

活断層の連動を考慮した地震動評価

断層連動「100 キロ想定を」敦賀原発評価で保安院

経済産業省原子力安全・保安院は5月29日、日本原電敦賀原発（福井県敦賀市）の耐震評価について、敷地内を通る「浦底断層」を含む全長約100キロの活断層群が連動する可能性を考慮すべきだとする見解を、同日開いた地震・津波に関する意見聴取会で示した。これまでは最大でも35キロだった。

複数の活断層が一緒に動けば、地震の規模が大きくなり、原発が受ける揺れもより大きくなる可能性がある。同原発だけでなく、付近にある高速増殖原型炉「もんじゅ」や関西電力美浜原発でも、想定すべき地震動の見直しが必要になる可能性もある。

意見聴取会ではほかに、北陸電力が、石川県の志賀原発で原発南側の能登半島南部を斜めに横断する邑知潟南縁（おうちがたなんえん）断層帯から坪山―八野断層をはさんで森本・富樫断層帯までの三つの断層の連動を考慮した地震動評価を進めることを明らかにした。

（5月29日朝日新聞デジタル抜粋）

浦底断層「100 キロ連動考慮を」敦賀原発で保安院

保安院の専門家会議で、日本原電敦賀原発の北にある「和布―干飯崎沖断層」や、南東にある「鍛冶屋断層」の地質構造が浦底断層と似ており、連動する可能性があるとして専門家が指摘。保安院は29日の会議で、全長約100キロに及ぶ一連の断層の連動を考慮する必要があるとし、原電に揺れの大きさを評価するよう指示した。

（5月29日 msn 産経ニュース抜粋）

<敦賀原発>活断層連動の揺れ 保安院が再計算指示

保安院は、同じ若狭湾に面する関西電力美浜原発（福井県）の西約10キロ沖の「B断層」（21キロ）と陸の「三方断層」（27キロ）も連動するとして、関電に揺れの再検討を新たに要求した。

北陸電力は、志賀原発（石川県）の北約9キロ付近にある「富来（とぎ）川南岸断層」について調査する方針を表明した。6月中にも調査計画を発表する。これまでは活断層とみなされなかったが、専門家が5月、活動性を指摘する調査結果を発表したのを受けた。活断層だとすれば規模によっては、基準地震動を超える可能性もある。

（5月30日毎日新聞電子版記事抜粋）

活断層の連動を考慮した地震動評価に関するコメントと保安院の見解(案)【概要】

平成24年5月29日
原子力安全・保安院

○北陸電力

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
志賀原子力発電所	猿山沖セグメント、輪島沖セグメント、珠洲沖セグメント及び緑剛セグメント	・4つのセグメントの傾斜角を、珠洲沖セグメントの地質調査結果を代表させて一律60°に設定しているが、実際に地震が起こっていないところなので、もう少し低角な場合も検討しておくべき。 ・断層モデルは、このアスペリティ配置が最も安全側の評価になるのか、検証が必要。例えば、輪島沖セグメントと猿山沖セグメントのアスペリティをくっつけるようにし、モデルの下部に配置する方が、大きなケースではないか。不確かさを考慮する際には、色々なケースを想定するべき。 ・傾斜角45°のケースだけではなく、60°の基本ケースを並記し、比較検討できるようにすべき。	・猿山沖セグメント、輪島沖セグメント、珠洲沖セグメント及び緑剛セグメントについては、一連の構造とした上で、不確かさを考慮させた検討を行うこと。
	海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲	・活断層の連動の議論でいつも重力構造の話を持ち出されるが、重力構造は過去の構造運動の積分なので、活断層の運動とは直接は結びつかない。ただ、エアカンの探査記録を見る限り両断層の構造は全く違わず、ΔCFFの計算結果をみても連動を考える必要はないのではないか。	・海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲については、地質構造上傾斜方向が異なることに加え、静力学的及び動力学的評価により、互いに活動を促進する関係でなく、また、破壊が励起される関係に無いことから、連動を考慮する必要性は無いものと判断する。
	邑知潟南縁断層帯、坪山一八野断層及び森本・富樫断層帯	・邑知潟南縁断層帯及び森本・富樫断層帯が東傾斜、その間の坪山一八野断層が西傾斜ゆえ、地下深部でつながることはないということであるが、ブーゲー異常図によれば宝達山付近に高重力異常があり、坪山一八野断層付近に東上がりの構造が存在する可能性も考えられる。さらに夏栗測線の反射法探査記録では、内高松付近の断層延長部あたりに、東側上がりの構造が存在するようにも解釈できる。したがって、坪山一八野断層より西方の地下深部に東傾斜の逆断層があり、坪山一八野断層はそのバックスラストである可能性も考えられる。	・邑知潟南縁断層帯～内高松付近の断層～森本・富樫断層帯について、地質構造上、各断層の連動の可能性について、否定することは困難であると考えられる。今後は、これらの断層の連動を考慮した上で、不確かさを考慮した検討を行うこと。

