

平成19年新潟県中越沖地震を踏まえた  
柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の策定について

平成20年9月5日  
東京電力株式会社



東京電力

---

1 . 地質調査結果の概要

2 . 中越沖地震の知見を踏まえた基準地震動の策定

参考 . 中越沖地震の地震動が大きかった要因分析

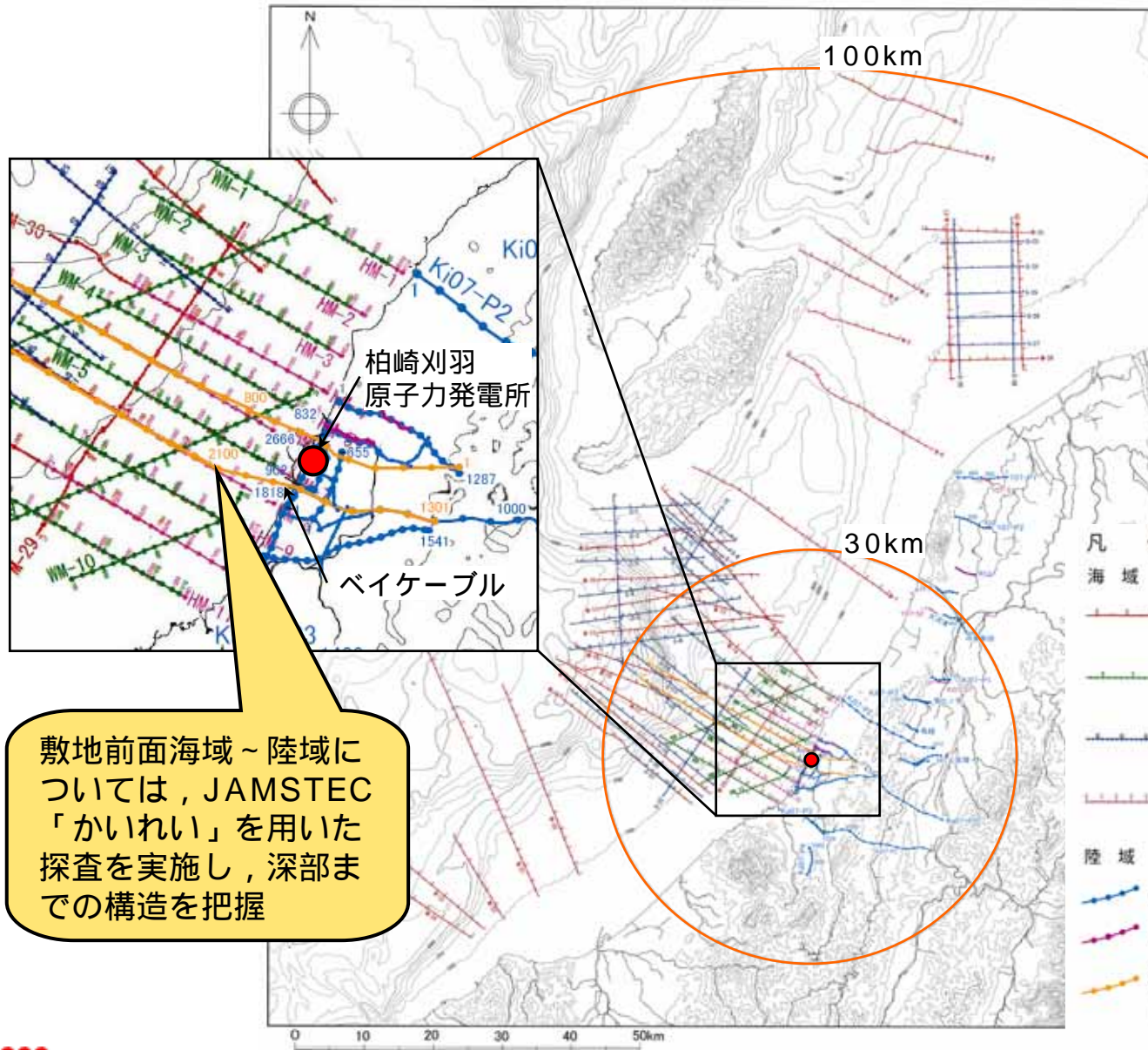
---

# 1 . 地質調査結果の概要

## 「活断層等に関する安全審査の手引き」と実施した地質調査との関係

手引きの調査項目	実施内容（新潟県中越沖地震後の実施分）
既存文献の調査	敷地から概ね100km以内の活断層に関する文献・データベース等を調査
変動地形学的調査	[陸域] 空中写真判読；敷地中心から半径約30kmの範囲及び同範囲以遠に連続する主要断層沿い [海域] 海底地形調査；約500km <sup>2</sup>
地表地質調査	地表踏査；敷地中心から半径約30kmの範囲及び同範囲以遠に連続する主要断層沿い ボーリング調査；延長約4,340m（深層ボーリング3本／約500m～約1300m，浅層ボーリング24本／約30m～約110m）
地球物理学的調査	[陸域] 反射法地震探査；延長約140km [海域] 海上音波探査；延長約1,450km （沿岸方向約140km×沖合方向約50km） [陸域～海域] 反射法地震探査；延長約60km 重力異常；敷地中心から概ね100km以内の範囲
その他の調査	立坑調査；敷地内断層3本 トレンチ調査；敷地内亀裂1本 航空写真測量；敷地を含む約6km×約4kmの範囲 GPS測量；敷地中心から概ね40km以内の範囲（基準点33点） 敷地内水準測量；2回

# 地球物理学的調査の実施例（海上音波探査・反射法地震探査の測線）



[ 実施期間 ]

■ 海上音波探査；  
H19.8 ~ H19.11

■ 反射法地震探査；  
H19.9 ~ H20.4

追加調査

■ バイケーブル探査；  
H20.5

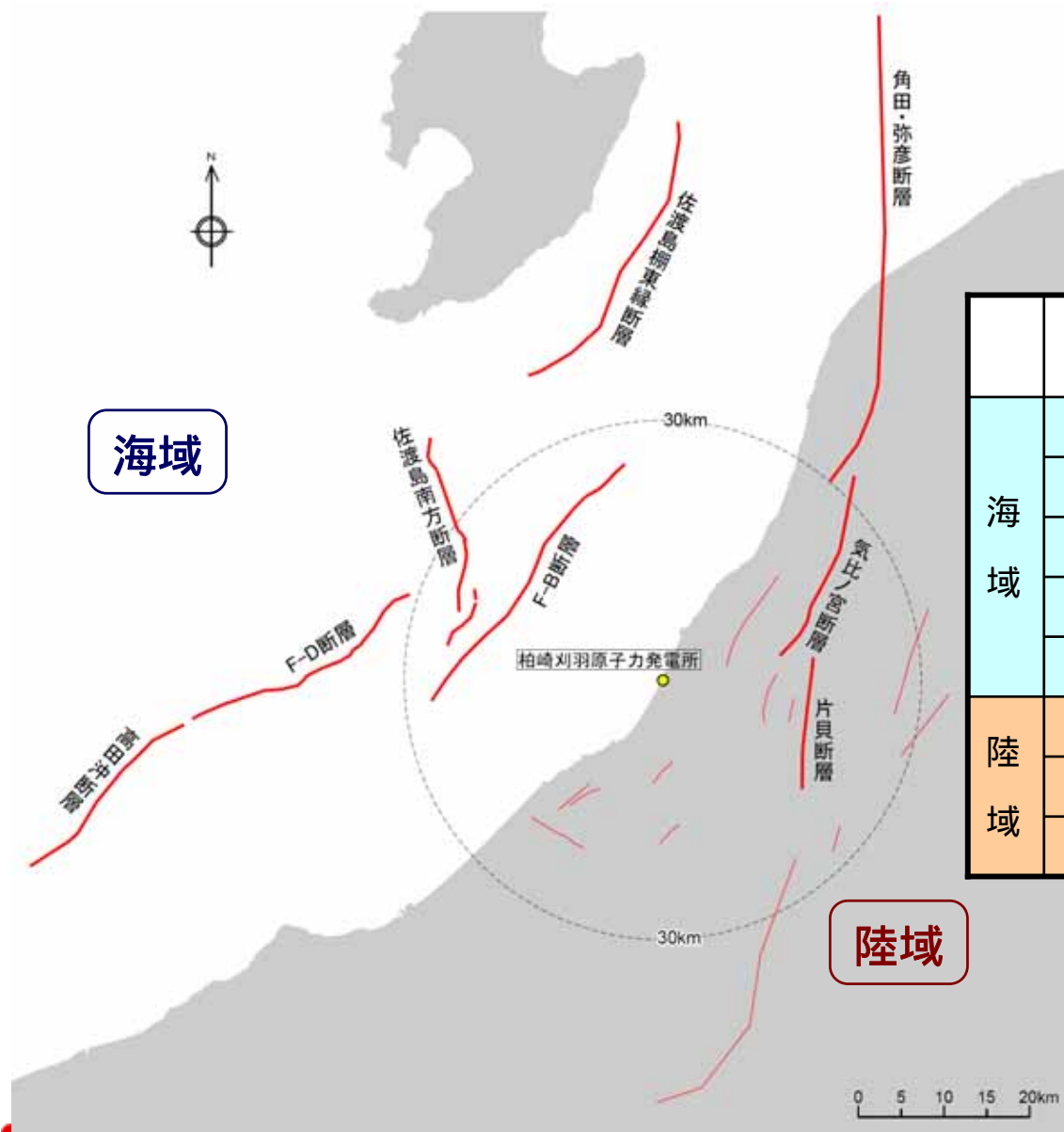
■ 反射法地震探査；  
H20.5 ~ H20.6

敷地前面海域～陸域については、JAMSTEC「かいいい」を用いた探査を実施し、深部までの構造を把握

- 凡 例
- 海域
  - マルチチャンネル音波探査測線 (エアガン, 1500in<sup>3</sup>, 96ch)
  - マルチチャンネル音波探査測線 (ウォーターガン, 15in<sup>3</sup>, 24ch)
  - シングルチャンネル音波探査測線 (ウォーターガン, 15in<sup>3</sup>)
  - 高分解能マルチチャンネル音波探査測線 (ブーマー, 300J, 12ch)
  - 陸 域
  - 反射法地震探査測線 ( P 波 )
  - 反射法地震探査測線 ( S 波 )
  - 反射法地震探査測線 ( P 波, バイケーブル )
  - マルチチャンネル音波探査測線 (エアガン, 7800in<sup>3</sup>, 444ch)

# 敷地周辺の活断層評価結果

- 地質調査結果及び合同WGでの審議結果を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所周辺海域及び陸域において、基準地震動を策定する上で考慮すべき主な活断層を評価



	断層名	断層長さ	安全評価上の考慮
海域	佐渡島棚東縁断層	約37km	
	F - B 断層	約27km	36km
	佐渡島南方断層	約29km	
	F - D 断層	約30km	55kmの同時活動
	高田沖断層	約25km	
陸域	角田・弥彦断層	約54km	91kmの同時活動
	気比ノ宮断層	約22km	
	片貝断層	約16km	

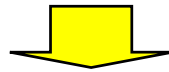
---

## 2 . 中越沖地震の知見を踏まえた基準地震動 の策定

## 2 - 1 . 基準地震動の策定方針

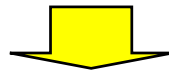
### 検討用地震の選定ステップ

敷地周辺の活断層



海域と陸域で分類

地震の発生域（海域と陸域）によって敷地における地震動特性が異なるため



Noda et al. (2002) の方法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、サイト補正係数は考慮しない



検討用地震の選定



地震動評価

- ・ 応答スペクトルに基づく評価  
( Noda et al. ( 2002 ) の手法 : サイト補正係数を考慮 )
- ・ 断層モデルを用いた手法による評価



## 2 - 1 . 基準地震動の策定方針

### 検討用地震

#### 海域の活断層

■ F-B断層による地震

#### 陸域の活断層

■ 片貝断層による地震等

(長岡平野西縁断層帯による地震)

