

『平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る

原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について（追加指示）』に基づく報告【概要版】

当社は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）以降の地震の発生状況及び地殻変動（地盤の動き）に関する調査を行うとともに、地震活動が活発化した地域において断層が動いた形跡の有無について地表地質調査を行い、それらの調査結果を踏まえ、既往の調査結果や断層評価の有効性について検討しました。その結果、耐震設計上考慮する活断層に該当する可能性が否定できない場合は、基準地震動 S_s への影響について検討しました。

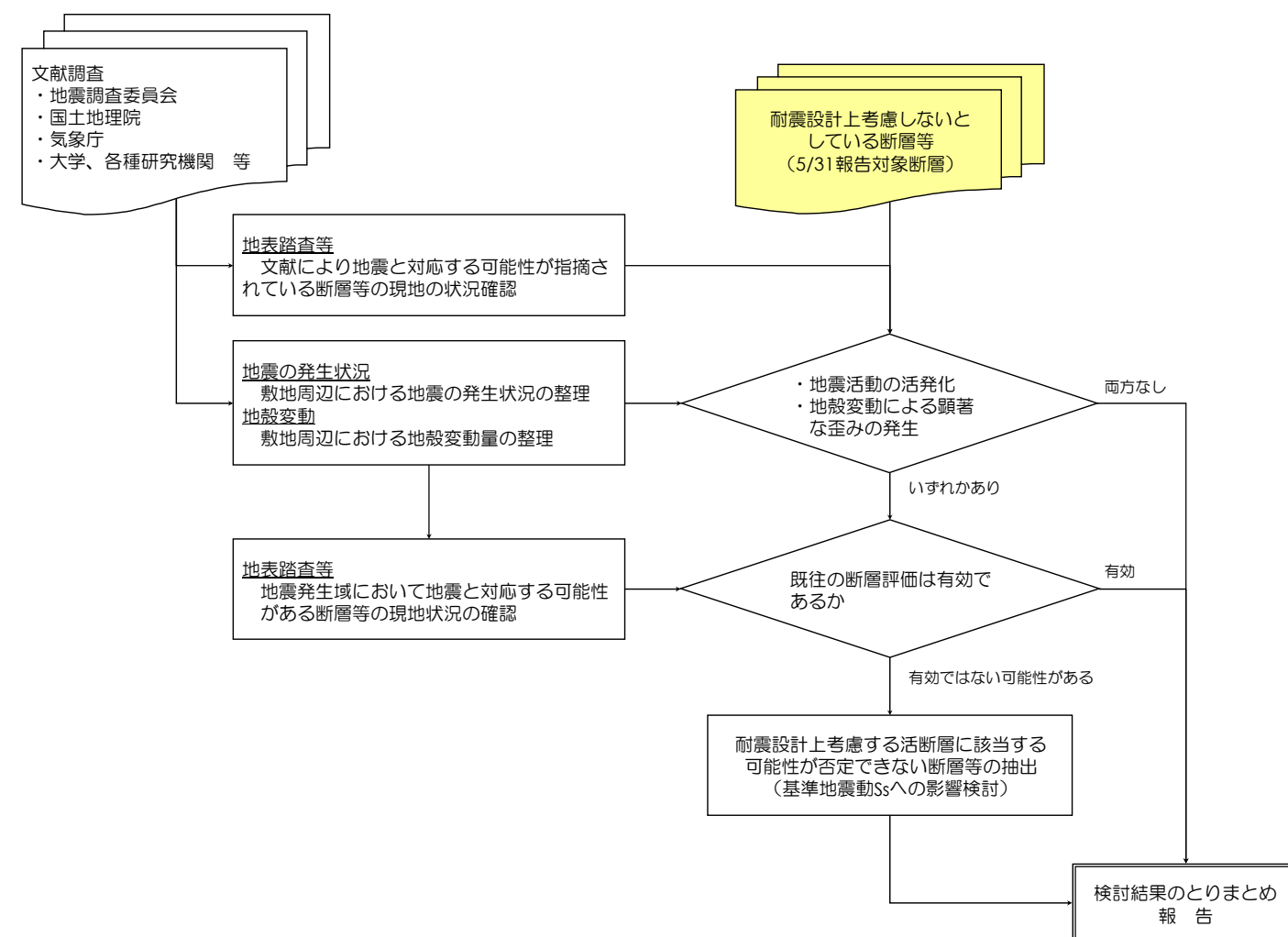


図 1 検討フロー

1. 福島第一原子力発電所・福島第二原子力発電所

(1) 地震の発生状況及び地殻変動に関する調査結果

敷地周辺における地震の発生状況及び地殻変動に関する調査の結果、東北地方太平洋沖地震後に断層評価に影響を与えることが推定される変化として、次の a～c が認められました。

- a 地震活動が活発化している地域がある（図 2）
- b 顕著な東西方向の伸張歪みが発生している（図 3）
- c 研究機関の地震活動予測検討結果（ ΔCFS ）によると、正断層については地震活動が促進される傾向にある