○北陸電力

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
志賀原子力発電所	・ 邑知潟南縁断層帯、坪山一八野断層及び森本・富樫断層帯 (つづき)	・ ブーゲー異常図では、海域に重力測定値がプロットされていないにも関わらず沖合までコンターが示され、東西方向に延びる重力構造が存在すると説明がなされている。宝達山の高重力異常が本当に海側に伸びているのかどうかかわからない。 ・ 地生累層の分布が北東部で標高数10mまで隆起しており、何らかの変動があった可能性が否定できないので、同累層が上昇した成因を示す必要がある。水平に分布している主張するのであれば、そのデータを示すこと。 ・ 坪山一八野断層の西部に高まりがあり、その西側には内高松付近の断層が東側隆起として示されている。坪山一八野断層を内高松付近の断層のバックスラストとしてとらえると邑知潟南縁断層帯～内高松付近の断層～森本・富樫断層帯と構造的につながるという考え方もあるが、今回の資料をみると坪山一八野断層という異なる構造が入ってきているというのも1つの考え方として支持できる。 ・ 坪山一八野断層の付近に花崗岩が表面に出現していることが何を意味するか説明すべき。そこに構造を遮るものがあるのか、邑知潟南縁断層帯が坪山一八野断層の西側に延びていくのか、など。 ・ 前田川測線の反射断面において、邑知潟南縁断層帯[野寺断層北部]として示している付近(CMP番号160付近)にずれがあるとの解釈もできる。 ・ 坪山一八野断層付近の高重力異常域が東西に広がっており、構造として連続していないという主張は理解できる。ただ、海域におけるブーゲー異常図の精度が陸域に比べて低いことは念頭におかなければならない。	

○北陸電力

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
志賀原子力発電所	邑知潟南縁断層帯、坪山ー八野断層及び森本・富樫断層帯 (つづき)	・断層モデルの傾斜角を、近傍にある活断層、法林寺断層等の地質学的根拠に基づいて設定しているのか。 ・花こう岩と中川砂岩層との関係で注意しないといけないのは、DーD'断面位置のD'付近で、中川砂岩層が花崗岩の山の高標高部に分布している点である。これは、野寺断層の活動の影響を受けているものであり、同断層が中川砂岩層堆積以降も活動を続けていることを示しているのではないか。邑知潟南縁断層帯と森本・富樫断層帯の間に位置する野寺断層(DーD'断面付近)を検討の対象とすべき。 ・断層モデルは、邑知潟セグメントの北部に破壊開始点を置く方が、地震動が大きくなるのでは。Q値も小さいと思う。得られた応答も全体的に小さい印象を受けるので、パラメータ設定について説明が必要。	

