

# 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉

## 基準地震動の策定について

---

平成29年4月12日

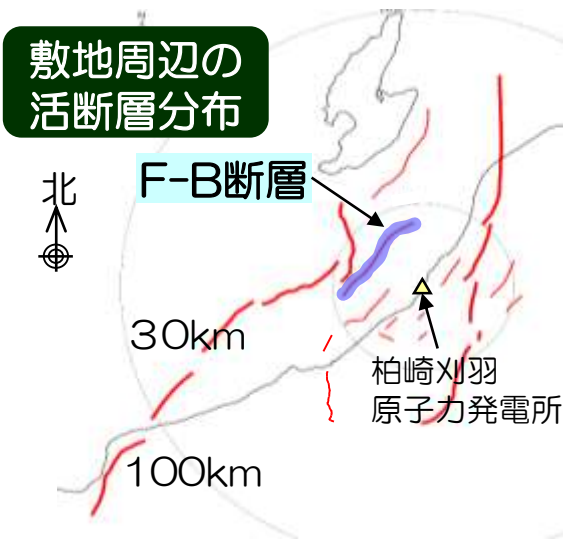
東京電力ホールディングス株式会社

---

## まとめ資料

# ① F-B断層による地震の断層モデルを用いた評価

- F-B断層を対象とした荒浜側の評価の過程で用いる補正係数に関して、説明性を向上させるための検討を実施。
- 検討の結果を反映し、NS方向とUD方向の補正係数を見直したことにより、荒浜側のSs-2のNS方向・UD方向を変更。



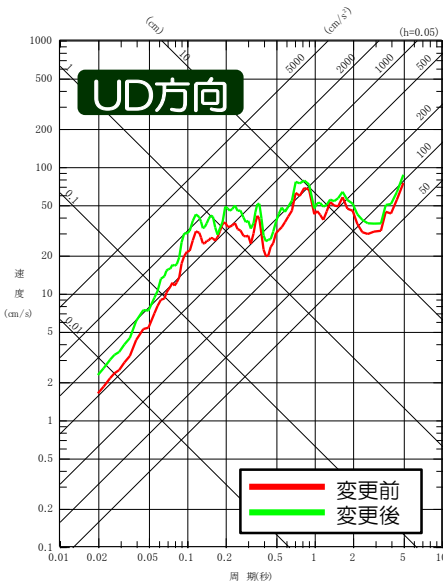
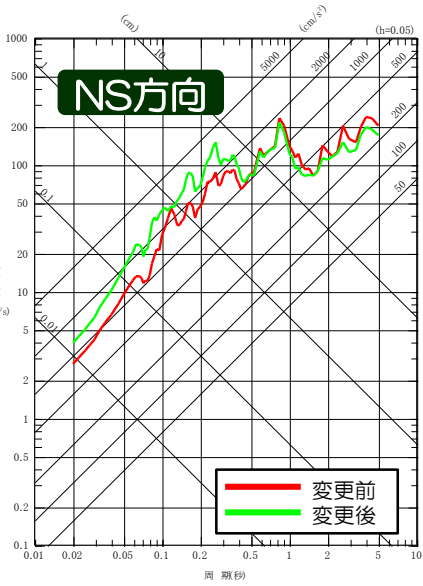
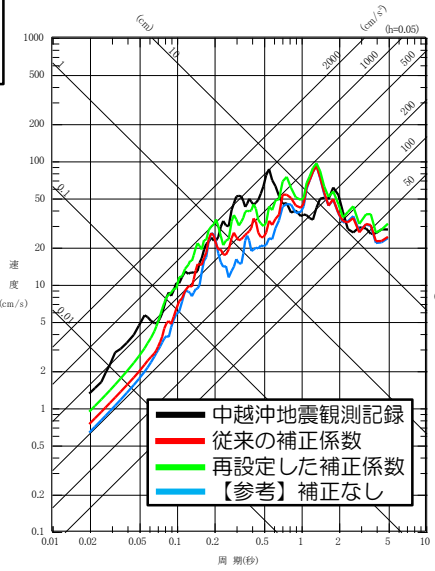
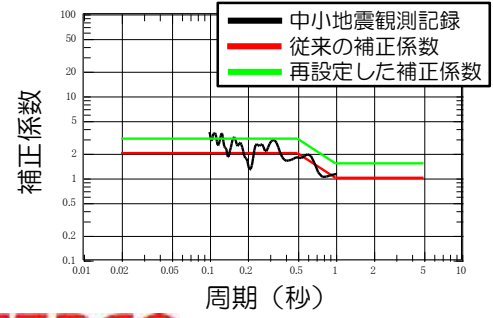
## 説明性を向上させるための検討内容 (UD方向の例)

- 中小地震の観測記録から算定される荒浜側と大湊側の伝播特性の比と整合するよう補正係数を再設定し、中越沖地震のシミュレーション解析により観測記録の再現性が向上することを確認。