### 地震動評価

#### ■ 応答スペクトルに基づく地震動評価

Noda et al. (2002) による応答スペクトル評価に用いる補正係数を海域で発生した地震と陸域で発生した地震で分けて評価

#### ■ 断層モデルを用いた手法による地震動評価

想定した震源域で発生した中小地震を要素地震として用いることにより、伝播特性等を反映することが可能な経験的グリーン関数法で評価

## 2 - 1 . 基準地震動の策定方針

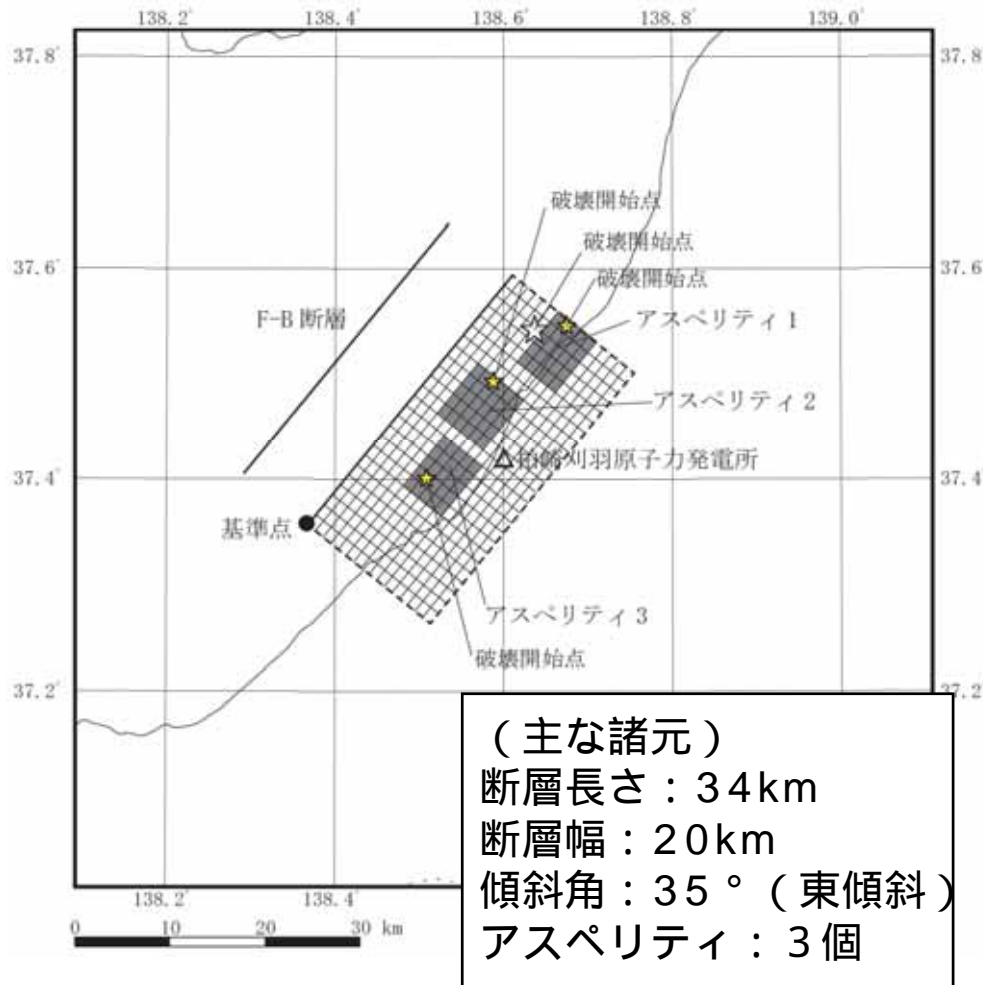
検討用地震の応答スペクトル・断層モデルによる地震動評価結果をそれぞれ基準地震動Ssとして設定し，平成20年5月22日原子力安全・保安院へ報告。

基準地震動	検討用地震	地震動評価手法
Ss - 1	F - B断層による地震 (M7.0)	応答スペクトル 〔Noda et al. (2002)〕
Ss - 2		断層モデル 〔経験的グリーン関数法〕
Ss - 3	長岡平野西縁断層帯 による地震 (M8.1)	応答スペクトル 〔Noda et al. (2002)〕
Ss - 4		断層モデル 〔経験的グリーン関数法〕

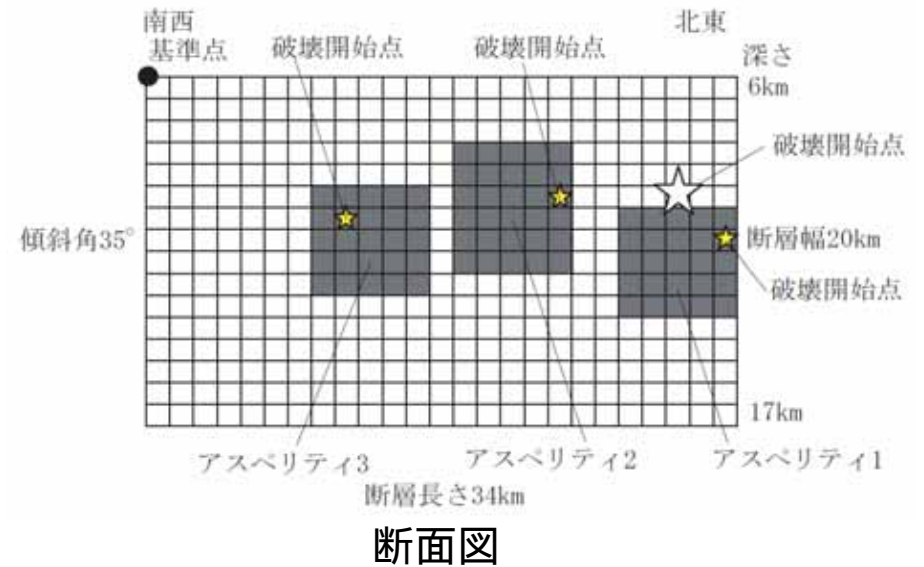
## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さ34km）

### F-B断層の断層モデル（断層長さ34km）

5/22原子力安全・保安院報告時のモデル



平面図

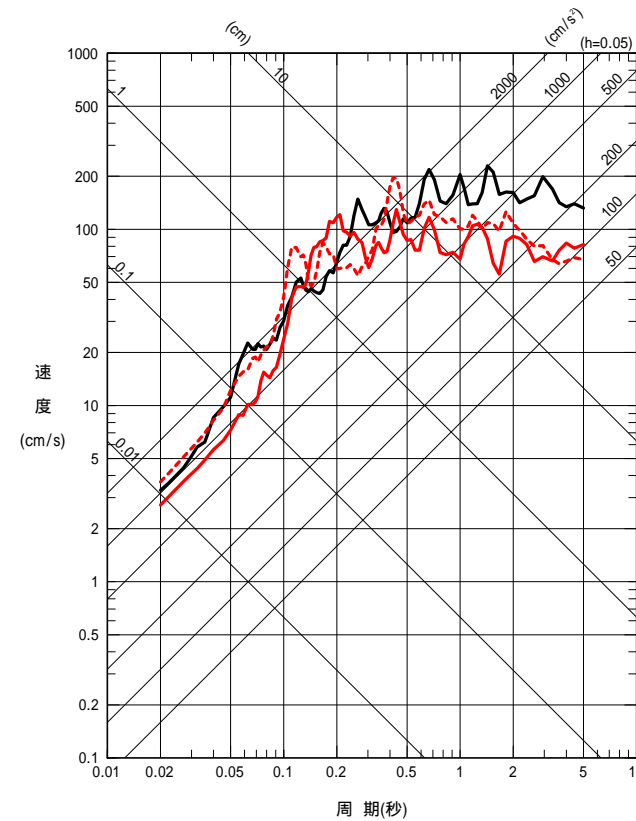
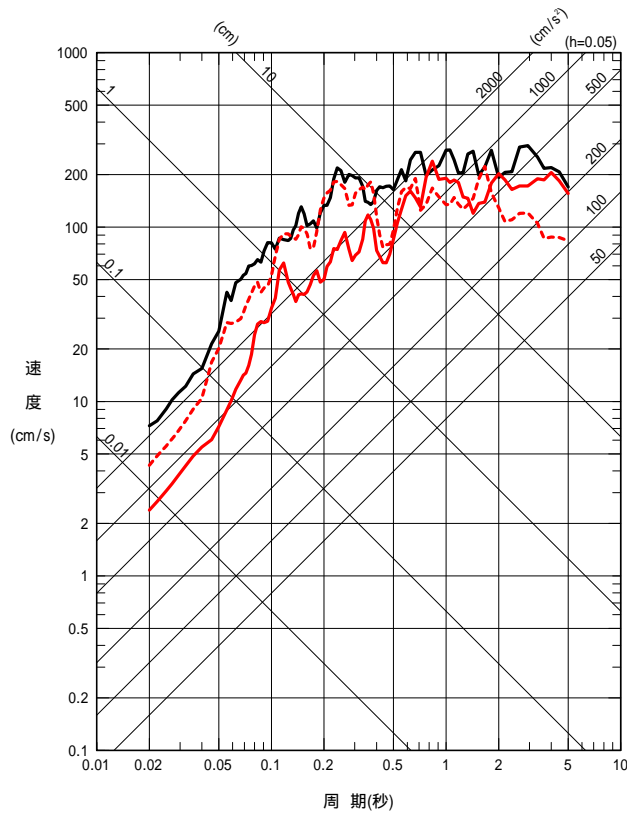


中越沖地震  
 震源インバージョンモデル (M6.8) → F-B断層モデル (M7.0)

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さ34km）

### F-B断層（断層長さ34km）による地震の地震動評価（水平方向）

- Ss-1H〔Noda et al. (2002) に基づく〕
- Ss-2NS〔断層モデルに基づく〕
- - - Ss-2EW〔断層モデルに基づく〕



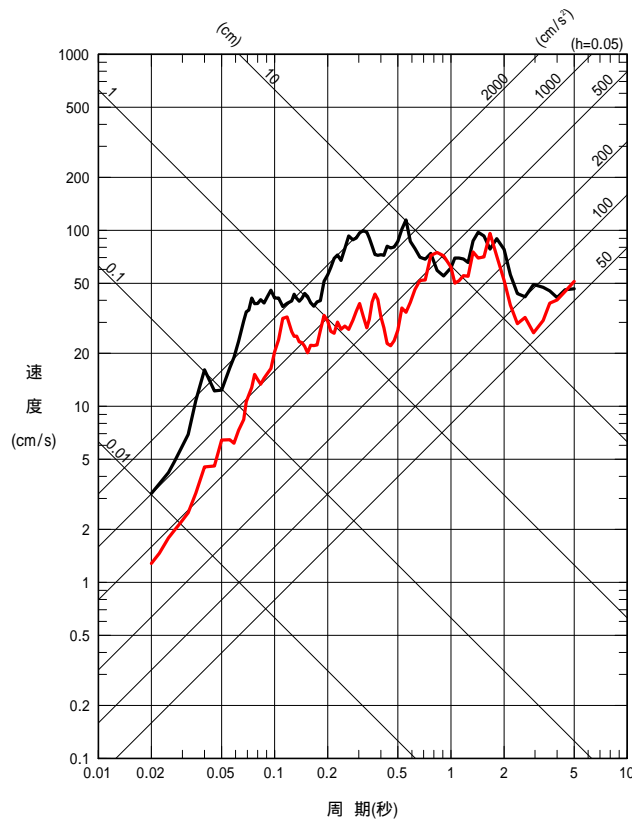
荒浜側（1～4号機側）

大湊側（5～7号機側）

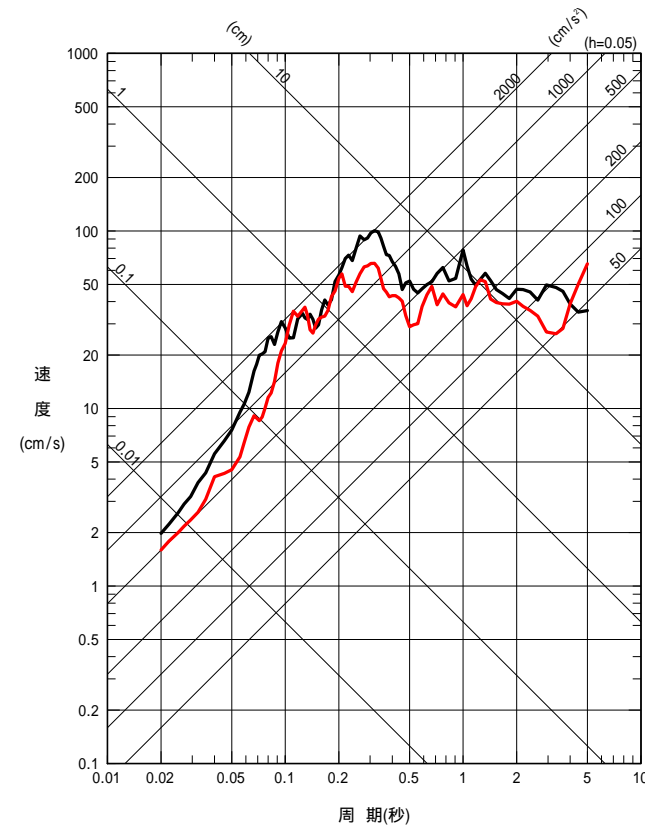
## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価 (断層長さ34km)

### F-B断層 (断層長さ34km) による地震の地震動評価 (鉛直方向)

— Ss-1V [Noda et al. (2002) に基づく]  
— Ss-2UD [断層モデルに基づく]



荒浜側 (1 ~ 4号機側)



大湊側 (5 ~ 7号機側)