○関西電力(株)、日本原子力発電(株)、日本原子力研究開発機構

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
敦賀発電所、美浜、もんじゅ	甲斐川断層～浦底断層 ～池田内断層～柳ヶ瀬山断層	・地震発生層上端の考え方について、レシビをそのまま適用しているが、発電所近傍及び直下に浦底断層及び破砕帯が存在している状況を踏まえると、拘子定規にレシビを適用するのではなくとも慎重であるべきではないのか。そもそも、レシビ自体が、このような状況を想定しているのかについてよく考えるべき。	・甲斐川断層～浦底断層～池田内断層～柳ヶ瀬山断層を一連の構造とした上で、横ずれが卓越する構造が類似する和布～干飯崎断層～甲斐川断層、柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層との運動を考慮した検討を実施すること。 (さらに南の関ヶ原断層まで連動させる必要があるか否か、検討が必要。)
		・上端深さについては、地震調査委員会のデータだけでは弱く、3kmにしていることに疑問を感じるので、更なる情報の追加、根拠を示すべき。	・浦底断層が発電所から200mと近いこともあり、上端深さの不確かさについては、2kmとして地震動評価を行うこと。
		・応答スペクトル法の不確かさとして断層の上端深さしか考えていないのは不自然であり考え方として不備がある。	
		・傾斜が90度しか考慮されていない。地表観察でも、浦底は東に少し傾斜している形状なので、不確かさとして検討すべき。	
		・地震動評価に当たって、甲斐川断層、浦底断層、池田内断層及び柳ヶ瀬断層の運動を考慮した検討を行っているが、さらに南方の鍛冶屋断層まで連動させたケースも検討しておく必要がある。	
		・地震動評価のパラメータ設定について、地形・地質の情報から見ると、平均すべり量が過小である。	
		・花こう岩類基盤と浦底断層の変位が直接地表に出てくること、明瞭な速度コントラストは深度3kmというより1.5kmあたりであることD10で6.4kmと評価された鳥取県西部の余震発生上端(=破壊上端)が2kmであること(D10が気象庁一次元速度構造によっていて、見積もりが粗いこと)から、不確か幅を少なくとも2kmくらいまで考慮した方が良いのではないか。	

○関西電力(株)、日本原子力発電(株)、日本原子力研究開発機構

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
美浜発電所、もんじゅ	C断層と三方断層	・C断層と三方断層について、C層上面(MIS5e基底)のコンター図だけでは運動を考慮させるべきか判断は難しいが、セグメントは切れていると考える。 ・C断層と三方断層の運動は考慮する必要があるという判断は、行き過ぎかと思う。 ・三方断層が寛文地震の時に動いた断層だと考えれば、350年しかたっていないので、他の断層との運動は今は考慮する必要はないというのは良いが、それ以外の判断はできないと思う。 ・隆起により干上がったとされた地区の文献調査結果だけで、過去本当に隆起したか判断するのは難しい。	・C断層と三方断層については、文献調査及び地形調査の結果から、地質構造上、セグメントは切れているものと判断し、運動は考慮しないとする。
		・C層上面(MIS5e基底)のコンター図を踏まえると、B断層と三方断層の連続性は検討すべき。	
		・距離減衰式を用いた応答スペクトルの評価において、片岡式や内山式の評価では、工学的基礎の値をそのまま用いている。このサイトは地盤が硬いので、補正をした方が合理的ではないか。	
		・Fo-A～Fo-B断層と熊川断層の断層モデルについて、fmaxは、各種断層パラメータの設定に係る最終調整に使っているという感覚。「8.3」という数値は、若狭では一般的な数値と言える。なお、東北ではfmaxが大きいという観測報告があり、「15」くらい大きくしておく必要があろう。	
大飯発電所	Fo-A～Fo-B断層と熊川断層		・地下深部で断層面が近づくことから、その相互作用は働きやすく、両断層の運動の可能性について否定することは困難と考える。したがって、B断層及び三方断層の運動を考慮すること。 ・距離減衰式に関する不確かさの考え方は、全サイト共通事項として今後、整理していく。