### 中越沖地震のシミュレーション解析結果 (原子炉建屋基礎版上)

### 基準地震動 Ss-2の再評価

### 中小地震の観測記録による伝播特性の比と補正係数



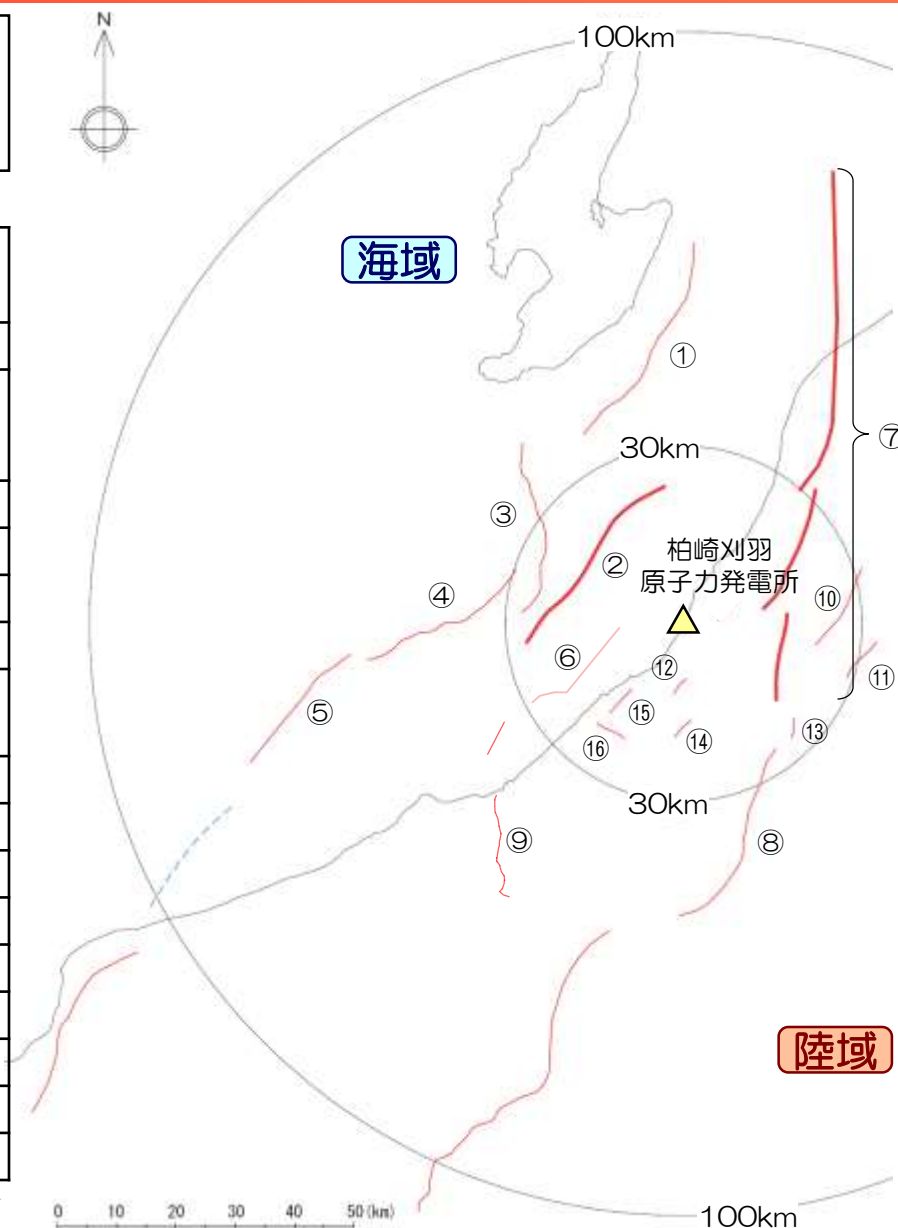
# 敷地周辺の震源として考慮する活断層の分布

■ 地質調査結果及び地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）（2009）の検討状況を踏まえ、敷地周辺の震源として考慮する活断層を表に示す。

表. 敷地周辺の震源として考慮する活断層の諸元

No.	活断層の名称	断層長さ (km)	備考
①	佐渡島棚東縁断層	37	佐渡島棚東縁撓曲に対応
②	F-B断層	36	F-B褶曲群に対応 地質調査結果における断層長さの不確かさを考慮
③	佐渡島南方断層	29	
④	F-D断層	30	F-D褶曲群に対応
⑤	高田沖断層	25	高田沖褶曲群に対応
⑥	米山沖断層	21	
⑦	長岡平野西縁断層帯	91	地震本部(2009)等を踏まえ、 角田・弥彦～気比ノ宮～片貝 断層の同時活動を考慮
⑧	十日町断層帯西部	33	
⑨	高田平野西縁断層帯	30	
⑩	悠久山断層	13	孤立した短い活断層
⑪	半蔵金付近のリニアメント	10	孤立した短い活断層
⑫	柏崎平野南東縁のリニアメント	3.5	孤立した短い活断層
⑬	山本山断層	3.5	孤立した短い活断層
⑭	水上断層	4	孤立した短い活断層
⑮	上米山断層	6	孤立した短い活断層
⑯	雁海断層	7	孤立した短い活断層