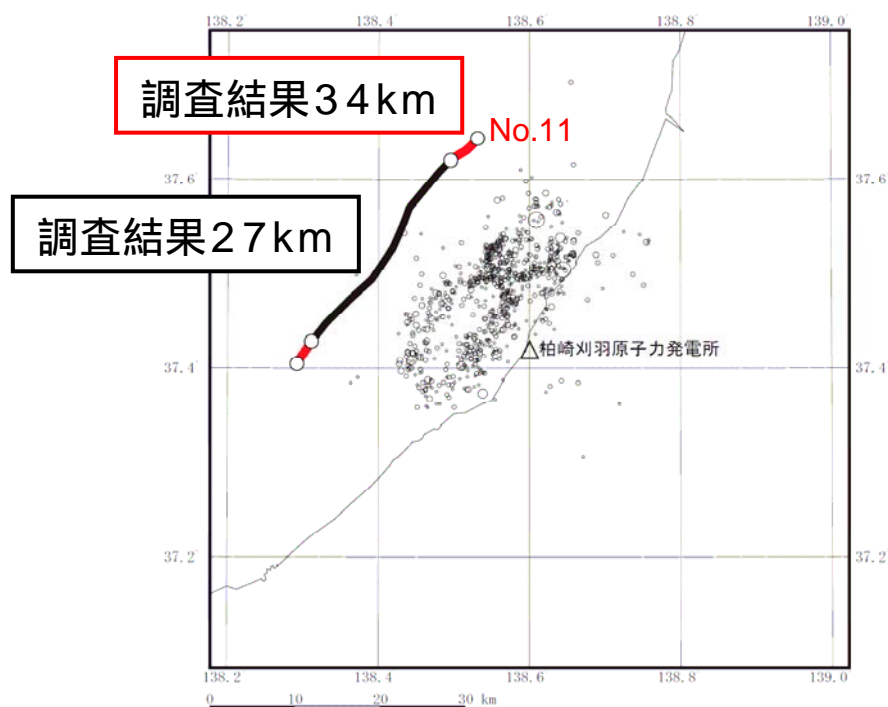
## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

基本的な断層長さ：27km（5/22報告時から変更無し）

活断層評価における不確かさを考慮した断層長さ：

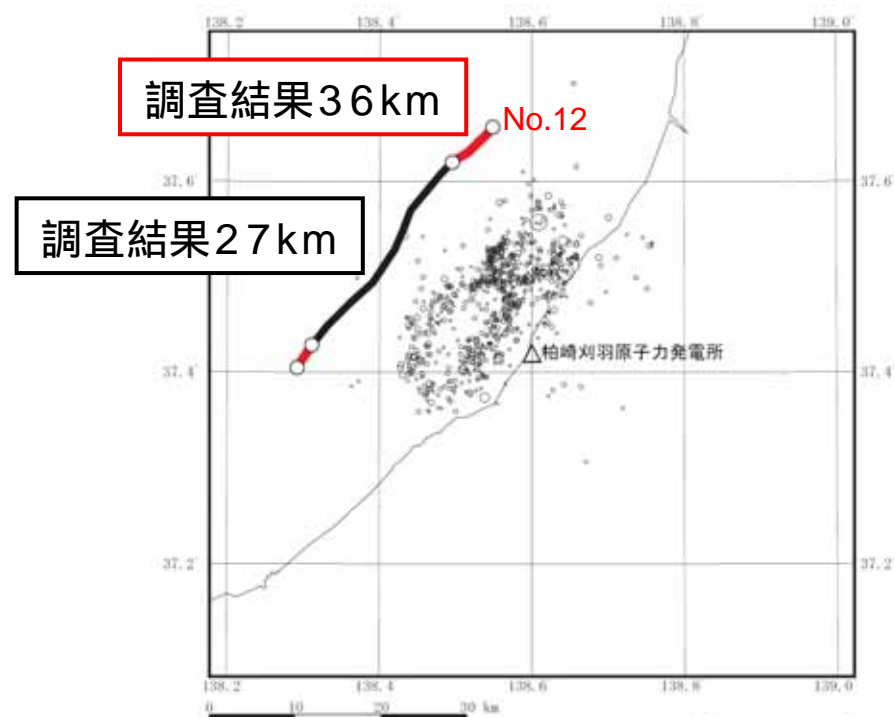
【5/22報告時】断層北端をNo.11測線とした34km

【保安院合同WG審議反映】断層北端をNo.12測線とした36km



本震後24時間の余震分布(気象庁一元化震源)

従来の評価区間



本震後24時間の余震分布(気象庁一元化震源)

今回の評価区間

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

### 断層パラメータの設定方針

巨視的断層パラメータのうち，断層の位置・断層長さについては地質調査結果に基づき設定（断層長さ36km）。

断層の傾斜角は，中越沖地震の余震分布に基づき震源インバージョン結果と同様に35°と設定。

地震発生層は，敷地周辺の微小地震分布等に基づき，上端深さを6km，下端深さを17kmと設定。

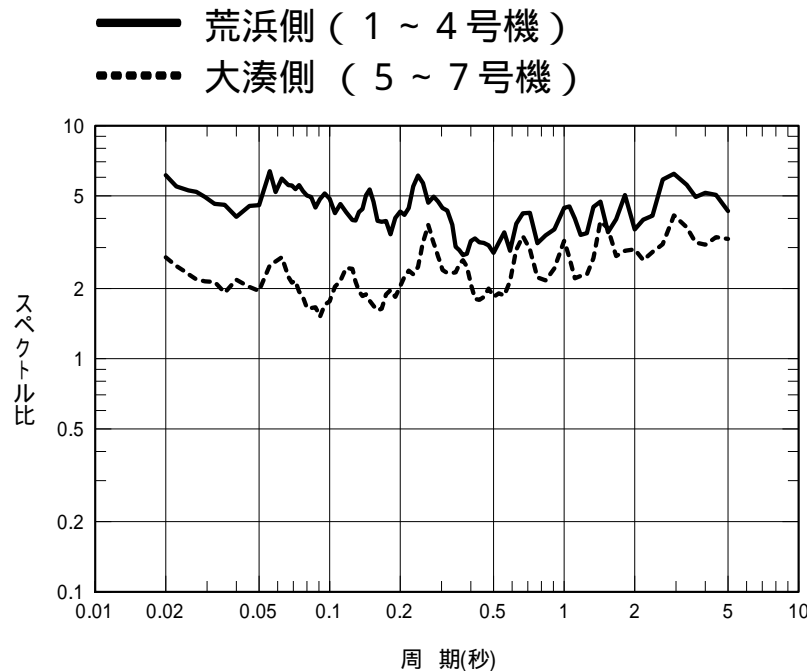
断層幅は，地震発生層を飽和するように，傾斜角と地震発生層厚さに基づき20kmと設定。

微視的断層パラメータは，中越沖地震の震源インバージョン結果に基づき，断層長さを中越沖地震の27kmから36kmに拡張することを前提として設定。

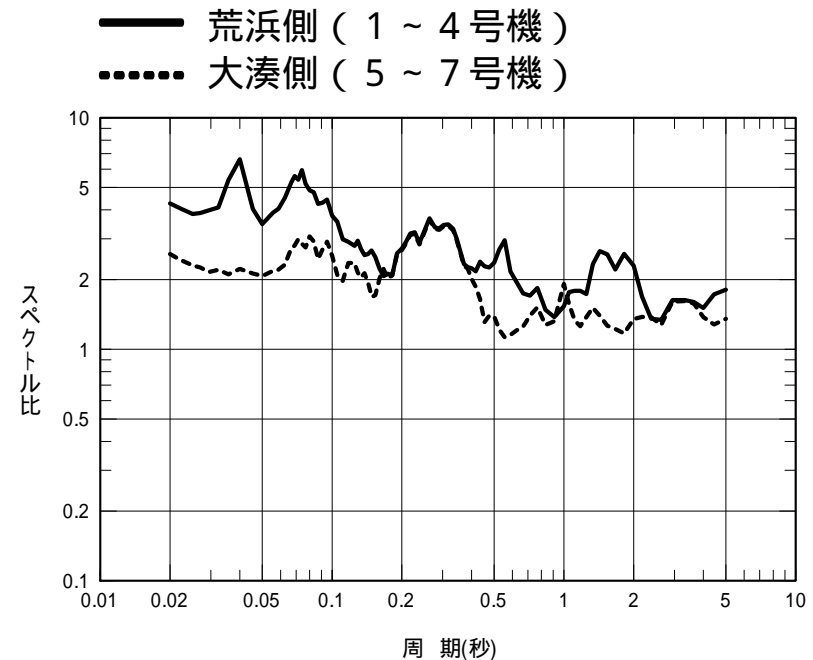
## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

### 応答スペクトルに基づく地震動評価

- 評価手法：Noda et al. (2002) による手法
- 補正係数：中越沖地震の各号機原子炉建屋基礎版上の観測記録から推定した解放基盤波とNoda et al. (2002) による応答スペクトルの比を、安全側に包絡するように設定