○関西電力(株)、日本原子力発電(株)、日本原子力研究開発機構

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
大飯発電所	Fo-A～Fo-B断層と熊川断層 (つづき)	・Fo-A～Fo-B断層と熊川断層の断層モデルのQ値について、Q0を50にしているのは感覚的には小さい。一般的には100ではないか。また、αは1.1にしているが、一般的には0.7程度ではないだろうか。設定したQ0とαの大小により、評価する周期帯のQ値は結果的に適切な値になっているかもしれないが。 ・Fo-A～Fo-B断層と熊川断層の断層モデルの策定手法については、特に問題はないと考える。 ・小浜湾のB層基底面に、Fo-A断層と熊川断層の間が連続するような埋没地形は認められないとしているが、R層上面コンターで示される地形と併せて見ると断層面として捉えられなかったけれども、熊川断層がJNO3測線の位置まで連続しているのを見ると普通ではないか。 ・Fo-A断層と熊川断層の間にセグメント境界があることは明確であり、両断層の位置関係と熊川断層の履歴は活動間隔から、これらの連動は考慮しておく必要があるが、念のための評価でよいと考える。	・熊川断層に関するデータ拡充のための事業者の自主的な調査計画について、報告すること。 ・今後は、耐震バックチェックで評価された基準地震動Ss1に加え、Fo-A～Fo-B断層と熊川断層の連動を考慮した地震動により、施設等の耐震安全性を評価した結果について説明すること。

○関西電力(株)、日本原子力発電(株)、日本原子力研究開発機構

発電所名 若狭地域全て	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
	以下の活断層の運動に関する力学的評価結果、及び断層間を横断するような地質構造がある場合の文献調査結果について ・和布一干飯崎沖断層帯～甲楽城断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層北部 ・B断層と三方断層 ・内池見断層と敦賀断層 ・C断層とB断層～野坂断層 ・野坂断層と白木一丹生断層 ・野坂断層とC断層 ・野坂断層と修福寺断層	・和布～鍛冶屋までだけでなく、浦底から鍛冶屋といった場合も示すべき。 ・志賀の海士岬と羽咋沖のように、1対1の断層について、不確かさを考慮し、「△ CFF+動力学的検討」により評価している場合は、運動の要否を判断できるが、若狭地域の解析は1対1の断層評価でなく、断層の組合せが多種にわたり、複雑すぎて運動の判断材料にはならない。 ・天正地震の時に阿寺断層も動いており、飛騨外縁帯がバウンダリーになっていない。御母衣断層も動いている。最新の情報を調査すべき。 ・ランダースの破壊とピント・マウンテンの構造について説明があったが、ポイントは、並走する東カリフォルニア断層帯に破壊が乗り移り、走向が変わり大きな地震になったことであり、どういうパターンだと運動しやすいのか調査することが大事。 ・“力学的相互作用に着目した再来期間の検討”は、この結果のみから運動しやすさの有無を確定的に論ずるのは困難である。この検討により運動の有無に言及するのであれば、検討方法をさらに精緻化するとともに、その位置づけを明確にすること。	保安院の見解(案) ・甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層を一連の構造とした上で、横ずれが卓越する構造が類似する和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層、柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層との運動を考慮した検討を実施すること。 (さらに南の関ヶ原断層まで運動させる必要があるか否か、検討が必要。) ・B断層～三方断層は、C層上面コンタナーで示される地形の高まりの縁を通っていること、三方断層～花折断層北部間には相互作用があると考えられることから、B断層～三方断層～花折断層北部については、運動を考慮した検討を実施すること。 その他のものについては、事業者による地質調査の結果について精査した結果、運動を考慮する必要は無いものと判断する。 ・保安院の新たな知見の反映制度の中で情報を収集していく。 (野坂断層と修福寺断層については、今後、収集された情報を参考に運動の必要性について判断していく) ・保安院の新たな知見の反映制度の中で情報を収集していく。 ・現時点における若狭地域におけるこれまでに示された力学的相互作用に着目した再来期間の検討は、参考レベルを超えるものでないと判断する。

○中部電力(株)