※： 敷地周辺に認められる孤立した短い活断層は、長岡平野西縁断層帯を構成する片貝断層と比較して等価震源距離( $X_{eq}$ )が遠いことを確認。

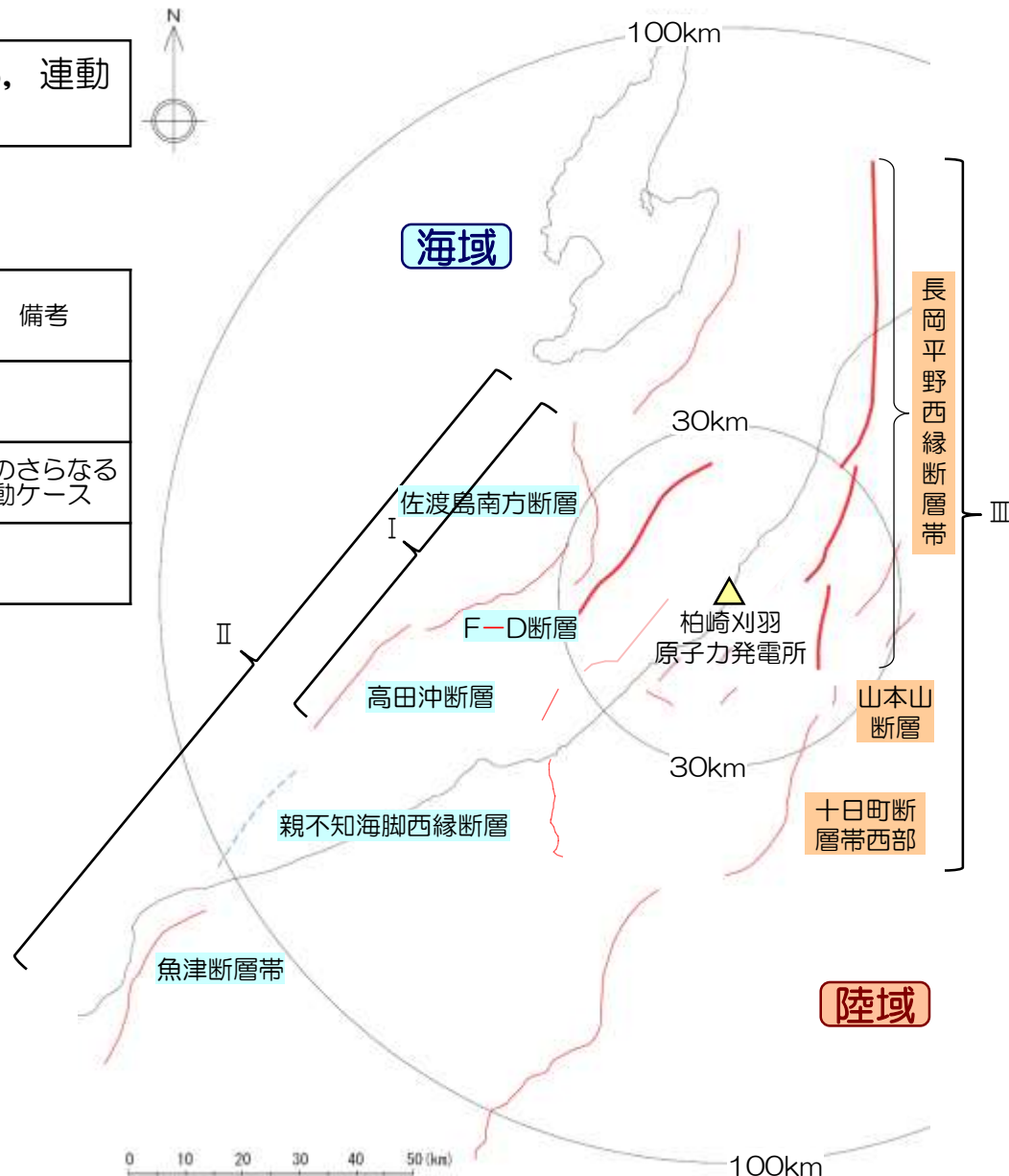


# 敷地周辺の連動を考慮する活断層の範囲

■ 敷地周辺の震源として考慮する活断層のうち、連動を考慮する範囲を示す。

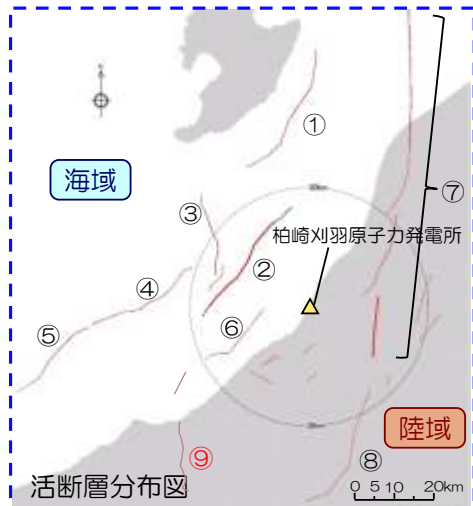
表. 敷地周辺の連動を考慮する活断層の諸元

	No.	活断層の名称	断層長さ (km)	備考
海域	I	佐渡島南方断層～F-D断層～高田沖断層	84	
	II	佐渡島南方断層～F-D断層～高田沖断層～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯	156	Iのさらなる連動ケース
陸域	III	長岡平野西縁断層帯～十日町断層帯西部	132	