このような状況を踏まえ、耐震設計上考慮していない断層等に対する既往評価の有効性について検討しました。

(2) 既往の断層評価の有効性

4 月 11 日に発生した福島県浜通りの地震（M7.0）は、当社が耐震設計上考慮する活断層と評価している井戸沢断層近傍で発生しました。井戸沢断層の北東には、当社が耐震設計上考慮しない断層と評価していた湯ノ岳断層が存在します（図 4）。これまで湯ノ岳断層の活動性については、

- イ 複数箇所において断層破碎部の固結を確認していたこと
- ロ 断層の延長部において断層が推定される位置を横断する中位段丘面（約 12～13 万年前の地形面）に変位・変形が認められなかったこと

を理由として後期更新世（約 12～13 万年前）以降の活動はないものと判断し、耐震設計上考慮しておりませんでした。4 月 11 日以降に行った現地調査の結果、井戸沢断層及び湯ノ岳断層沿いに正断層型の地震断層が出現していることを確認しました。

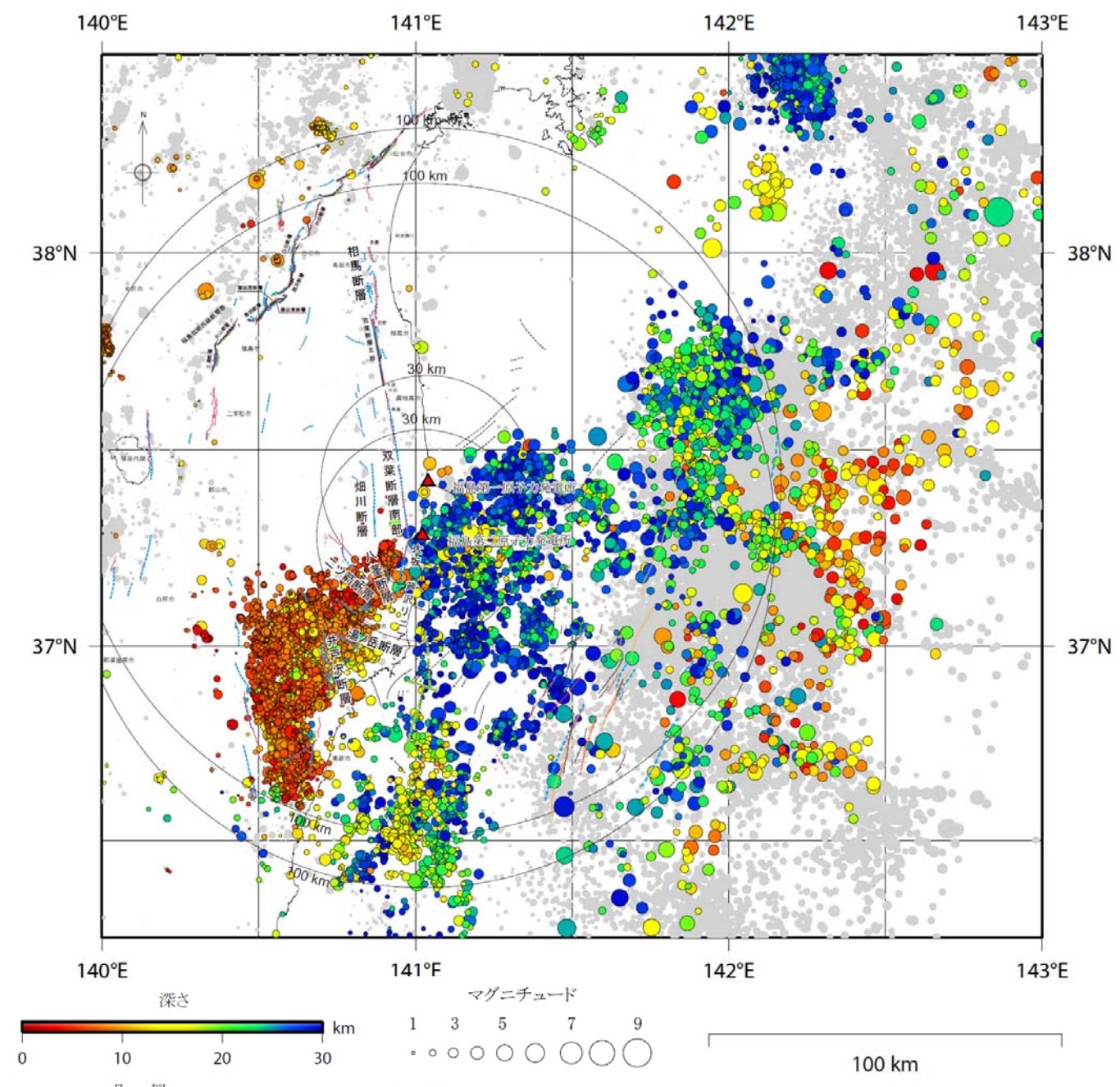
したがって、湯ノ岳断層と類似する理由により活動性評価を行った断層等、あるいは、正断層としての活動が否定できない断層等については、既往評価が有効ではない可能性があるとし、基準地震動 S_s への影響について検討しました。一方、十分な調査結果に基づき、活動性評価を行った断層等については、既往評価は有効であると判断しました。