水平方向



鉛直方向

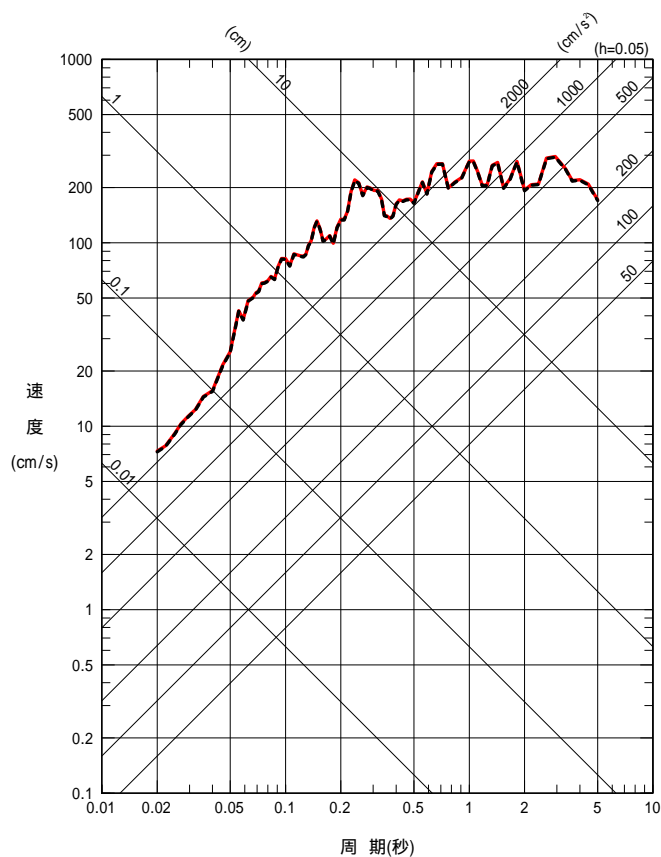


## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

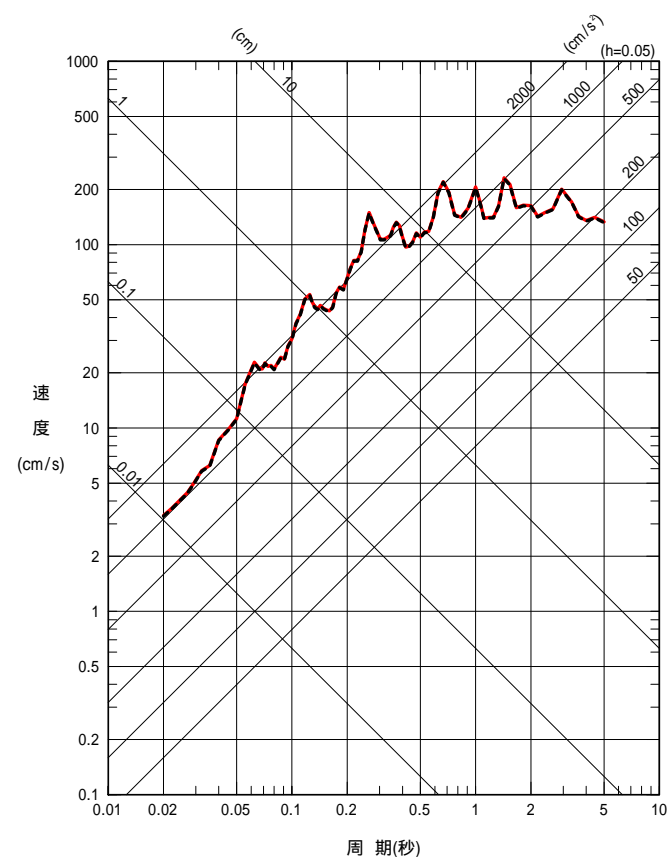
### 応答スペクトルによる地震動評価

水平方向

----- 断層長さ34km（5/22報告時）  
————— 断層長さ36km（保安院合同WG審議反映）



荒浜側（1～4号機）



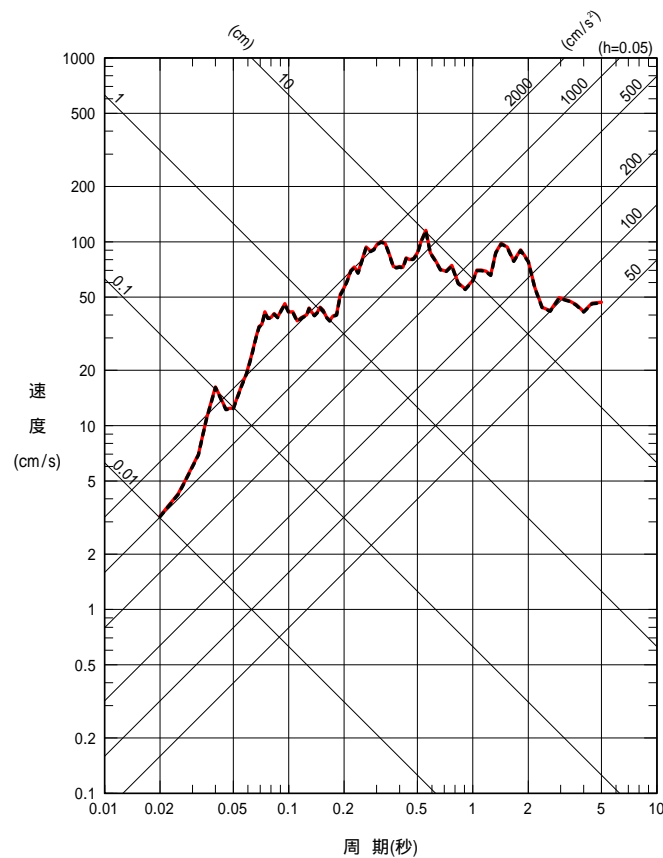
大湊側（5～7号機）

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

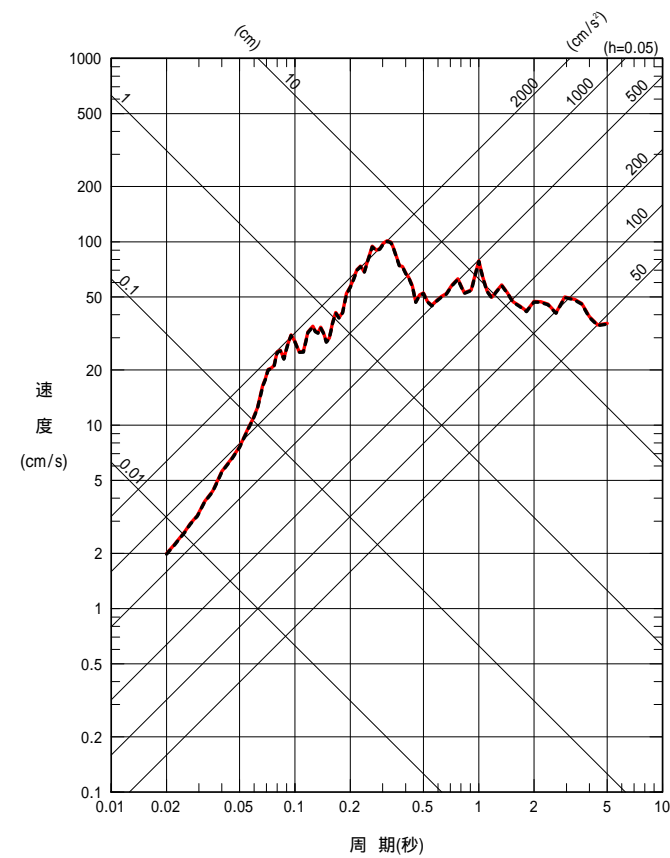
### 応答スペクトルによる地震動評価

鉛直方向

----- 断層長さ34km（5/22報告時）  
————— 断層長さ36km（保安院合同WG審議反映）



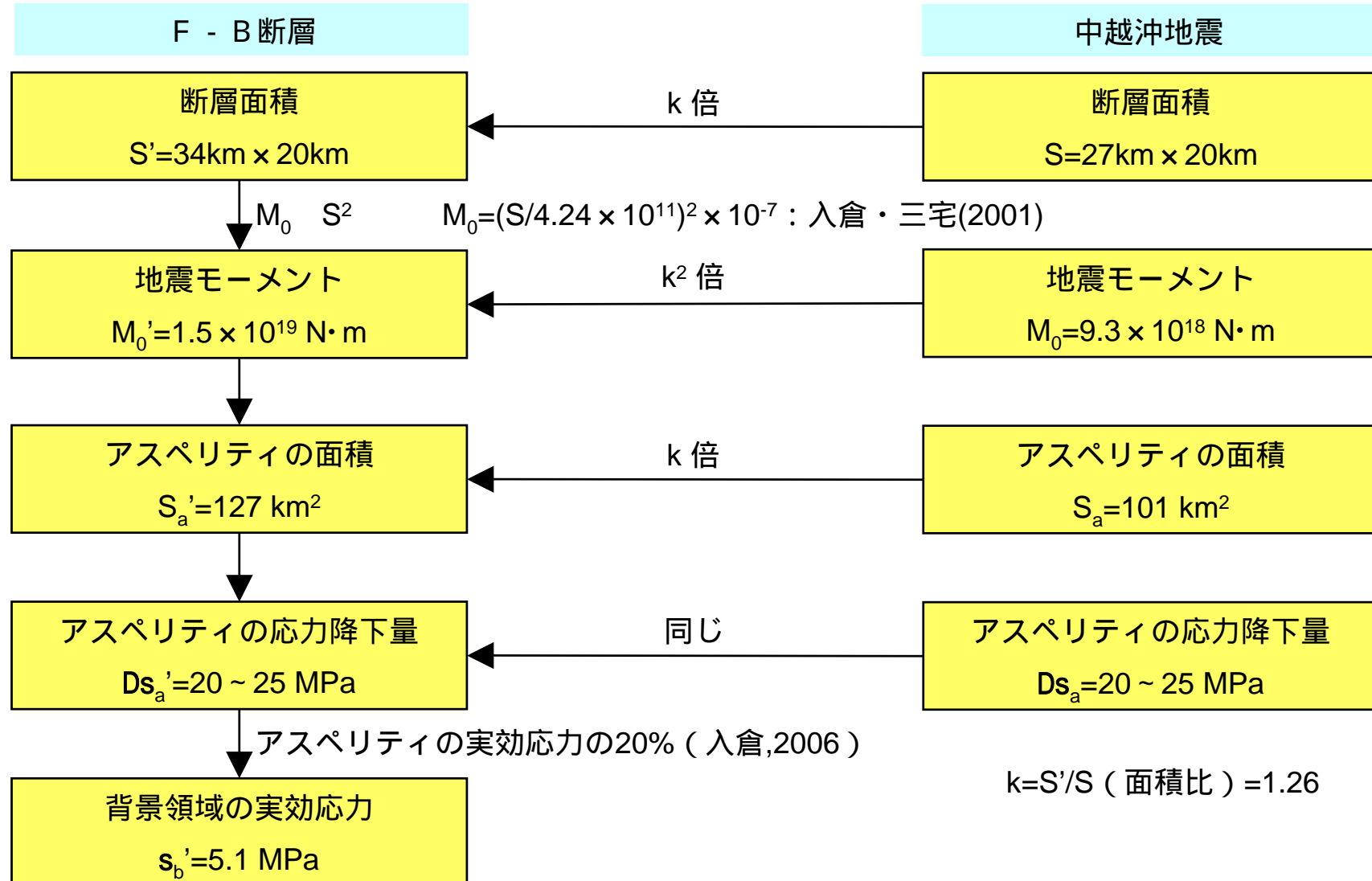
荒浜側（1～4号機）



大湊側（5～7号機）

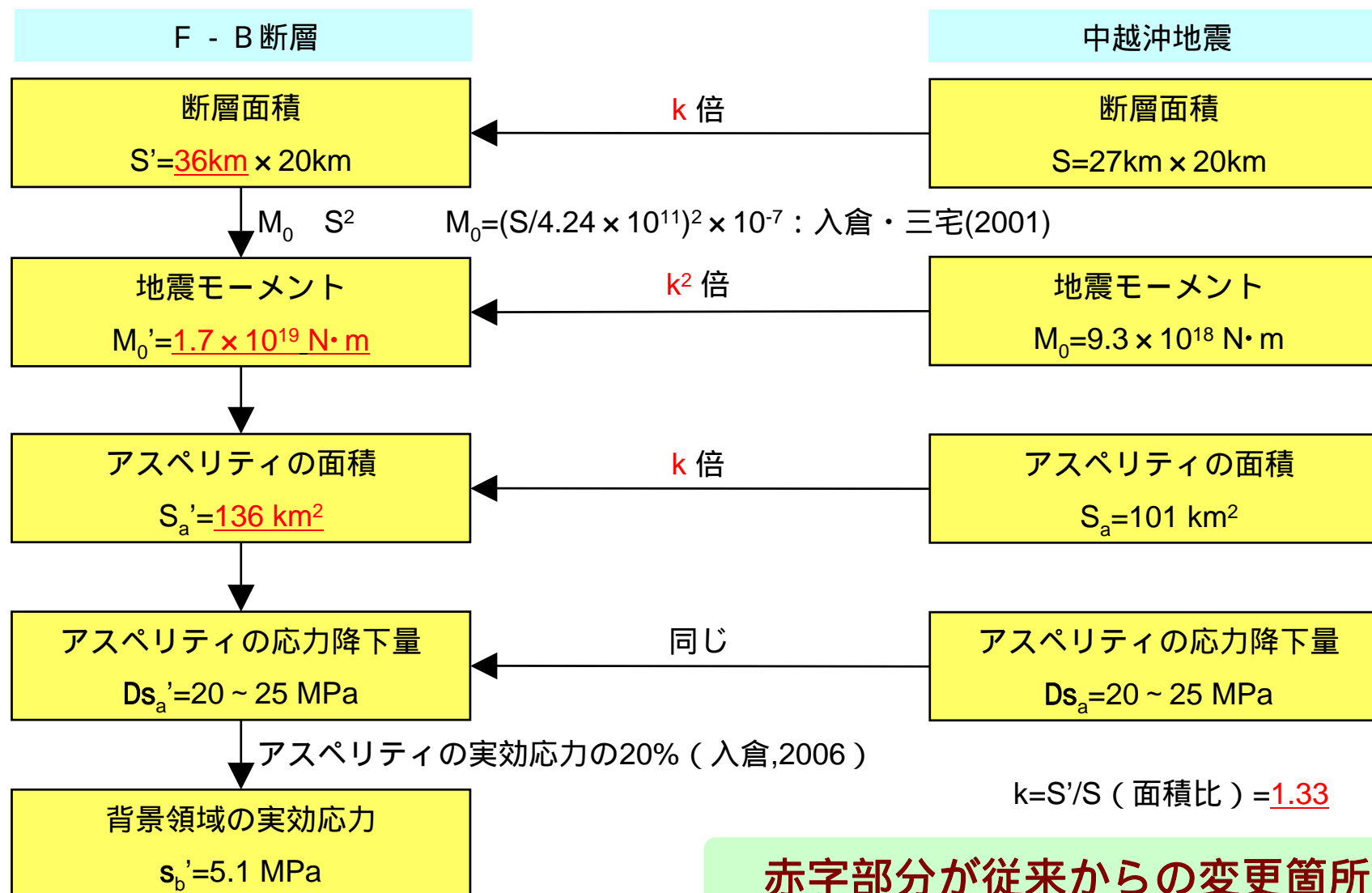
## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