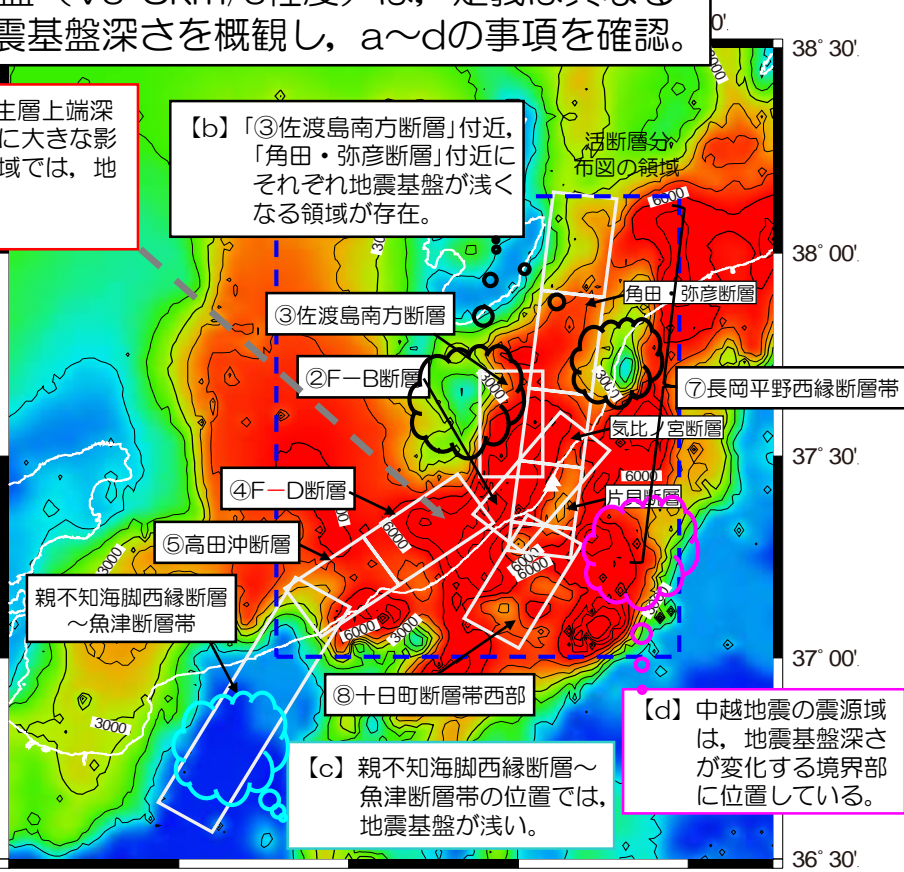
# 6.1 地震発生層の設定 敷地周辺の活断層分布と深部構造

■地震発生層上端（おおむね $V_p=6\text{km/s}$ 程度）と地震基盤（ $V_s=3\text{km/s}$ 程度）は、定義は異なるものの深部構造の傾向を把握する目的で敷地周辺の地震基盤深さを概観し、a~dの事項を確認。



【a】敷地までの距離が短く、地震発生層上端深さの設定が敷地の地震動レベルに大きな影響を与える活断層が位置する領域では、地震基盤深さはほぼ一様である。前述のNo.1~5に基づき設定。

	No.	活断層の名称
海域	①	佐渡島棚東縁断層
	②	F-B断層
	③	佐渡島南方断層
	④	F-D断層
	⑤	高田冲断層
陸域	⑥	米山冲断層
	⑦	長岡平野西縁断層帯
	⑧	十日町断層帯西部
	⑨	高田平野西縁断層帯



- 【b】③「佐渡島南方断層」付近の地震基盤が浅い領域は、地殻構造探查結果によると、 $V_p=2.8\text{km/s}$ 層の隆起は認められるものの、その深部においては $V_p=6\text{km/s}$ 層の深さはほぼ一様であり、ひずみ集中帯プロジェクトによる、海底地震計を用いた微小地震分布でも周辺と同様の傾向にあり、浅い位置で地震が発生する傾向は認められない。
- 【b】「角田・弥彦断層」及び【c】親不知海脚西縁断層~魚津断層帯の位置では、敷地からの位置関係（敷地からの距離が十分にあり、断層傾斜角と位置関係から浅くなる一方、水平距離が遠くなる）を踏まえると、敷地における地震動評価上、影響は無いものと考えられる。
- 【d】2004年新潟県中越地震（以下「中越地震」という。）は、余震分布が複雑であったことから多様な震源モデルが提案され、上端深さは神原ほか(2006)等では浅く設定されているものの、すべり量が大きい領域の上端は約5kmである。また、敷地周辺に分布する主な活断層は震源域の西側であり、Kato et al.(2009)による西に深くなる傾向にある速度構造を踏まえると、地震発生層上端深さは一様に6kmと想定することは妥当であると考えられる。