その結果、耐震設計上考慮する活断層に該当する可能性が否定できない断層として、以下の 5 つの断層を抽出しました（図 5、表 1）。

- ① 畑川断層（長さ：約 44km）
- ② ニツ箭断層（長さ：約 13km）
- ③ 八茎断層（長さ：約 5 km）
- ④ 湯ノ岳断層（長さ：約 17km）
- ⑤ 敷地南東海域の断層（長さ：約 17km）

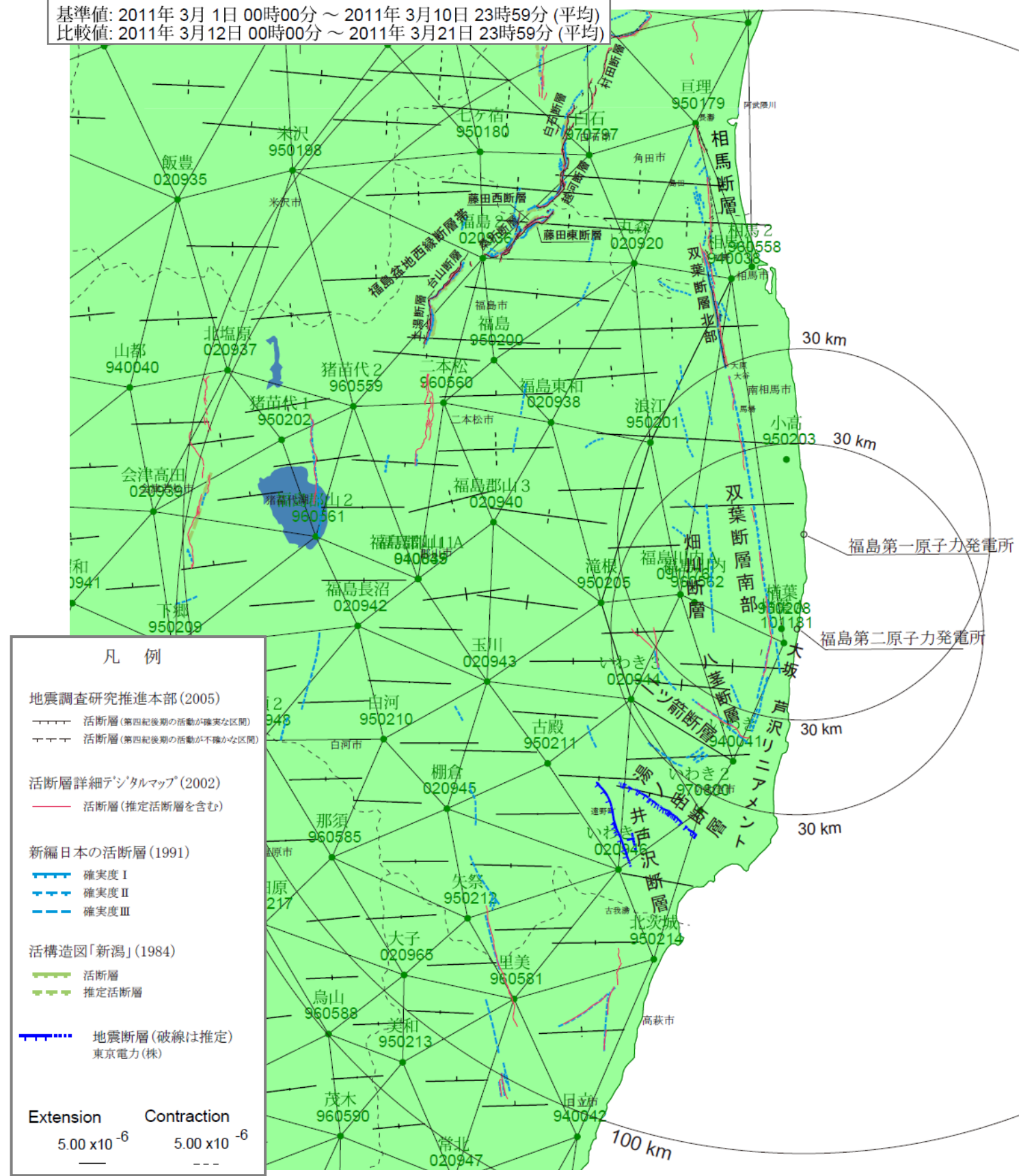
これらの断層について、基準地震動 S_s への影響について検討した結果、いずれも基準地震動 S_s を超過しないことを確認しました（図 6）。

基準値: 2011年 3月 1日 00時00分 ~ 2011年 3月 10日 23時59分 (平均)
 比較値: 2011年 3月 12日 00時00分 ~ 2011年 3月 21日 23時59分 (平均)