### 断層パラメータの設定手順（5/22報告時：断層長さ34km）



## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

断層パラメータの設定手順（保安院合同WG審議反映：断層長さ36km）



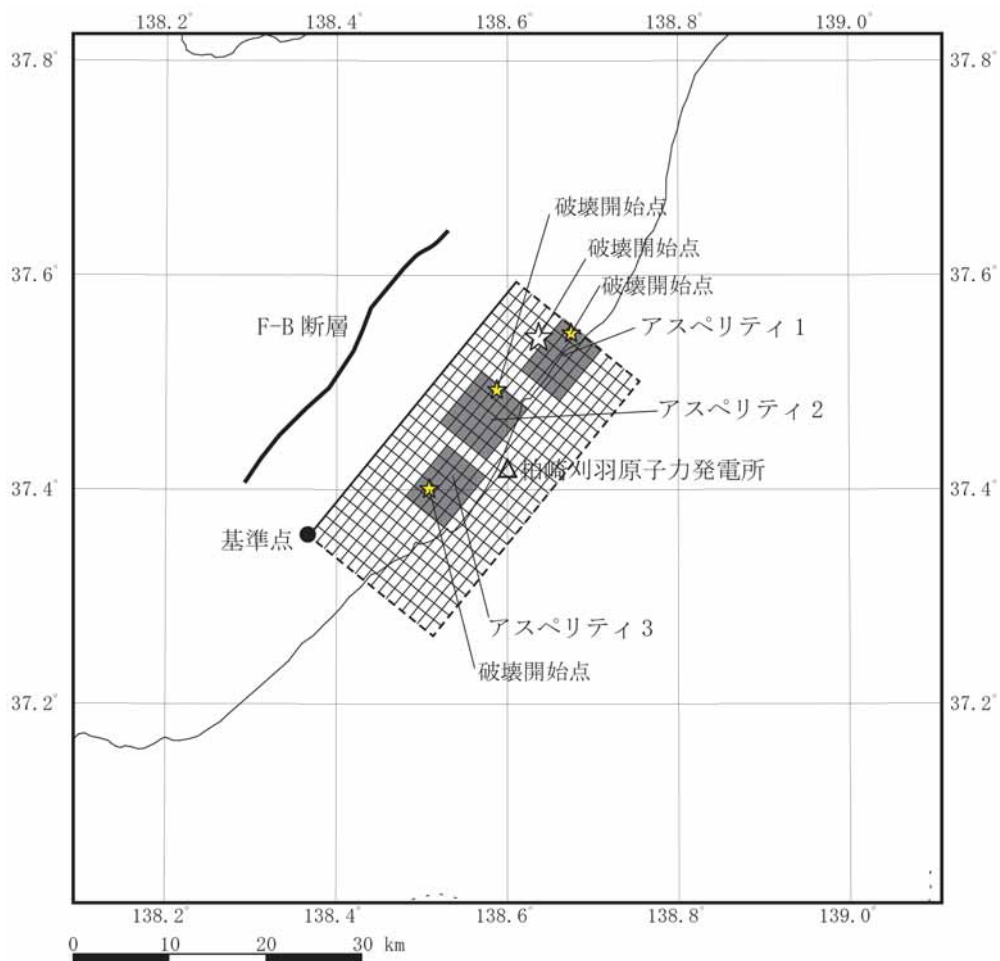
赤字部分が従来からの変更箇所

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

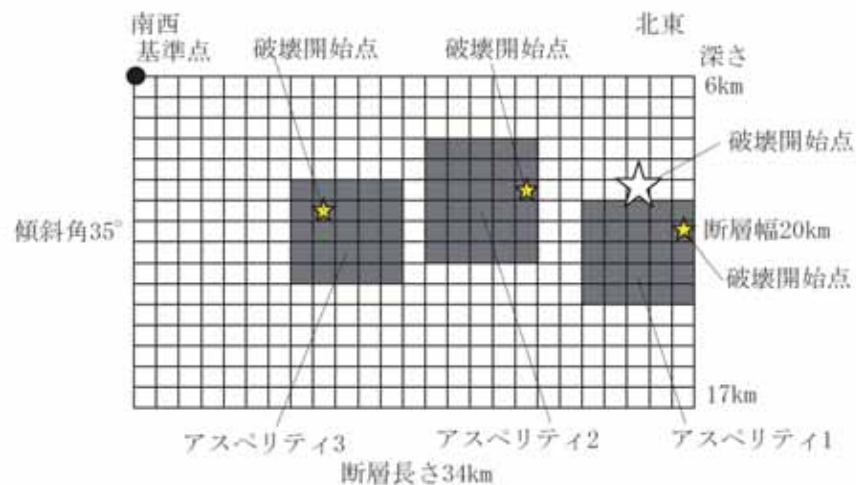
従来の断層モデル（断層長さ34km）

5/22原子力安全・保安院報告時のモデル

平面図



断面図



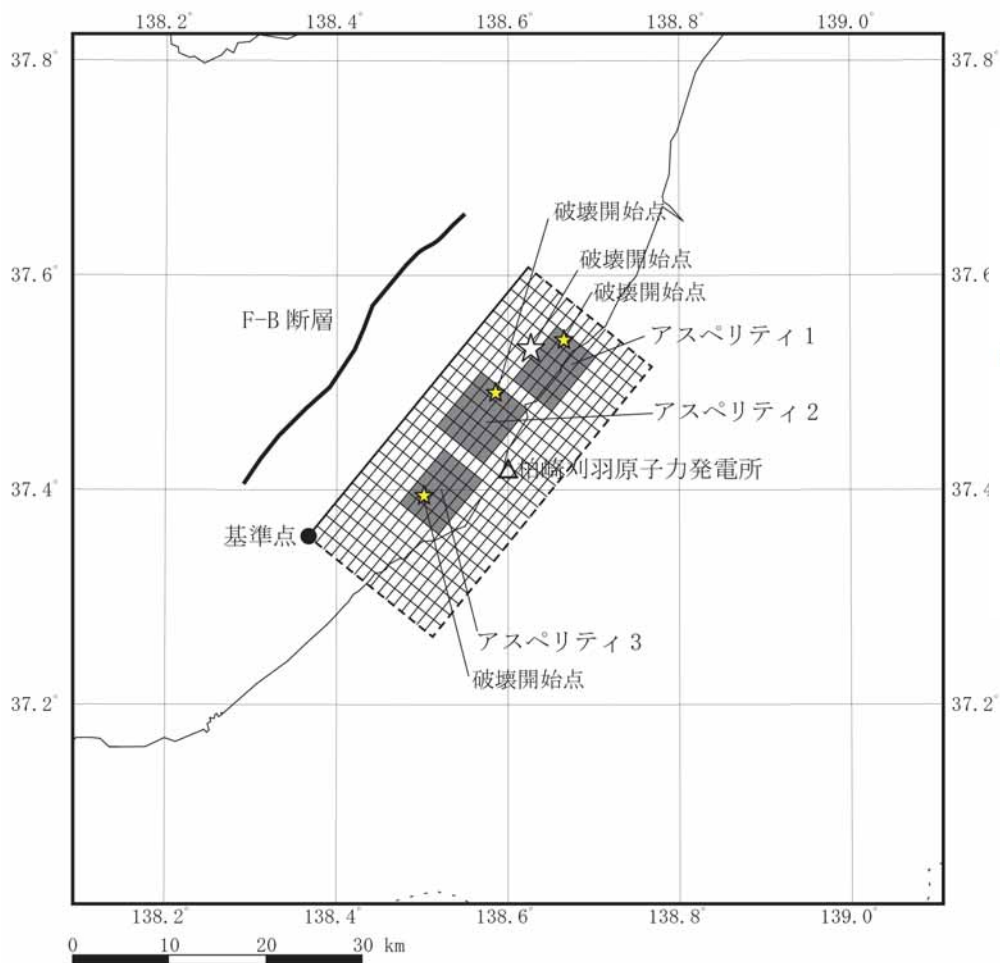
（主な諸元）  
 断層長さ：34km  
 断層幅：20km  
 傾斜角：35°（東傾斜）  
 アスペリティ：3個

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

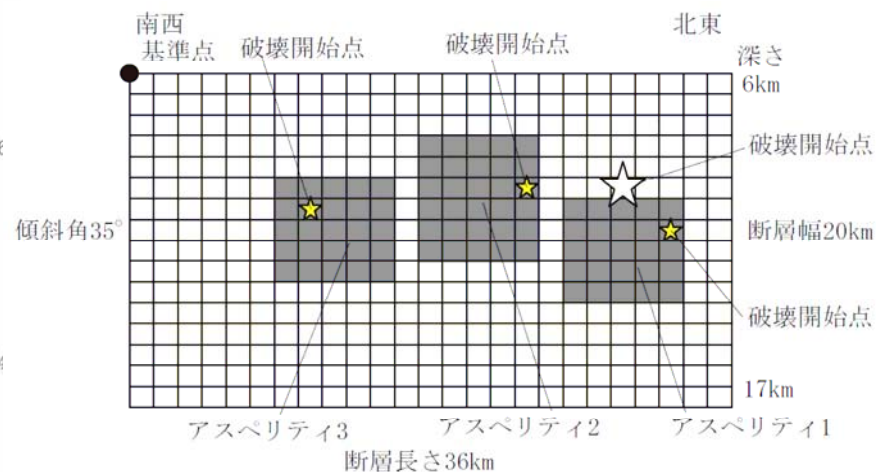
今回の断層モデル（断層長さ36km）

保安院合同WG審議を反映したモデル

平面図



断面図



(主な諸元)  
 断層長さ：36km  
 断層幅：20km  
 傾斜角：35°（東傾斜）  
 アスペリティ：3個

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

### 断層パラメータの比較（その1）

■ : 地質調査結果等に基づく

■ : 中越沖地震の震源インバージョン結果に基づく

項目		5/22報告時（断層長さ34km）	保安院合同WG審議反映（断層長さ36km）
巨視的断層面	基準点	東経（°）	138.37
		北緯（°）	37.36
	断層上端深さ（km）	6	
	断層長さ（km）	34.0	<u>36.0</u>
	断層幅（km）	20.0	20.0
	断層面積（km <sup>2</sup> ）	680	<u>720</u>
	走向（°）	39	39
	傾斜角（°）	35	35
	破壊伝播形式	マルチハイポセンター	マルチハイポセンター
	S波速度（km/s）	3.4	3.4
	地震モーメント（N・m）	1.5 × 10 <sup>19</sup>	<u>1.7 × 10<sup>19</sup></u>
アスペリティ1	基準点	東経（°）	138.62
		北緯（°）	37.51
	面積（km <sup>2</sup> ）	39	<u>42</u>
	地震モーメント（N・m）	2.9 × 10 <sup>18</sup>	<u>3.3 × 10<sup>18</sup></u>
	平均すべり量（cm）	235	<u>249</u>
	応力降下量（MPa）	25	25
	破壊伝播速度（km/s）	3.1	3.1
破壊時間遅れ（s）	0.2	0.2	

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

### 断層パラメータの比較（その2）

□: 中越沖地震の震源インバージョン結果に基づく

項目		5/22報告時（断層長さ34km）	保安院合同WG審議反映（断層長さ36km）
アスペリティ2	基準点	東経（°）	138.52
		北緯（°）	37.46
	面積（km <sup>2</sup> ）	49	<u>52</u>
	地震モーメント（N・m）	$3.3 \times 10^{18}$	<u><math>3.8 \times 10^{18}</math></u>
	平均すべり量（cm）	217	<u>230</u>
	応力降下量（MPa）	21	21
	破壊伝播速度（km/s）	2.8	2.8
	破壊時間遅れ（s）	1.8	1.8
アスペリティ3	基準点	東経（°）	138.48
		北緯（°）	37.39
	面積（km <sup>2</sup> ）	39	<u>42</u>
	地震モーメント（N・m）	$2.3 \times 10^{18}$	<u><math>2.5 \times 10^{18}</math></u>
	平均すべり量（cm）	184	<u>195</u>
	応力降下量（MPa）	20	20
	破壊伝播速度（km/s）	2.5	2.5
	破壊時間遅れ（s）	0.0	0.0
背景領域	面積（km <sup>2</sup> ）	552	<u>584</u>
	地震モーメント（N・m）	$6.2 \times 10^{18}$	<u><math>7.0 \times 10^{18}</math></u>
	平均すべり量（cm）	36	<u>38</u>
	実効応力（MPa）	5.1	5.1
	破壊伝播速度（km/s）	2.3	2.3