【b】「③佐渡島南方断層」付近、「角田・弥彦断層」付近にそれぞれ地震基盤が浅くなる領域が存在。

【c】親不知海脚西縁断層~魚津断層帯の位置では、地震基盤が浅い。

【d】中越地震の震源域は、地震基盤深さが変化する境界部に位置している。

防災科研J-SHIS地震ハザードステーションの地震基盤深さのコンター図に敷地周辺の主な活断層（傾斜角 $35^\circ$ を仮定）を重ね描き

主な活断層の想定断層面と地震基盤深さ



■敷地周辺と同様一律の上端深さ(6km)、下端深さ(17km)を仮定して評価を行う。



# 6.2 検討用地震の選定

## 選定フロー，考慮すべき地震の選定及び海域と陸域の分類

### 選定フロー

■ 地震波の伝播特性を考慮して下図フローに従い，検討用地震を選定。

#### 考慮すべき地震の選定

- 以下を対象に考慮すべき地震を選定
- ・ 敷地周辺の活断層分布
  - ・ 被害地震
  - ・ 地震本部による長期評価

#### 海域と陸域で分類

地震の発生域（海域と陸域）によって地震波の伝播特性が異なるため海域と陸域で分類

#### Noda et al.(2002)による 応答スペクトルの比較

敷地に及ぼす影響度を比較することが目的であるため，観測記録に基づく補正係数は考慮しない

#### 検討用地震の選定

地震の発生域（海域と陸域）ごとに敷地への影響が最も大きな地震を選定

### 震源として考慮する活断層の分布

- 地質調査結果，長岡平野西縁断層帯に関する地震本部(2009)の検討状況を踏まえ，敷地周辺の震源として考慮する活断層を表に示す。
- なお，F-B断層について，中越沖地震の知見を踏まえたうえで，断層傾斜角を $35^\circ$ としたケースも考慮することとする。

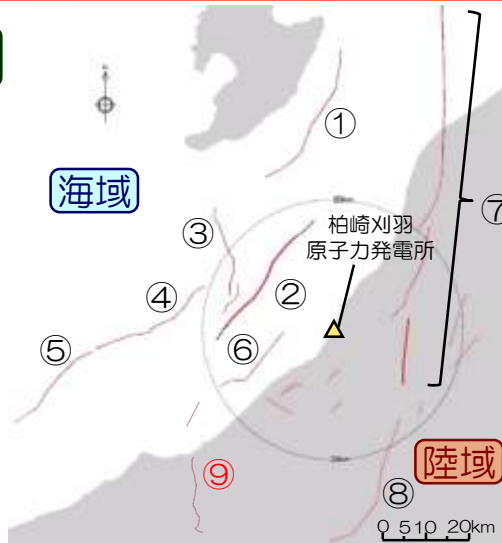


表. 敷地周辺の震源として考慮する活断層の諸元

	No.	活断層の名称	断層長さ(km)	地震規模*1	傾斜角(°)*2	断層幅(km)*3	Xeq(km)*4		備考
							荒浜	大湊	
海域	①	佐渡島棚東縁断層	37	6.8	西55	15	55	53	
	②	F-B断層	36	6.8 (7.0)	東45 (東35)	16 (20)	17 (13)	16 (13)	中越沖地震の余震分布（地震本部(2007,2008)）を参考に $35^\circ$ のケースを考慮
	③	佐渡島南方断層	29	6.8	東45	16	26	25	
	④	F-D断層	30	6.8	東45	16	38	39	
	⑤	高田冲断層	25	6.8	東30	22	59	60	
	⑥	米山冲断層	21	6.8	西50	15	25	26	
陸域	⑦	長岡平野西縁断層帯	91	7.5	西50	15	25	25	
	⑧	十日町断層帯西部	33	6.8	西60	13	32	33	
	⑨	高田平野西縁断層帯	30	6.8	西45	16	51	52	

※1：地震規模は，中越沖地震の知見を踏まえて設定。

※2：地質調査結果及び地震本部(2009)による長期評価を参考に設定。

※3：断層幅は，地震発生層厚さ11km及び断層傾斜角に基づき，地震発生層を飽和するように設定。

※4：等価震源距離(Xeq)は，地震本部(2016)による強震動予測レシビ(以下「強震動予測レシビ」という。)に従い，断層の中点を基準として均等配置した断層面を用いて算定。