- | | |
|---|---|
| <p>海洋地質図
「嵐山沖海底地質図」
(地質調査所, 2001)</p> <p>断層 (短線は低下側を示す)
伏在断層</p> <p>新編日本の活断層
(活断層研究会, 1991)</p> <p>20万分の1海底地質構造図
「嵐山沖」(海上保安庁水路部, 1981a)
「金華山沖」(海上保安庁水路部, 1981b)</p> <p>海上保安庁水路部 (1981c)</p> <p>100万分の1海洋地質図
「日本海・千島海溝南部および
その周辺広域海底地質図」
(地質調査所, 1978)</p> | <p>地震調査研究推進本部 (2005)</p> <p>活断層 (第四紀後期の活動が確実な区間)
活断層 (第四紀後期の活動が不確かな区間)</p> <p>活断層詳細デジタルマップ (2002)</p> <p>活断層 (推定活断層を含む)</p> <p>新編日本の活断層 (1991)</p> <p>確実度 I
確実度 II
確実度 III</p> <p>活構造図「新潟」(1984)</p> <p>活断層
推定活断層</p> |
|---|---|

図2 東北地方太平洋沖地震以降の震源分布図
(福島第一・第二原子力発電所周辺)



- 凡例
- 地震調査研究推進本部 (2005)
- 活断層 (第四紀後期の活動が確実な区間)
活断層 (第四紀後期の活動が不確かな区間)
- 活断層詳細デジタルマップ (2002)
- 活断層 (推定活断層を含む)
- 新編日本の活断層 (1991)
- 確実度 I
確実度 II
確実度 III
- 活構造図「新潟」(1984)
- 活断層
推定活断層
- 地震断層 (破線は推定)
東京電力 (株)
- Extension 5.00×10^{-6}
Contraction 5.00×10^{-6}

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20業使、第226号)」

図3 東北地方太平洋沖地震前後の主ひずみ分布図 (福島第一・第二原子力発電所周辺)

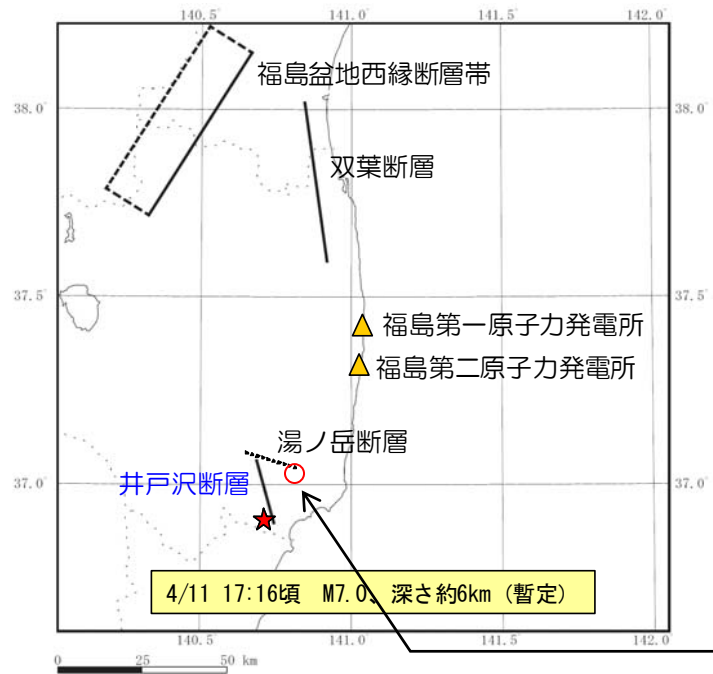


図4 湯ノ岳断層沿いに出現した地震断層

表1 断層等の既往評価の有効性に関する検討結果

名称	東北地方太平洋沖地震後の状況変化・特徴			既往評価					断層のセンス	既往評価が有効でない可能性	
	a. 地震活動の活発化	b. 伸張歪み	c. ΔCFS	イ 断層破砕部の固結	上載地層法		侵食地形(断層なし)	深部への連続性なし			広域応力場
					ロ 断層延長部のみ	複数箇所					
相馬断層	なし	あり	抑制傾向			✓				逆	なし
双葉断層南部	なし	あり	抑制傾向			✓				逆	なし
畑川断層	なし	あり	不明	○						不明	あり
八笠断層	あり	あり	不明	○	○					不明	あり
二ツ箭断層	あり	あり	促進傾向	○	○					正	あり
大坂-戸沢リニアメント	あり	あり	不明				✓			断層なし	なし
湯ノ岳断層	あり	あり	促進傾向	○	○					正	あり
敷地前面海域の断層	なし	ありと推定	促進傾向			✓				正	なし
敷地南東海域の断層	あり	ありと推定	促進傾向			✓		一部不明	○*	正	あり
敷地南東沖合海域の断層	あり	ありと推定	促進傾向			✓		✓		正	なし
塩屋崎沖合海域の断層	あり	ありと推定	促進傾向			✓				正	なし
敷地内の断層	なし	あり	促進傾向			✓				正	なし