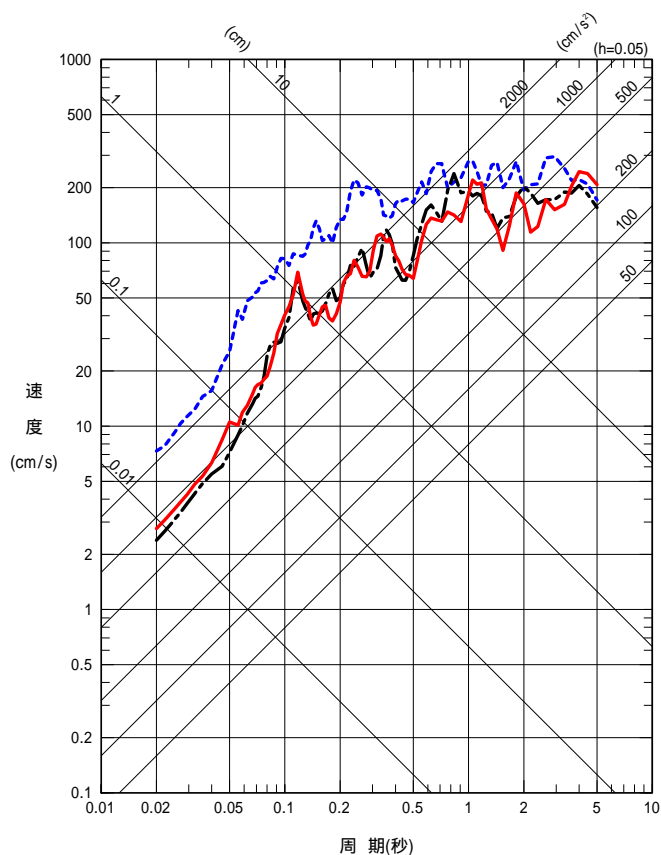


## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

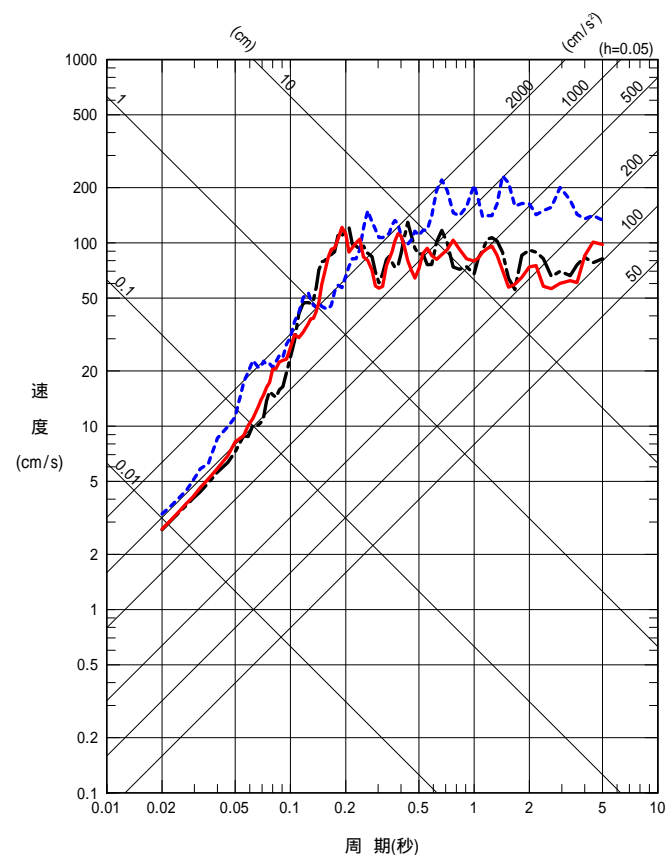
### 断層モデルによる地震動評価

NS方向

- 断層長さ34km（5/22報告時）
- 断層長さ36km（保安院合同WG審議反映）
- Noda et al.（2002）に基づく評価【参考】



荒浜側（1～4号機）



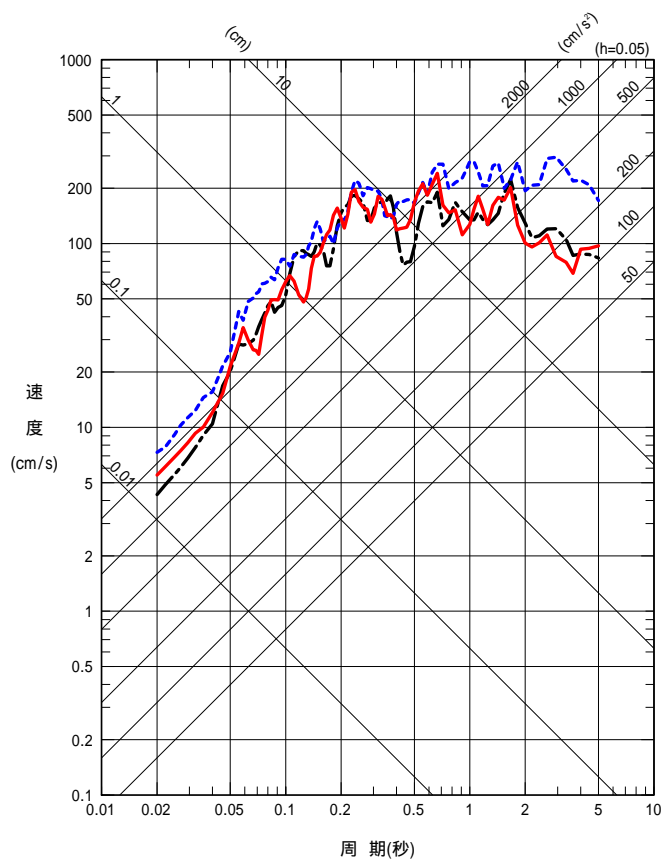
大湊側（5～7号機）

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

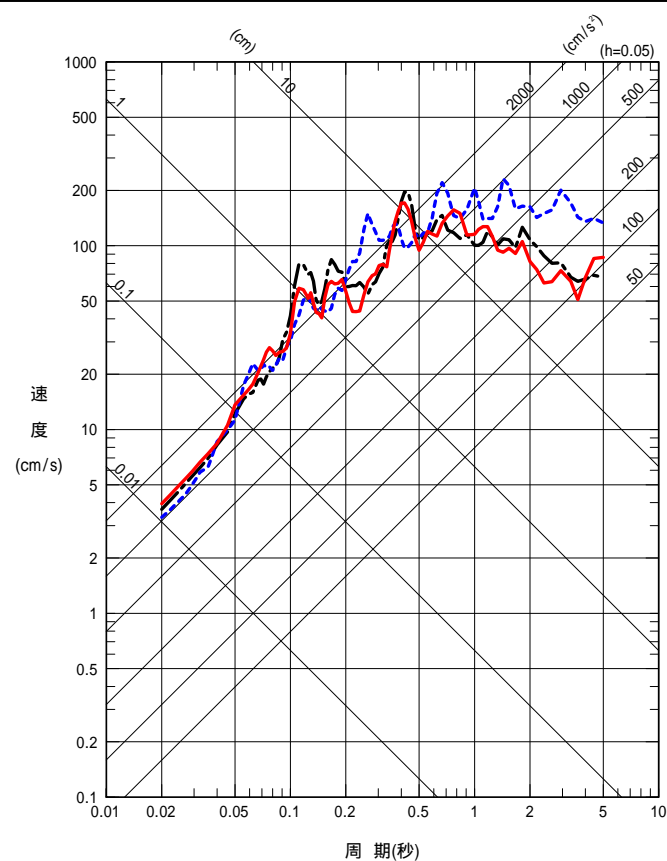
### 断層モデルによる地震動評価

EW方向

- 断層長さ34km（5/22報告時）
- 断層長さ36km（保安院合同WG審議反映）
- Noda et al.（2002）に基づく評価【参考】



荒浜側（1～4号機）



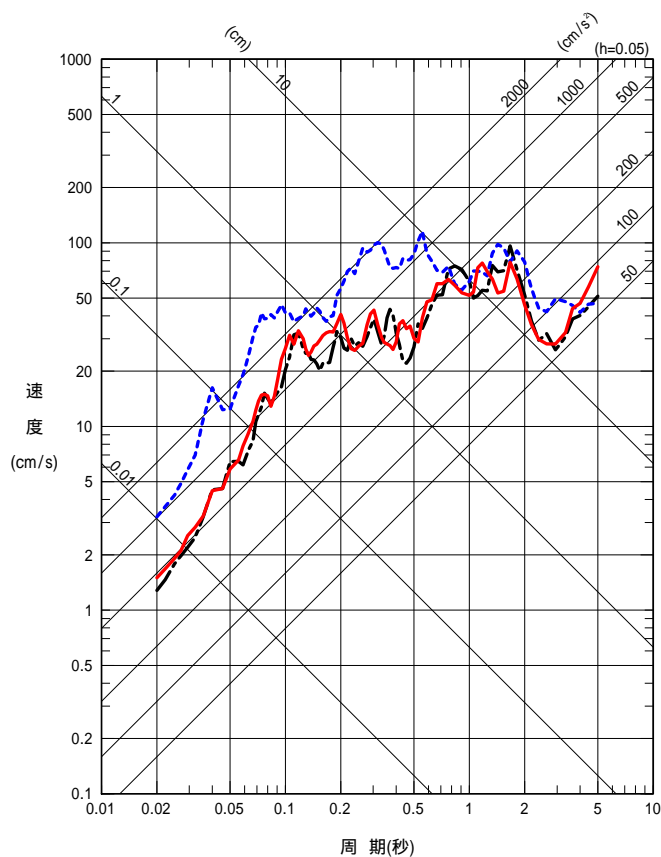
大湊側（5～7号機）

## 2 - 2 . F - B 断層の地震動評価（断層長さの見直し）

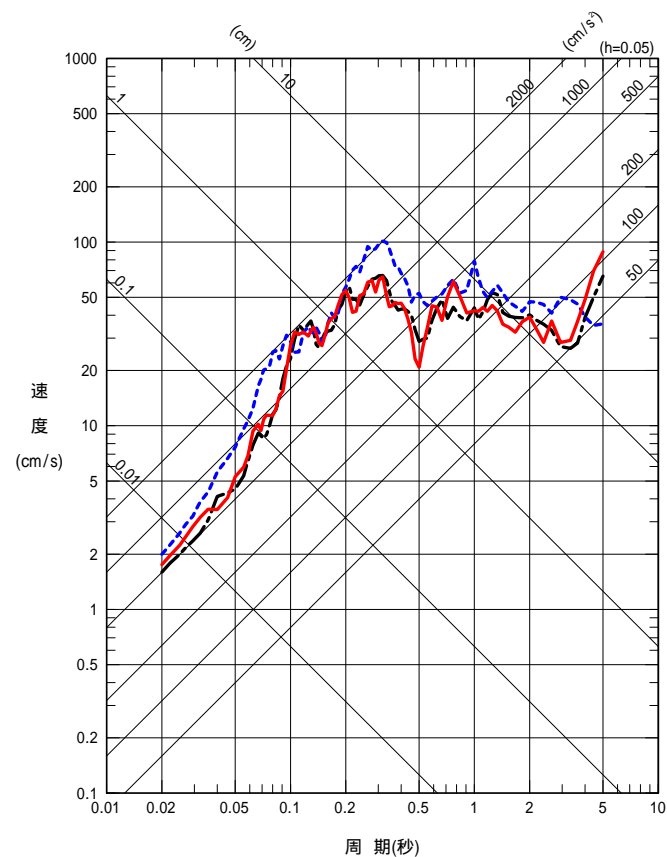
### 断層モデルによる地震動評価

UD方向

- 断層長さ34km（5/22報告時）
- 断層長さ36km（保安院合同WG審議反映）
- Noda et al.（2002）に基づく評価【参考】



荒浜側（1～4号機）

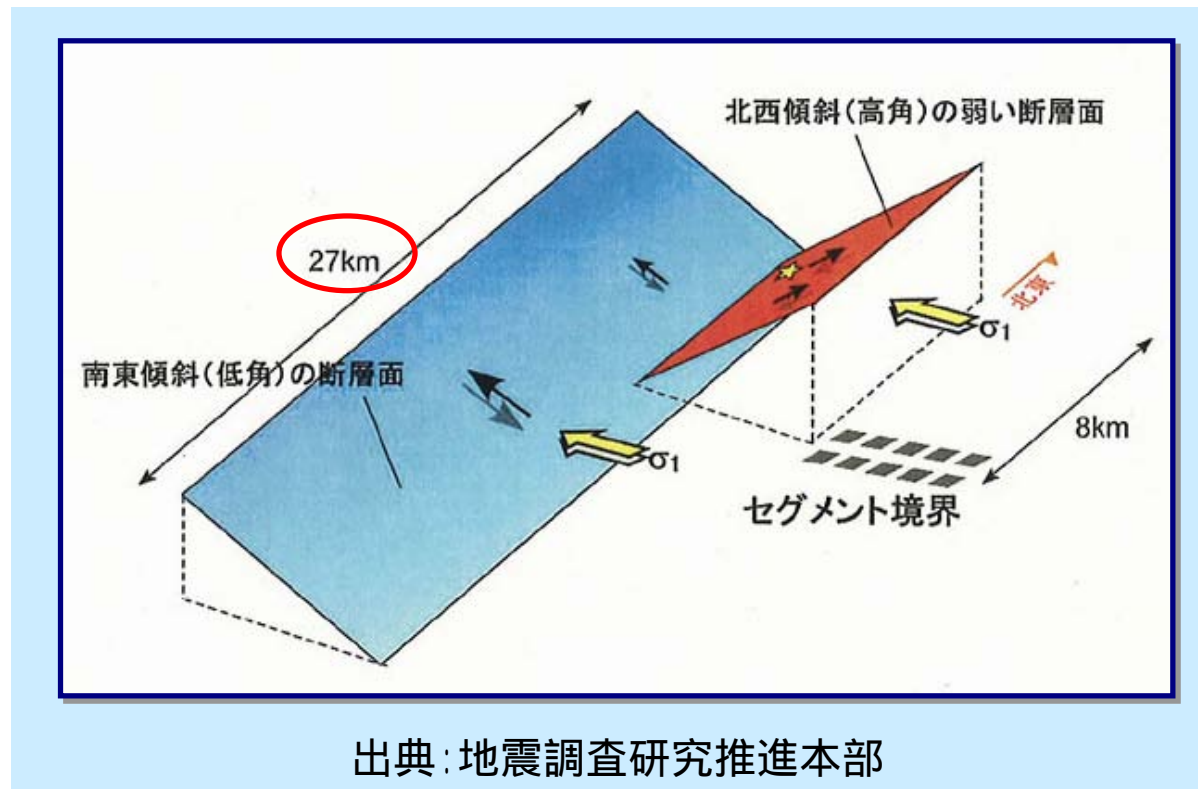