※：敷地周辺に認められる孤立した短い活断層(P.13の⑩~⑬)は，長岡平野西縁断層帯を構成する片貝断層と比較して等価震源距離(Xeq)が遠いことを確認。

# 6.2 検討用地震の選定 考慮すべき地震の選定及び海域と陸域の分類

## 連動を考慮する活断層の範囲

敷地周辺における連動を考慮する活断層を整理。

表. 連動を考慮する活断層の震源モデルの諸元

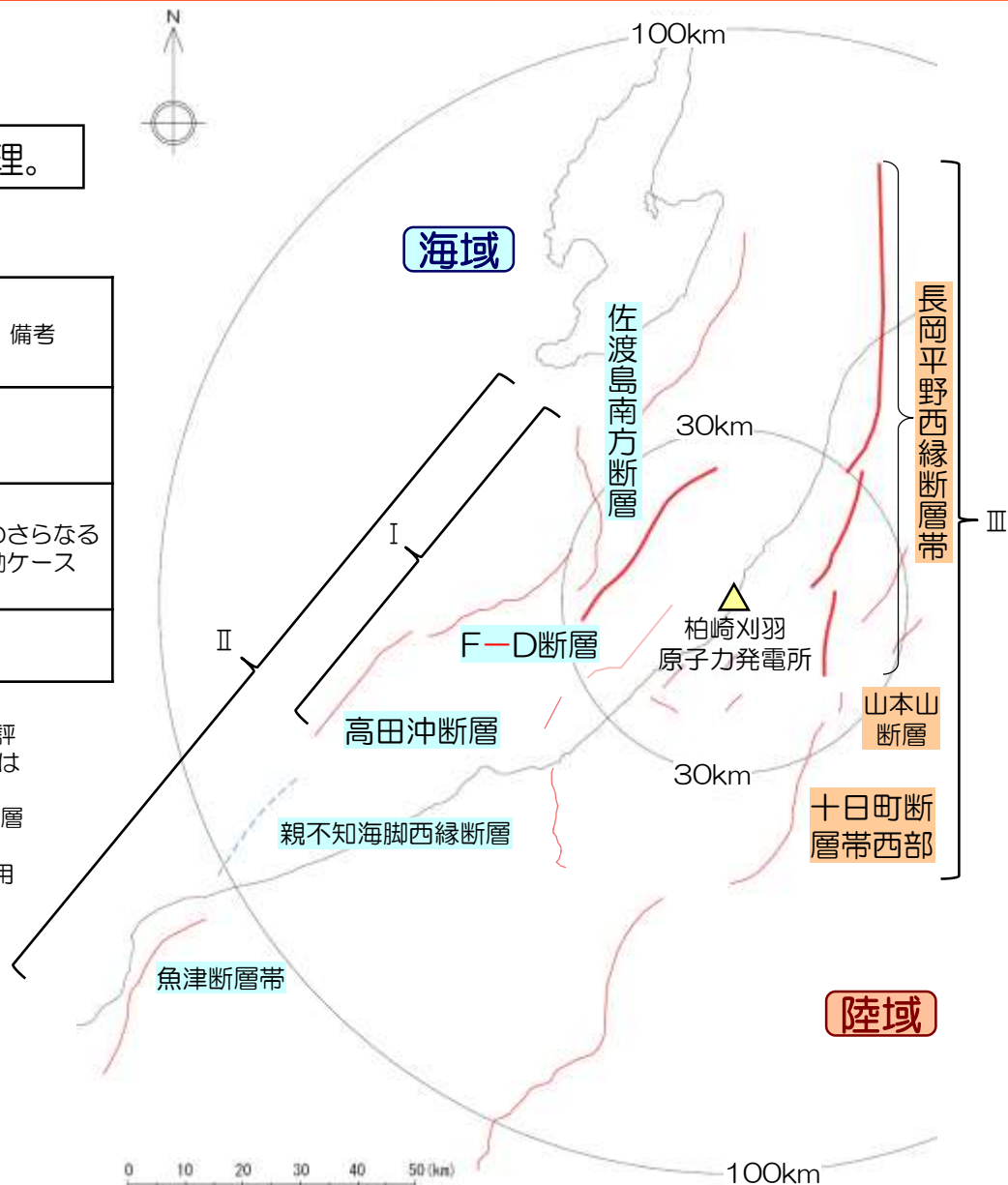
	No.	活断層の名称	断層長さ (km)	地震規模 ※1	傾斜角 (°) ※2	断層幅 (km) ※3	Xeq (km)		備考
							荒浜	大湊	
海域	I	佐渡島南方断層～F-D断層～高田冲断層	84	7.6	東30～45	20	31	31	
	II	佐渡島南方断層～F-D断層～高田冲断層～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯	156	-※4	東30～45	20	-	-	Iのさらなる連動ケース
陸域	III	長岡平野西縁断層帯～十日町断層帯西部	132	7.7	西50	15	26	26	

※1：地震規模は、中越沖地震の知見を踏まえて設定。

※2：断層の傾斜角について、地質調査結果、地震本部(2009)による長期評価等を参考に設定。(断層傾斜角に幅があるI, IIについて、ここでは中越沖地震の余震分布を参考に35°として設定)

※3：断層幅は、地震発生層厚さ11km及び断層傾斜角に基づき、地震発生層を飽和するように設定。

※4：参照している地震規模(最大M7.8)を超えているため評価手法の適用範囲外。





# 6.2 検討用地震の選定 応答スペクトルの比較・検討用地震の選定

- Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較から検討用地震を選定。  
 海域の地震：**F-B断層による地震**  
 陸域の地震：**長岡平野西縁断層帯による地震**