発電所名	活断層等	意見聴取会での主なコメント	保安院の見解(案)
浜岡原子力発電所		—	・現段階で新たに運動を考慮して地震動を評価すべき活断層は無い。

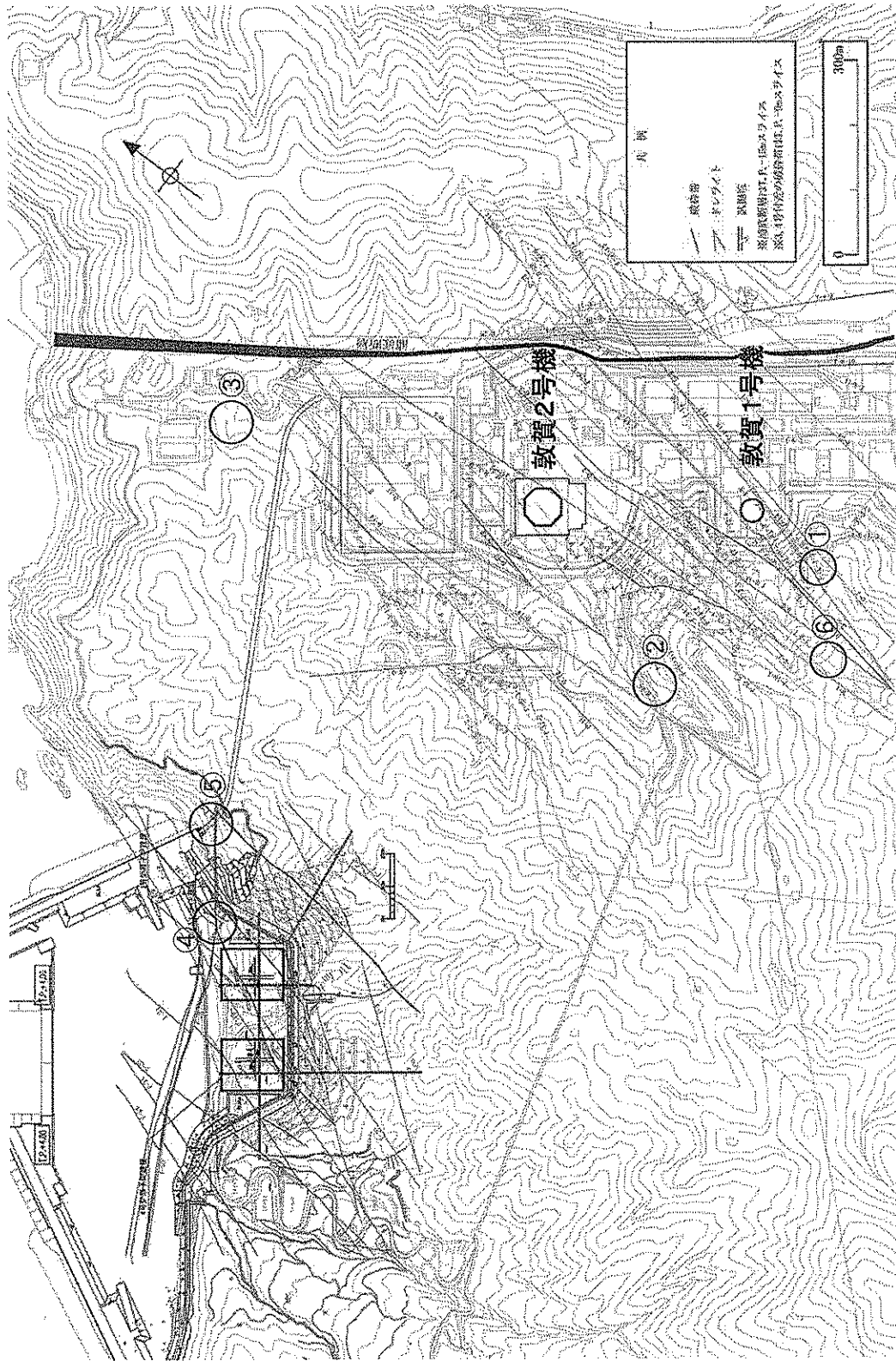
[illegible]

出典：肉西電力(株)HP

7/29 平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた
地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の
耐震安全性評価に反映すべき事項(中岡と堀田)に
基づく報告 添付資料

破碎帯に関する主な調査位置図 (平成24年4月24日現地調査時点)