空欄：該当しないもの、※：圧縮応力場において地震を発生させるものではないと判断していた一部の正断層

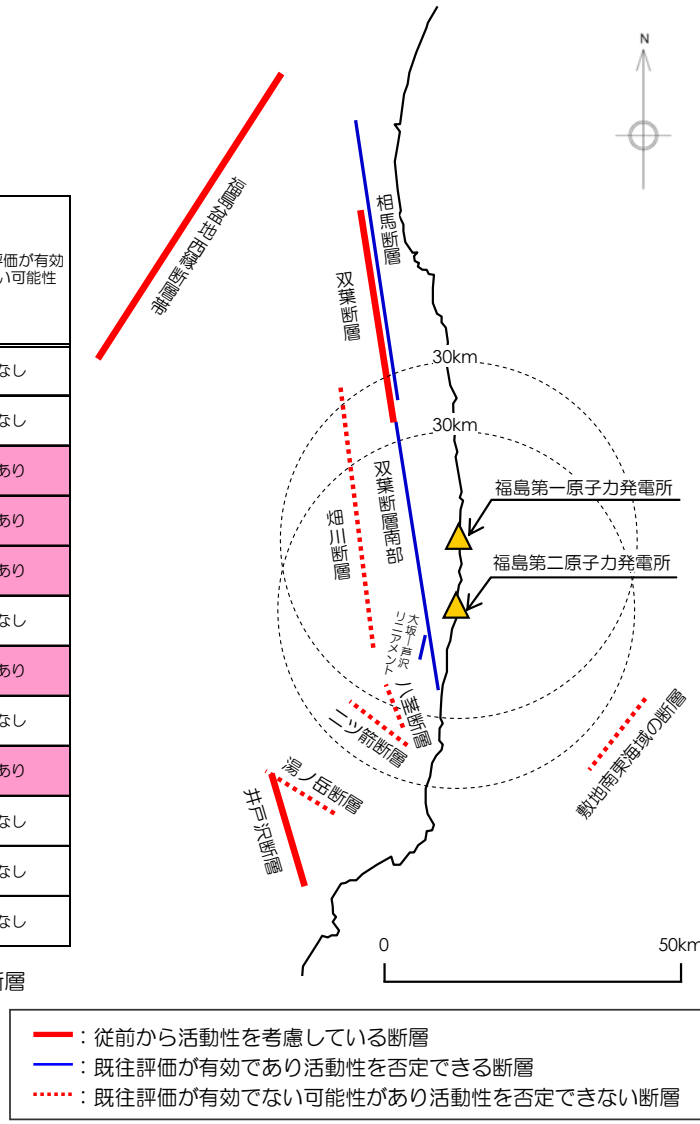
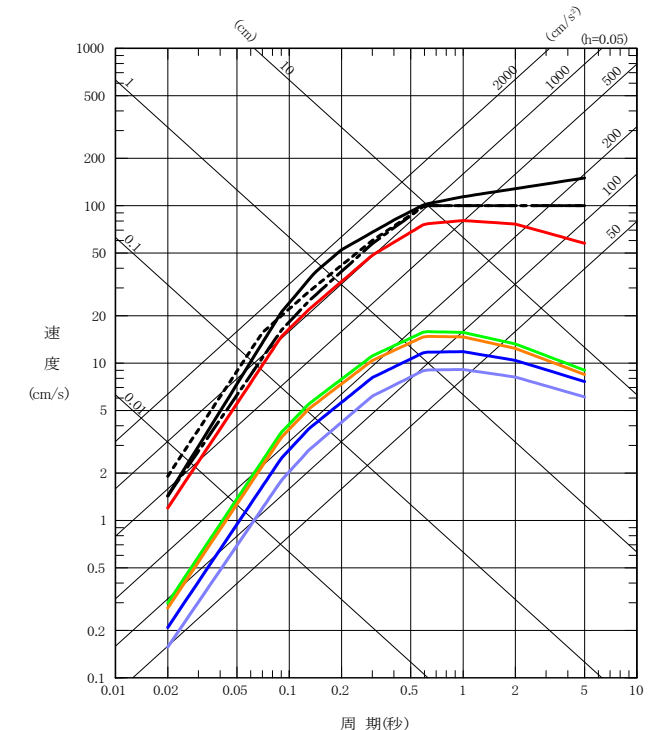
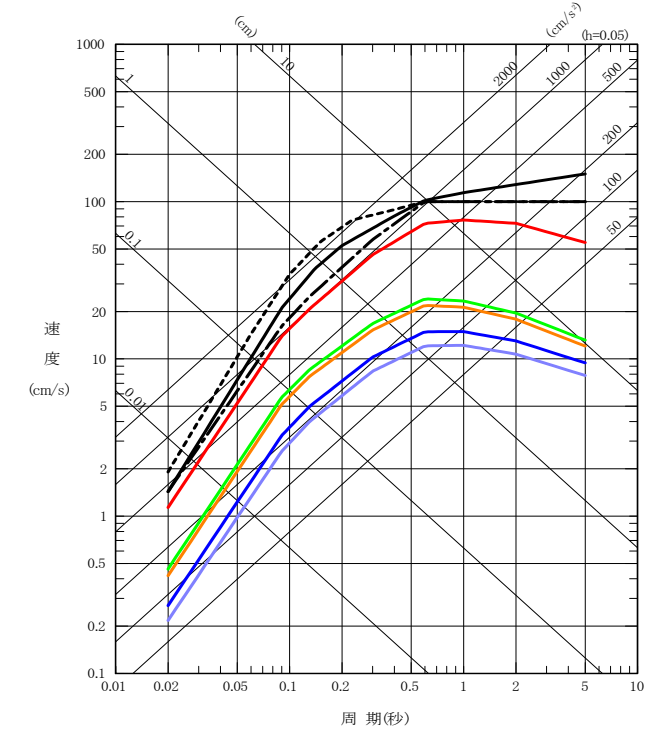