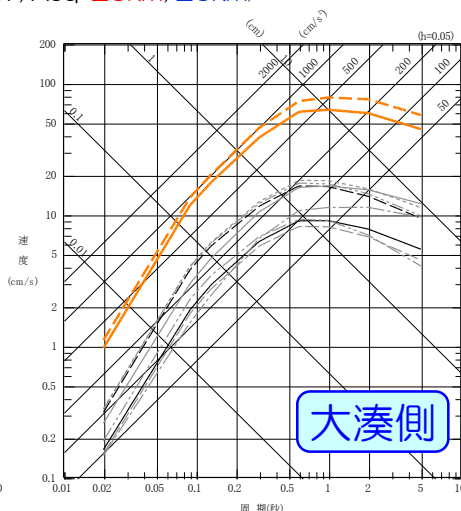
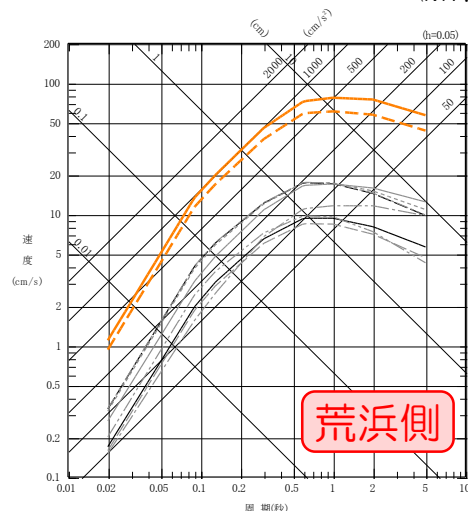
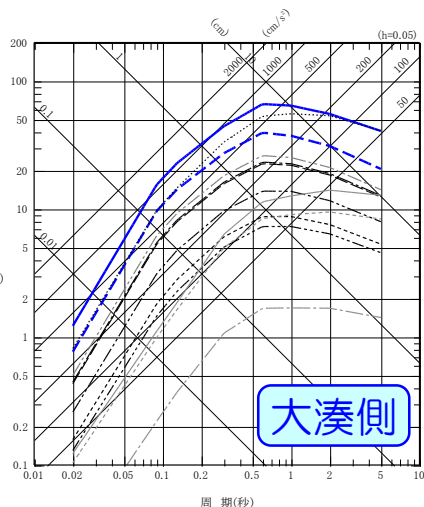
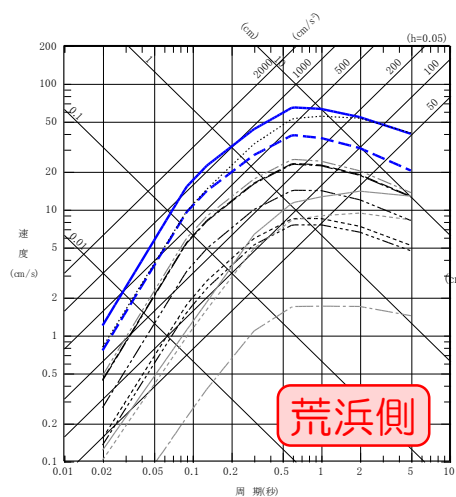
- なお、長岡平野西縁断層帯～十日町断層帯西部の連動は、長岡平野西縁断層帯による地震の評価のなかで考慮。
- また、海域の佐渡島南方断層～F-D断層～高田冲断層～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯（以下「佐渡島南方断層～魚津断層帯」という。）の連動については、断層モデルを用いた手法による地震動評価により地震動レベルを確認。

## 海域の地震

- 佐渡島棚東縁断層による地震(M6.8, Xeq=55km, 53km)
- - - - F-B断層による地震(M6.8, Xeq=17km, 16km) (傾斜角45°)
- F-B断層による地震(M7.0, Xeq=13km, 13km) (傾斜角35°)
- 佐渡島南方断層による地震(M6.8, Xeq=26km, 25km)
- F-D断層による地震(M6.8, Xeq=38km, 39km)
- 高田冲断層による地震(M6.8, Xeq=59km, 60km)
- 米山冲断層による地震(M6.8, Xeq=25km, 26km)
- ..... 佐渡島南方断層～F-D断層～高田冲断層による地震(M7.6, Xeq=31km, 31km)
- 想定佐渡島北方沖の地震(M7.8, Xeq=148km, 147km)
- 1964年新潟地震(M7.5, Xeq=124km, 123km)
- 2007年能登半島地震(M6.9, Xeq=171km, 172km)
- 2007年新潟県中越沖地震(M6.8, Xeq=24km, 23km)

## 陸域の地震

- 長岡平野西縁断層帯による地震(M7.5, Xeq=25km, 25km)
- 十日町断層帯西部による地震(M6.8, Xeq=32km, 33km)
- 高田平野西縁断層帯による地震(M6.8, Xeq=51km, 52km)
- 1751年越後の地震(M7.2, Xeq=53km, 55km)
- 1828年越後の地震(M6.9, Xeq=36km, 34km)
- 1847年善光寺地震(M7.4, Xeq=90km, 92km)
- 1847年越後頸城郡の地震(M6.5, Xeq=37km, 38km)
- 2004年新潟県中越地震(M6.8, Xeq=32km, 32km)
- 2011年長野県北部の地震(M6.7, Xeq=49km, 51km)
- 長岡平野西縁断層帯～十日町断層帯西部による地震(M7.7, Xeq=26km, 26km)