敦賀発電所

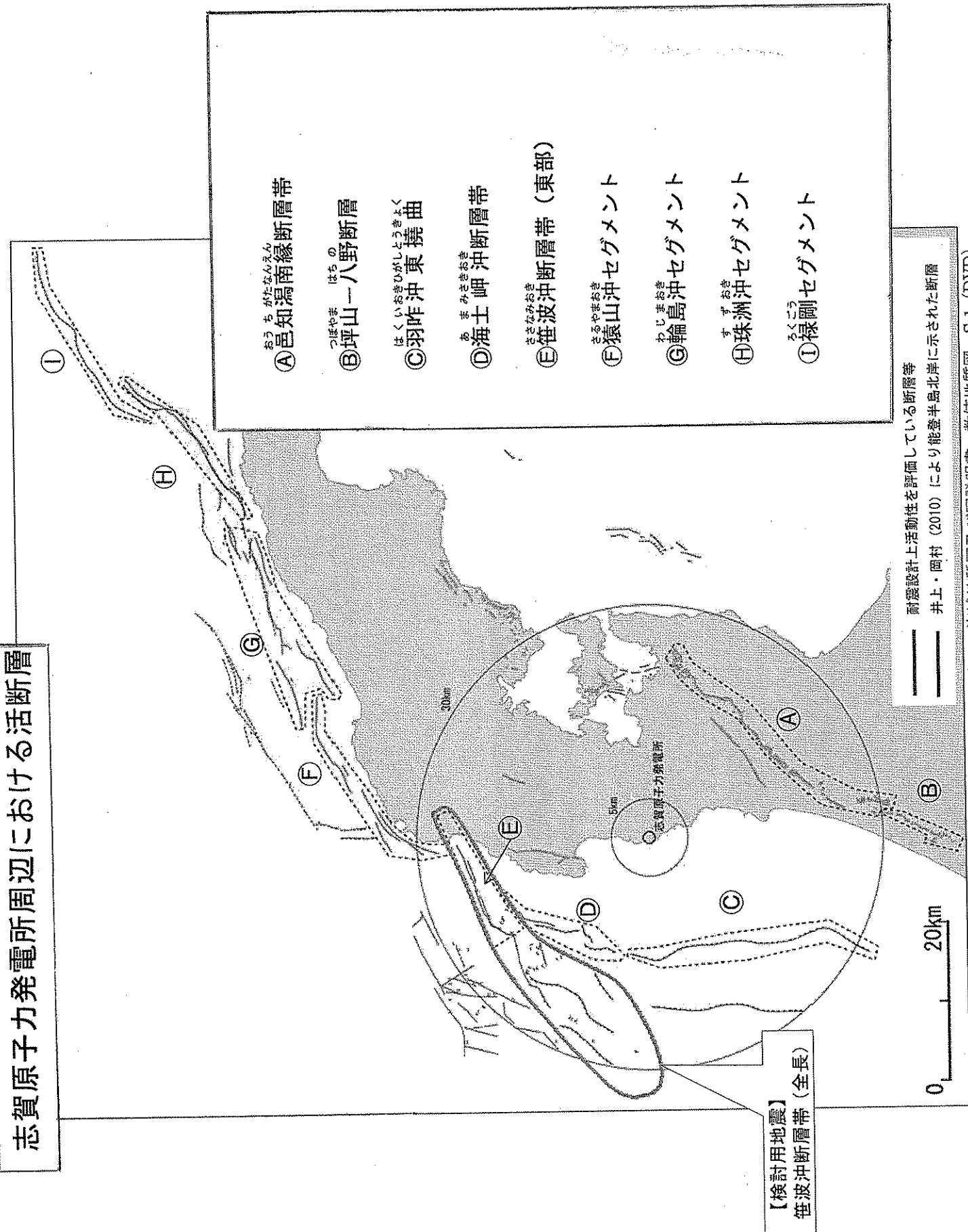


現地調査(平成24年4月24日)における調査地点

②地点(H-3a破碎帯)→⑥地点(D-1破碎帯)→③地点(D-14破碎帯)→④地点(f-13破碎帯)

{ 出典: 原子力安全保安院HP
5/4 第16回地震・津波・防災意見聴取会資料 }

志賀原子力発電所周辺における活断層



出典: 北陸電力HP

平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた活断層の検討結果について (報告) 参考資料