大湊側（5～7号機）

## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

### 中越沖地震の諸元

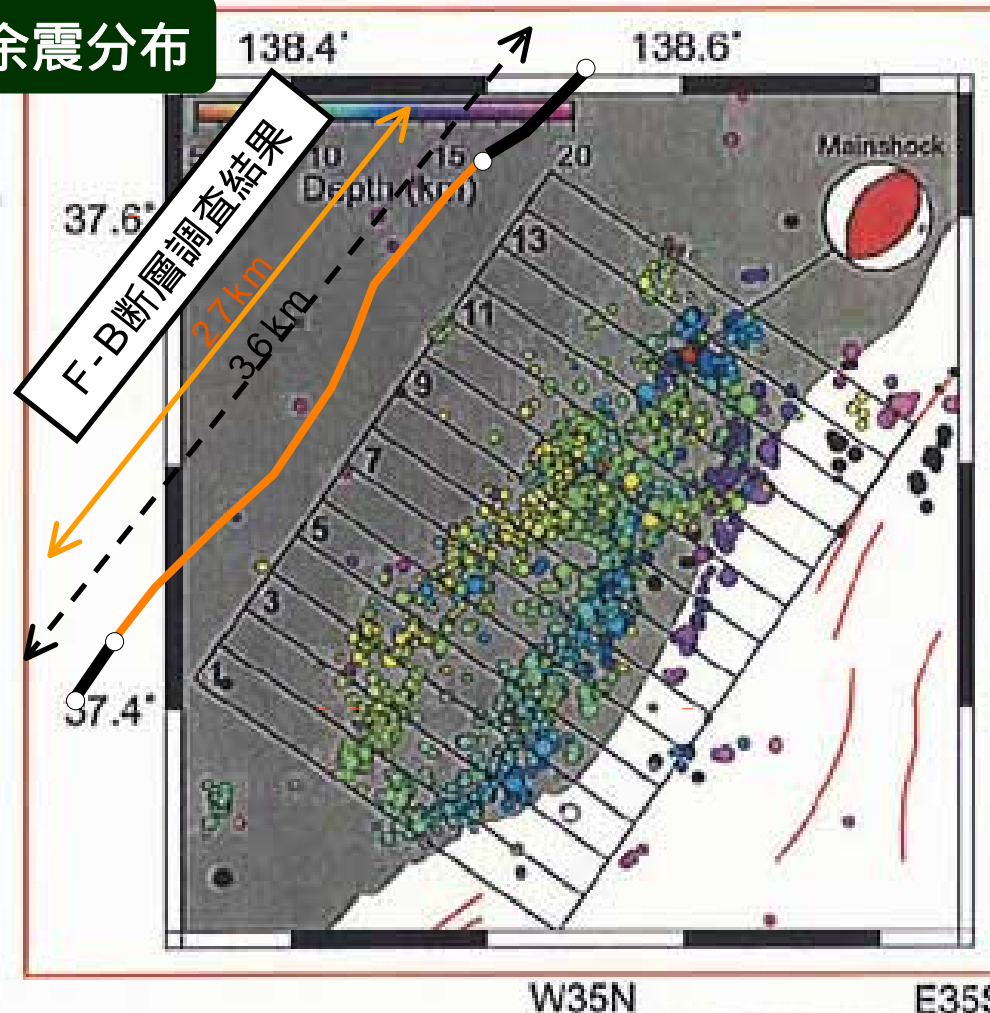
- マグニチュード（ $M_j$ ） 6.8
- 断層長さ：27 km



## 2 - 3 . F - B断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

海域・陸域臨時地震観測網に基づく精密余震分布（7月16日10時13分～8月29日）と、F-B断層調査結果はよく対応している。

### 中越沖地震の余震分布

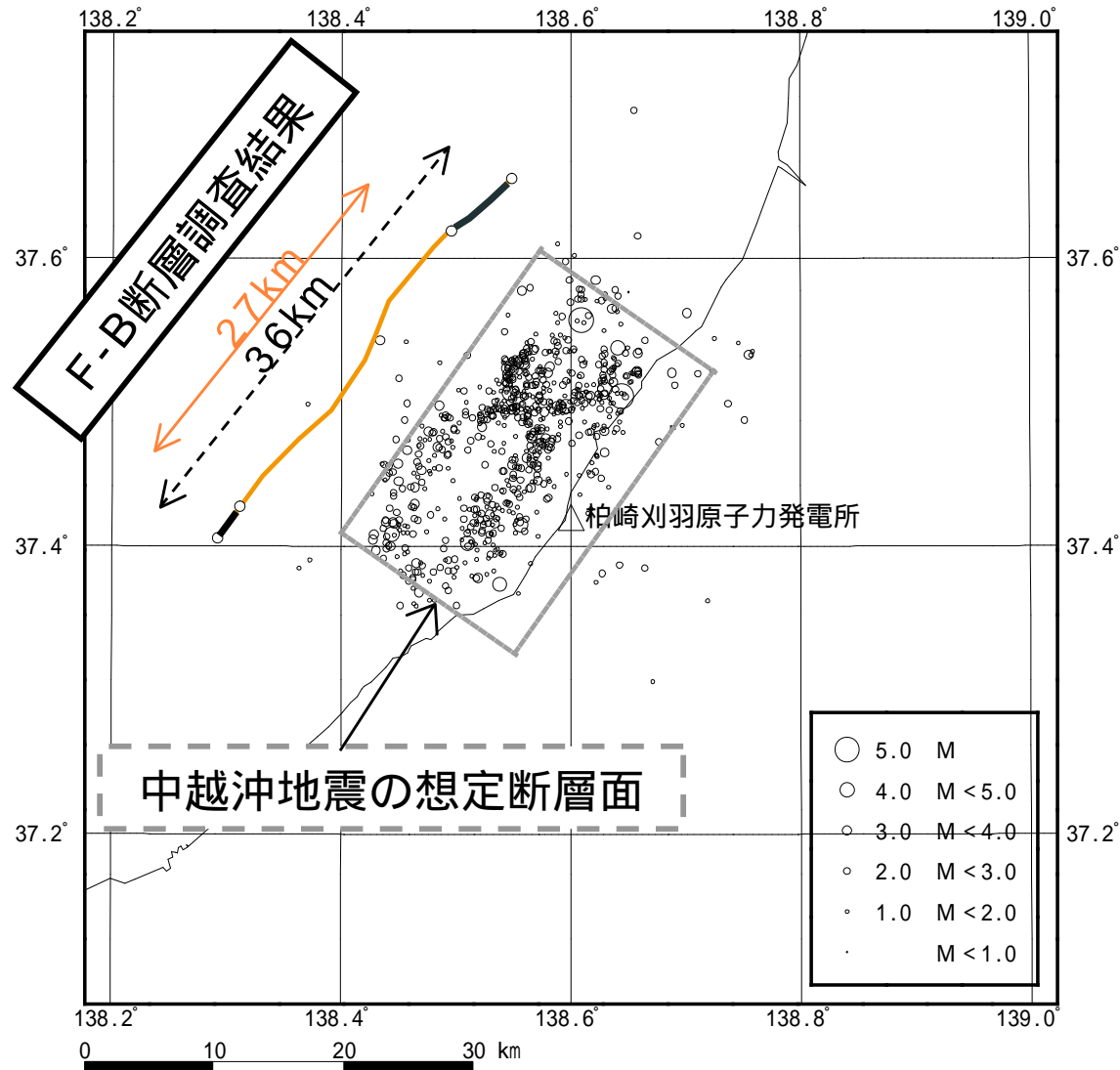


東京大学地震研究所資料（平成20年1月11日地震調査委員会）に加筆

## 2 - 3 . F - B断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

中越沖地震の余震分布  
(本震発生後24時間)

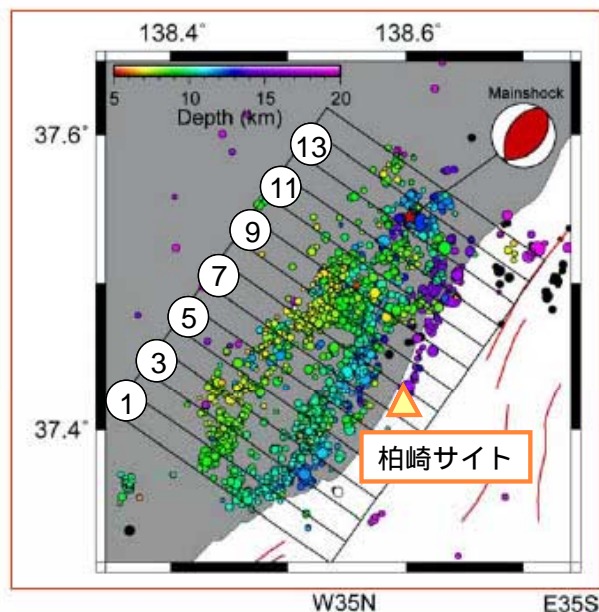
中越沖地震の断層面と余震分布  
(気象庁一元化震源)の比較



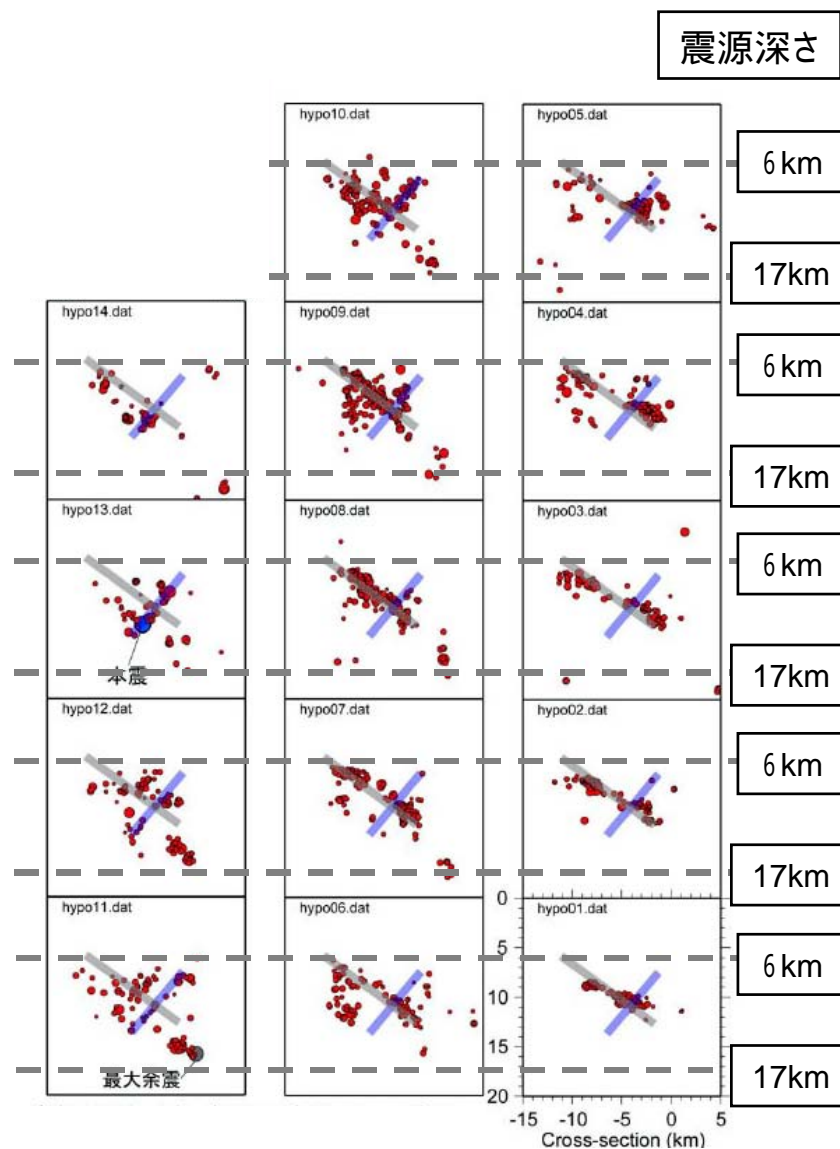
## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

### 中越沖地震の諸元

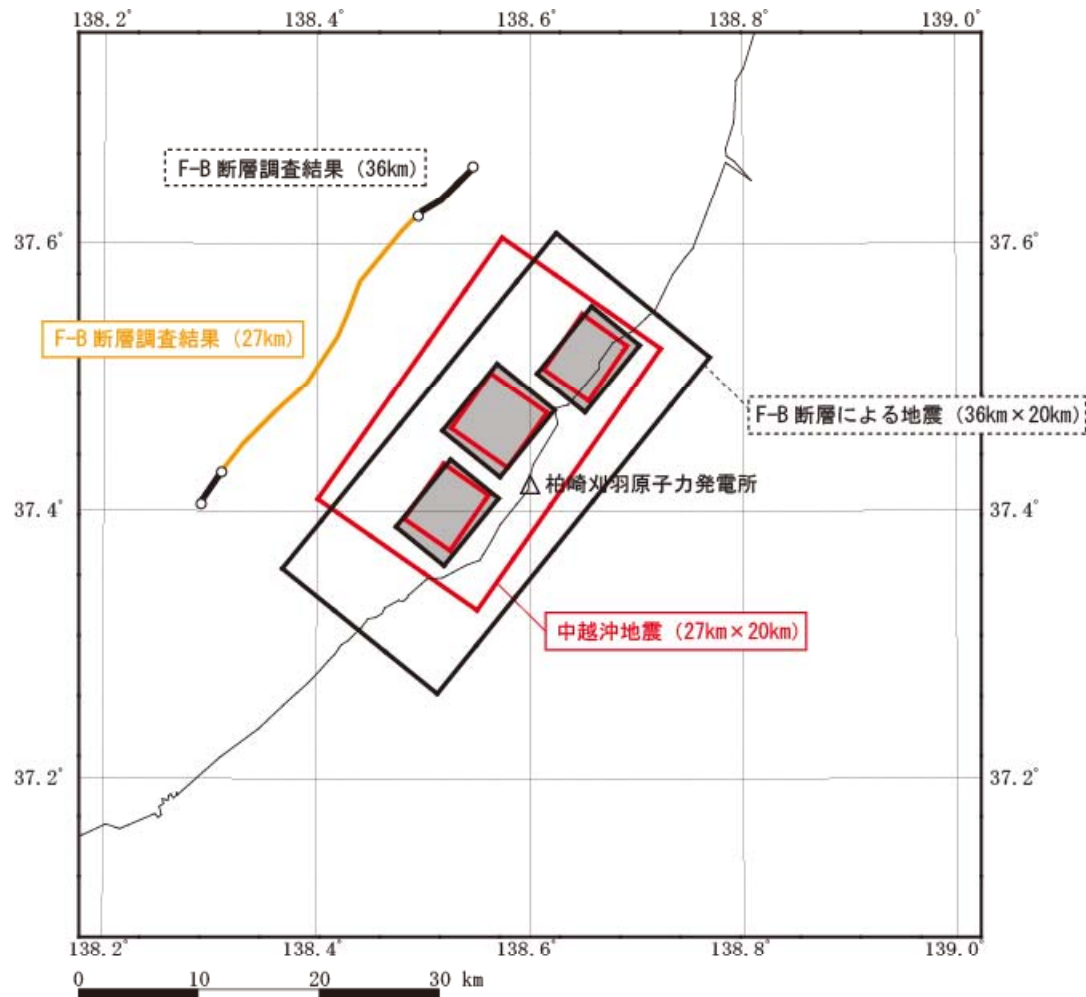
- 傾斜角：35°  
中越沖地震の余震分布から設定
- 断層幅：20km  
微小地震の発生状況と中越沖地震の余震分布等から地震発生層を設定し、傾斜角に従い地震発生層を飽和するように設定