図5 敷地と活断層の位置関係



(a) 福島第一原子力発電所



(b) 福島第二原子力発電所

- 畑川断層による地震 (M7.6)
- 八笠断層による地震 (M6.8)
- 二ツ箭断層による地震 (M6.8)
- 湯ノ岳断層による地震 (M6.9)
- 敷地南東海域の断層による地震 (M6.9)
- 基準地震動 Ss-1H
- 基準地震動 Ss-2H
- 基準地震動 Ss-3H

※地震規模(マグニチュード)は、断層長さから松田(1975)による式に基づき算定。なお、地震規模がM6.8に満たない断層は、安全評価上、M6.8の震源断層を考慮。

図6 Noda et al. (2002)による各断層の応答スペクトルと基準地震動 Ss との比較

2. 柏崎刈羽原子力発電所

(1) 地震の発生状況及び地殻変動に関する調査結果

敷地周辺における地震の発生状況及び地殻変動に関する調査の結果、東北地方太平洋沖地震後に断層評価に影響を与えることが推定される変化として、次のb及びcが認められました。

- b 東西方向の伸張歪みが発生している (図8)
- c 研究機関の地震活動予測検討結果 (Δ CFS) によると、逆断層については地震活動が抑制される傾向にある

なお、東北地方太平洋沖地震以降、地震活動が活発化した長野県北部地域において、3月12日に逆断層型の地震 (M6.7) が発生しましたが、地表地質調査の結果から地震断層は確認されませんでした。

このような状況を踏まえ、耐震設計上考慮していない断層等に対する既往評価の有効性について検討しました。

(2) 既往の断層評価の有効性

福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所における検討と同様に、湯ノ岳断層と類似する理由により活動性評価を行った断層等、あるいは、正断層としての活動が否定できない断層等については、既往評価が有効ではない可能性があるとして検討しました。一方、十分な調査結果に基づき、活動性評価を行った断層等については、既往評価は有効であると判断しました (表2)。

その結果、耐震設計上考慮する活断層に該当する可能性を否定できない断層は抽出されませんでした (図9)。

3. 今後の課題

4月11日の地震時に湯ノ岳断層において地震断層が出現した原因、メカニズム及びこれまでの活動の変遷については、現時点で明らかになっておらず、今後の研究課題と考えられます。当社は、今後のこれらに関する研究の動向を注視するとともに、湯ノ岳断層を対象としたボーリング調査等の実施について検討します。

