強などの対策工事を実施することで、新規制基準を満たすことは可能であると考えられるが、工期・工費ともに多くを費やすことが想定されたため、平成26年7月に、標高32mエリアの岩盤上に直接基礎として設置できる新たな鉄筋コンクリート造平屋建ての緊急時対策所(以下「緊急時対策所(EL.32m)」という。)を建設することとした。
- 新たな緊急時対策所(EL.32m)については、基準地震動の確定前につき、余裕をもった地震力による設計を進めることにより、平成26年12月に確定した新たな基準地震動 S_s ($S_s-1:650\text{gal}$ 他)に対しても、十分な耐震性を有する建築物となっている。

※「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程JEAC4616-2009」により、杭基礎が基礎版を安定して支持できることの確認として、杭体が脆性破壊(せん断破壊)しないよう地震時発生せん断力を割り増した応力に対して、杭基礎が終局せん断耐力以内であることを許容限界とする。

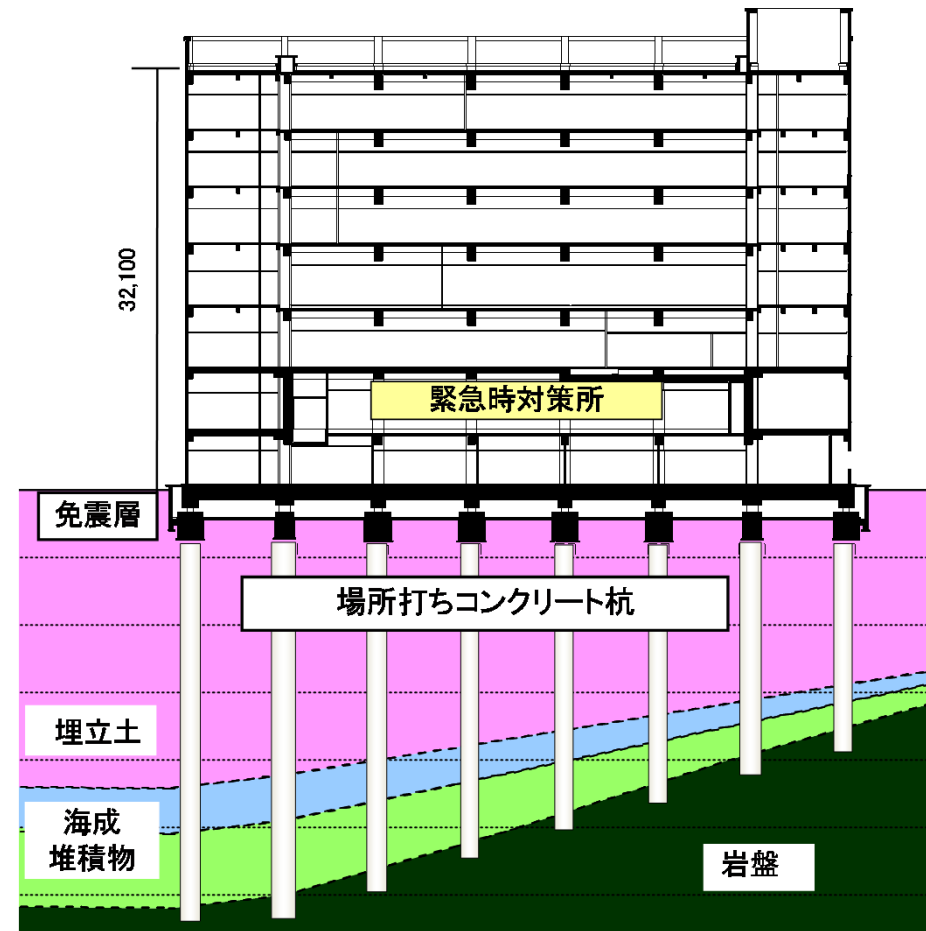
1. 緊急時対策所の追加設置に至る経緯(2/2)



緊急時対策所(EL.32m)

総合事務所内緊急時対策所
鉄筋コンクリート造 7階建ての2階部 延約600m²

緊急時対策所(EL.32m)
鉄筋コンクリート造 平屋建て 延約200m²



総合事務所内緊急時対策所

2. 緊急時対策所(EL.32m)の居住性(換気設備)

緊急時対策所空気浄化ファン及びフィルタユニット(100%容量×2セット)は、予め使用場所の岩盤上に固定しており、設備を運転する際は、ダクトの接続作業等を実施する。

更に、屋外機器であることから、その損傷のリスクを考慮し、損傷・故障時等には別場所に保管している予備ユニット(100%容量×1セット)と容易に交換できるシステムとしている。