※凡例の等価震源距離(Xeq)は赤字が荒浜側、青字が大湊側  
地震規模については、中越沖地震の知見を踏まえて算定。

---

## まとめ資料 補足説明資料

# 2.1 孤立した短い活断層

## 地震動評価における孤立した短い活断層の扱い 断層面の設定と等価震源距離 (Xeq) の算定

- 孤立した短い活断層においては、地震モーメント  $M_0 = 7.5 \times 10^{18} (\text{N} \cdot \text{m})$  に相当する断層面積  $368 \text{ km}^2$  を上回る断層面を想定。(断層面積  $368 \text{ km}^2$  に満たないその他の断層についても同様の設定を実施)
- 断層面の位置は、断層の中点を基準とし均等配置で想定し、敷地までの等価震源距離 (Xeq) を算定。

Seismic Moment is estimated from the empirical relation,

$M_0$  vs Rupture Area ( $S = LW$ )

$$S = 2.23 \times 10^{-15} \times M_0^{2/3}$$

for  $M_0 < 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne-cm}$

$$S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$$

for  $M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne-cm}$

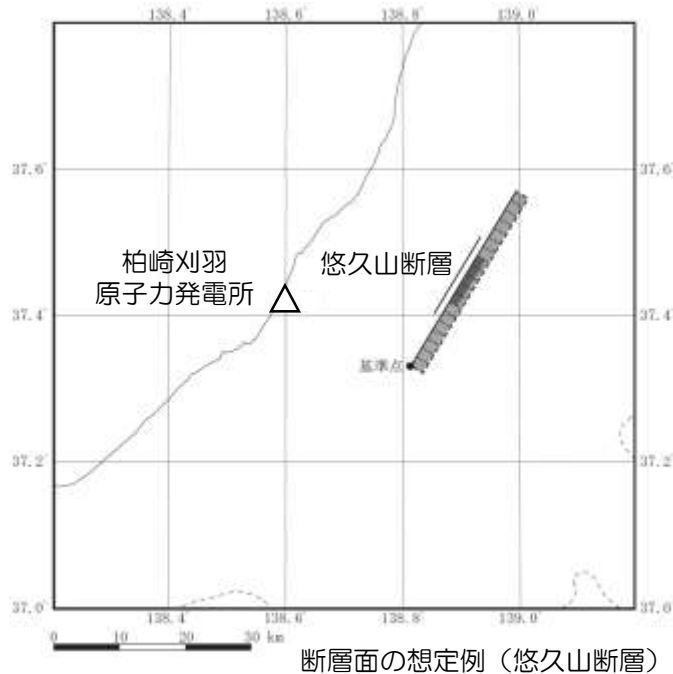
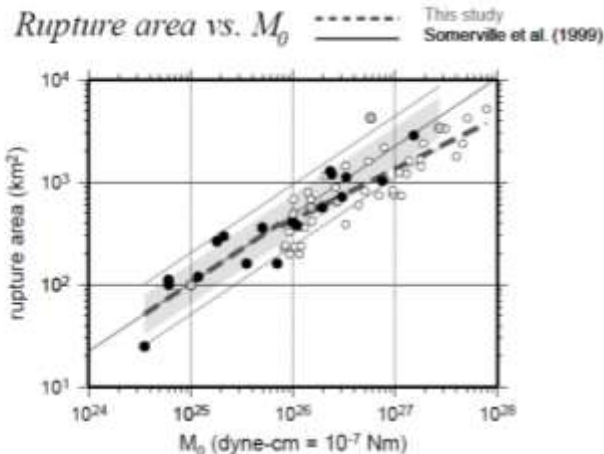
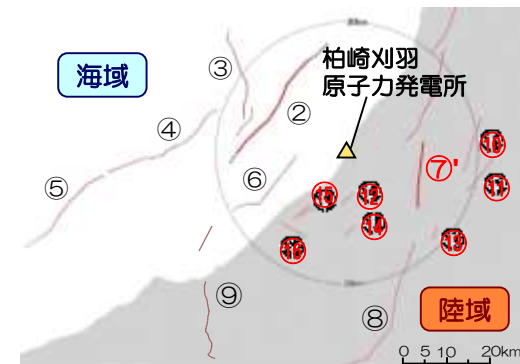


図 8 震源特性化の手続き-その1:巨視的断層パラメータの設定。  
Step 1は断層長さLを定義, Step 2は断層長さLと断層幅Wの関係(太点線), Step 3は断層面積(S=LW)と地震モーメントM<sub>0</sub>の関係(太点線)を与える。この結果, シナリオ地震の地震モーメントが与えられる。

入倉・三宅(2001)より抜粋(一部加筆・修正)



	No.	活断層の名称	断層長さ (km)	地震規模	傾斜角 (°)	断層幅 (km)	想定断層面の断層長さ (km)	Xeq (km)	
								荒浜	大湊
陸域	⑦'	片貝断層	16	6.8	西50	15	25	14	14
	⑩	悠久山断層	13	6.8	東80	12	31	27	26
	⑪	半蔵金付近のリニアメント	10	6.8	西50	15	25	25	25
	⑫	柏崎平野南東縁のリニアメント	3.5	6.8	東80	12	31	15	16
	⑬	山本山断層	3.5	6.8	西50	15	25	21	21
	⑭	水上断層	4	6.8	西50	15	25	15	16
	⑮	上米山断層	6	6.8	西50	15	25	17	18
	⑯	雁海断層	7	6.8	北50	15	25	17	18