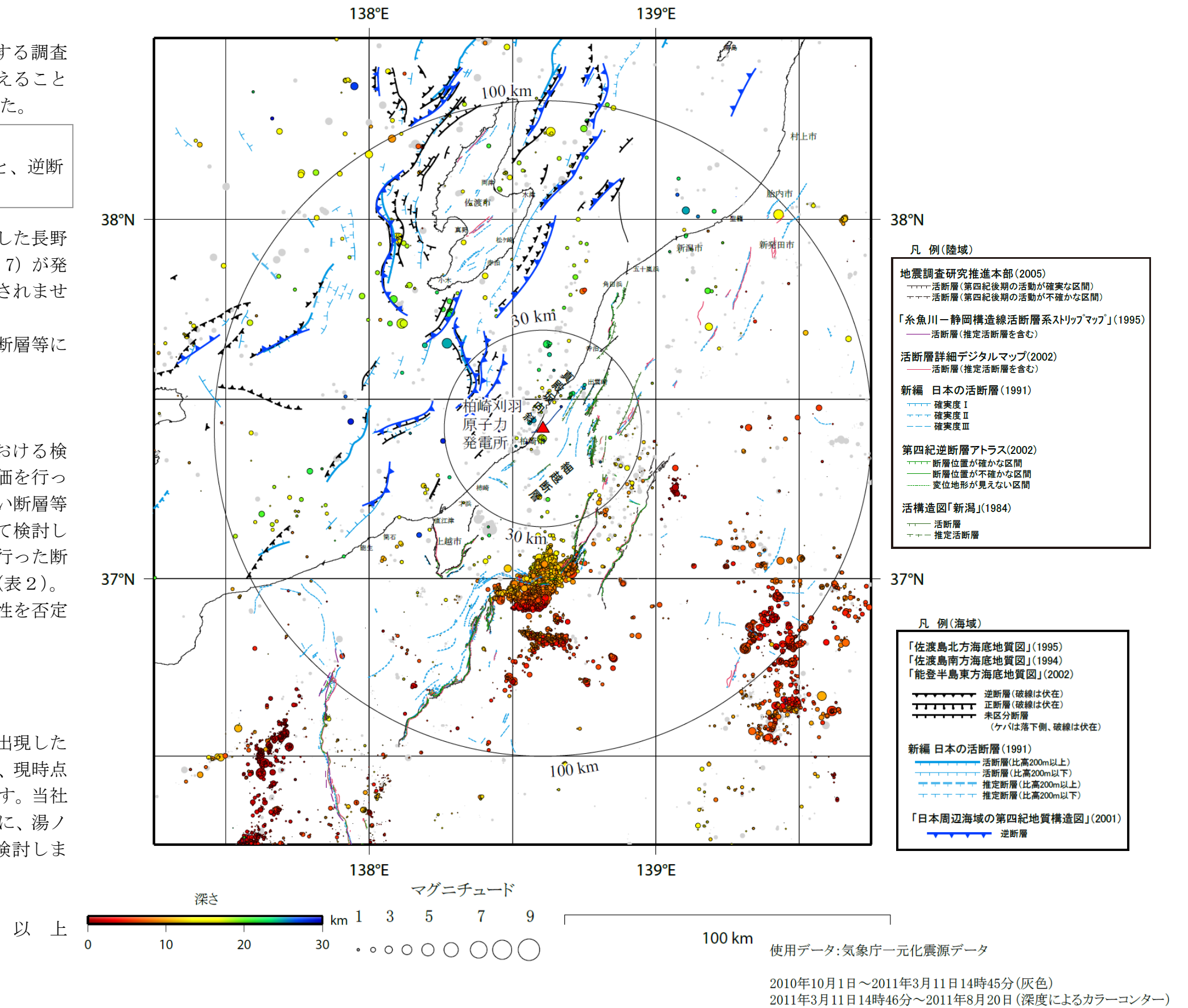


図7 東北地方太平洋沖地震以降の地震活動 (柏崎刈羽原子力発電所周辺)

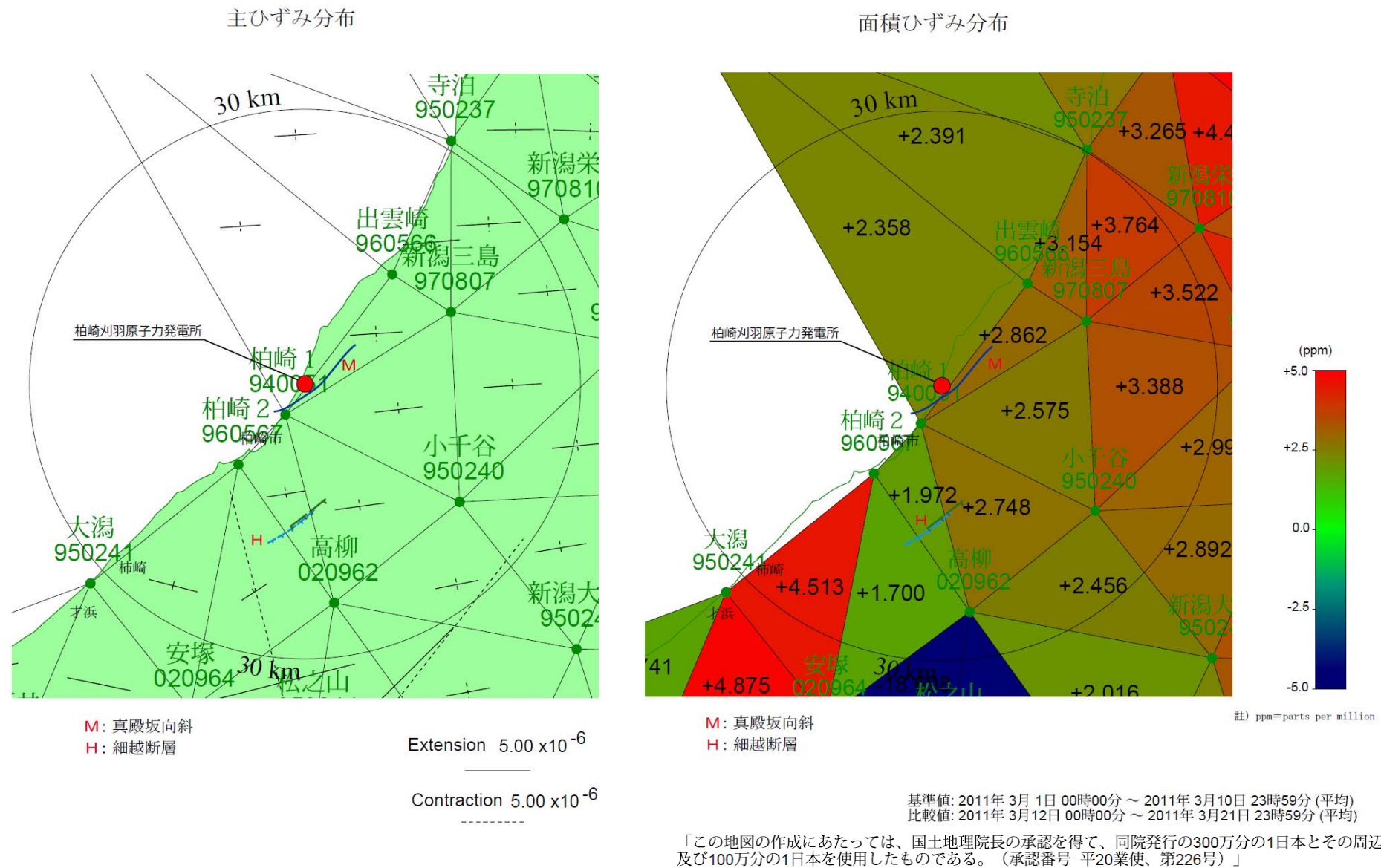


図8 東北地方太平洋沖地震（3月12日の地震を含む）前後のひずみ分布図（柏崎刈羽原子力発電所周辺）

表2 断層等の既往評価の有効性に関する検討結果

名称	東北地方太平洋沖地震後の状況変化・特徴			既往評価					断層のセンス	既往評価が有効でない可能性	
	a. 地震活動の活発化	b. 伸張歪み	c. ΔCFS	イ 断層破砕部の固結	上載地層法		侵食地形(断層なし)	深部への連続性なし			広域応力場
					□ 断層延長部のみ	複数箇所					
細越断層	なし	あり	抑制傾向			✓				逆	なし
真殿坂向斜	なし	あり	—※			✓		✓		逆	なし
敷地内の断層	なし	あり	—※			✓		✓		逆・正	なし

空欄：該当しないもの、※：深部へ連続しない断層であるため評価対象外

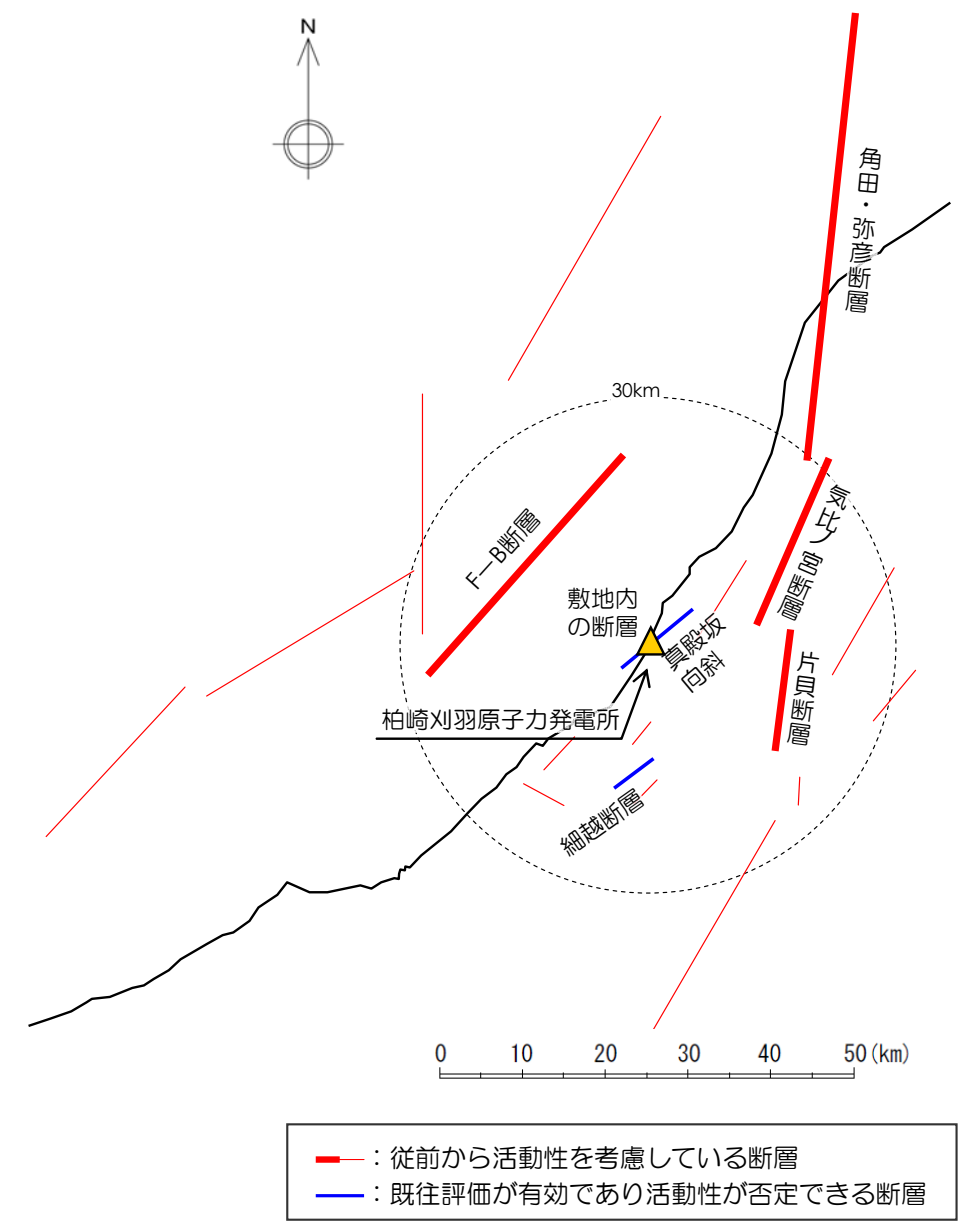


図9 敷地と活断層の位置関係