東京大学地震研究所  
資料  
(平成20年1月11日  
地震調査委員会)  
に加筆



## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

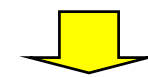


### （中越沖地震）

$M_j = 6.8$

断層長さ = 27 km

断層幅 = 20 km



安全評価上断層長さを  
36kmと評価

### （F-B断層）

$M_j = 7.0$

断層長さ = 36 km

断層幅 = 20 km



## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価 (地震諸元の根拠)

( 基本的考え方 )

中越沖地震が既に発生している地震であることを踏まえ、中越沖地震の物理量を保持するよう、スケーリング則に則ってF-B断層 (断層長さ36Km) のマグニチュードを評価する。

具体的には、断層幅が飽和した場合の「地震モーメント ( $M_0$ ) と断層面積 ( $S$ ) に関するスケーリング則」( 式)、及び「地震モーメントと  $M_j$  の関係を与える武村 (1998) 式」( 式) に基づきF-B断層 (断層長さ36Km) のマグニチュードを評価する。

$$M_0 \propto S^2 \quad \dots\dots\dots \text{式}$$

$$\log M_0 = 1.2 M_j + 10.7 \quad \dots\dots\dots \text{式}$$

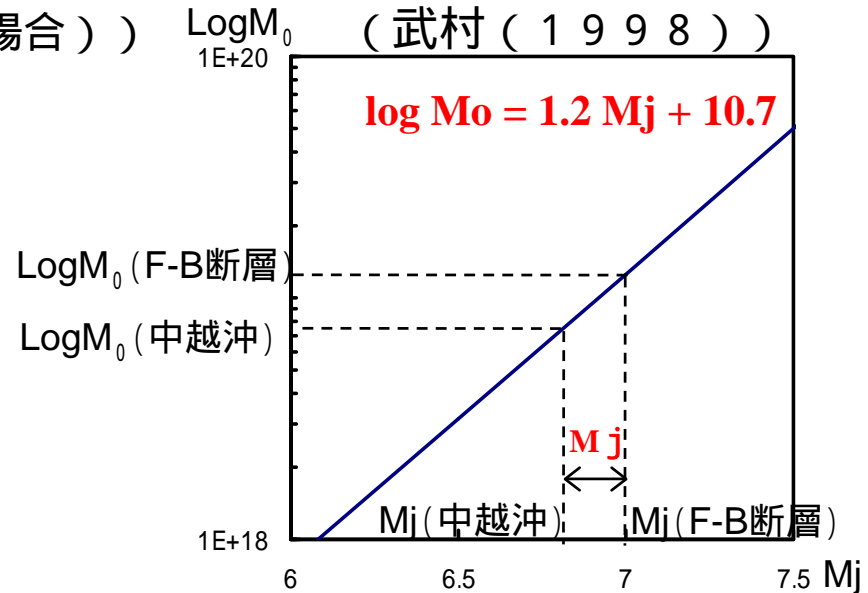
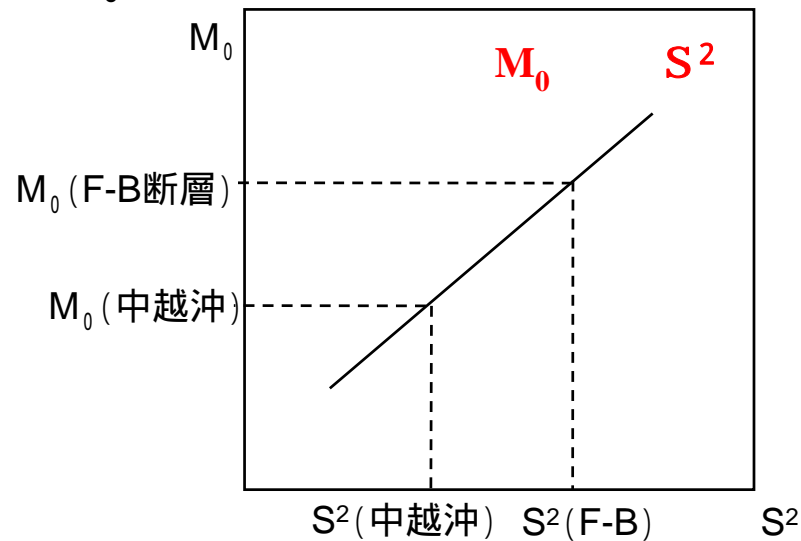
中越沖地震及びF-B断層の面積は以下とする。

$$\text{中越沖地震の断層面積} : 27\text{km} \times 20\text{km} = 540\text{km}^2$$

$$\text{F-B断層の断層面積} : 36\text{km} \times 20\text{km} = 720\text{km}^2$$

## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

（ $M_0$ と $S$ のスケーリング（断層幅飽和の場合））  $\text{Log}M_0$ （武村（1998））



$$\frac{M_0(\text{F-B断層})}{M_0(\text{中越沖})} = \left\{ \frac{S(\text{F-B断層})}{S(\text{中越沖})} \right\}^2$$

$$\Delta M_j = \left( \frac{1}{1.2} \right) \left\{ \text{Log} \left( \frac{M_0(\text{F-B断層})}{M_0(\text{中越沖})} \right) \right\}$$

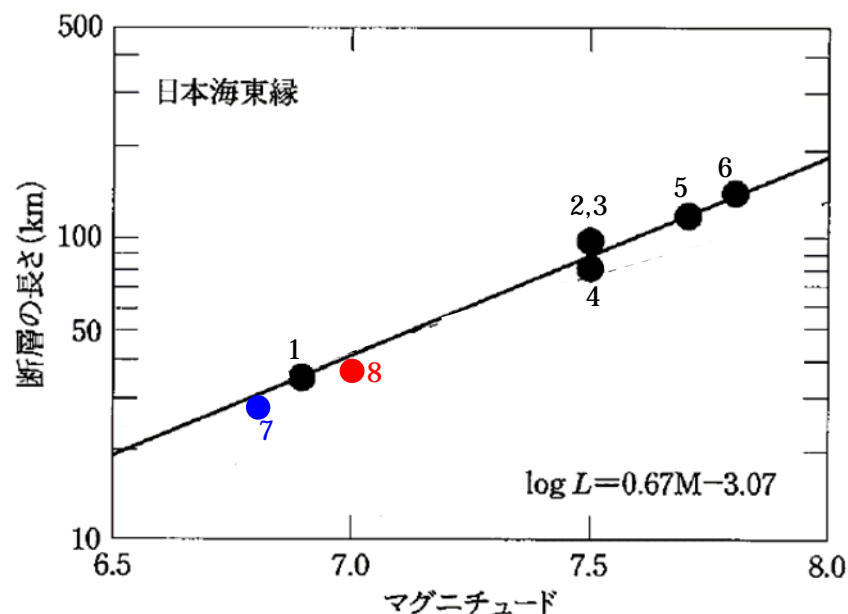
$$\Delta M_j = \left( \frac{2}{1.2} \right) \left\{ \text{Log} \left( \frac{S(\text{F-B断層})}{S(\text{中越沖})} \right) \right\} = 0.2$$

36Kmに対する  
 $M_j = 6.8 + 0.2 = 7.0$

## 2 - 3 . F - B 断層の地震動評価（地震諸元の根拠）

「日本海東縁の活断層と地震テクトニクス」（大竹・他2002）に示される、 $M_j$ と断層長さの関係に着目した。

中越沖地震の周辺で発生した地震のマグニチュード $M_j$ と断層長さの関係には相関性が認められ、中越沖地震の「断層長さ27km：マグニチュード $M_j$ 6.8」は、既往地震の傾向とよく整合している。



No	地震	M	L(km)	出典
1	1828年越後三条地震	6.9	約35	宇佐美(1996)
2	1833年庄内沖地震	7.5	100	相田(1989)
3	1940年積丹半島沖地震	7.5	100	Satake(1986)
4	1964年新潟地震	7.5	80	Abe(1975)
5	1983年日本海中部地震	7.7	120	Sato(1985)
6	1993年北海道南西沖地震	7.8	139	Tanioka et al. (1995)
7	2007年新潟県中越沖地震	6.8	27	各機関公表値
8	F-B断層による地震	7.0	36	今回の設定値

図 12.4 日本海東縁に発生した地震の規模  $M$  と断層長  $L$  (km) の関係

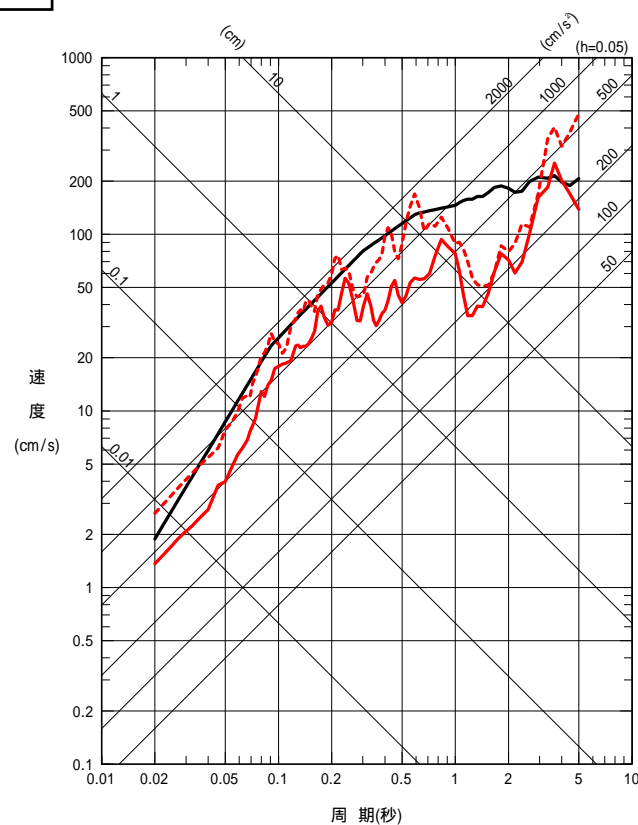
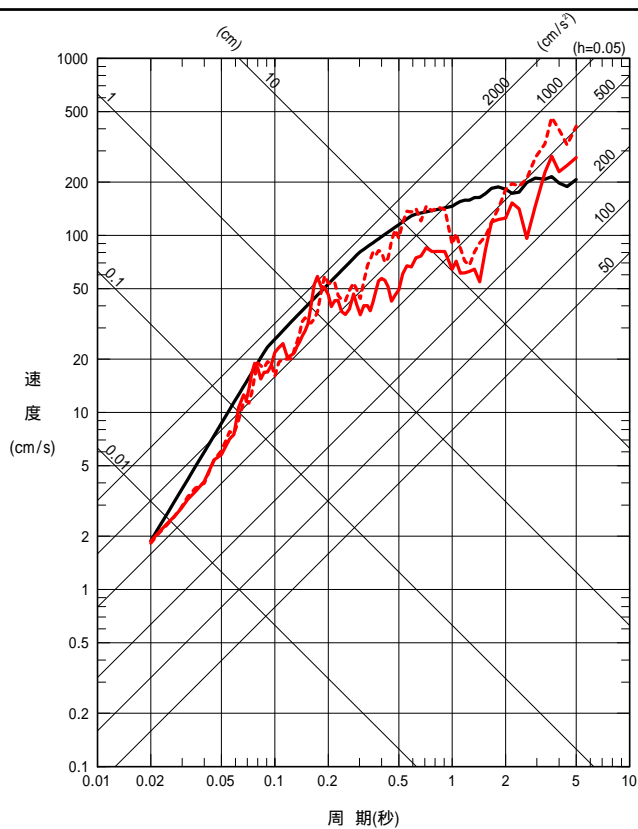
「日本海東縁の活断層と地震テクトニクス」p.182 図12.4に加筆・修正

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（長岡平野西縁断層帯）

### 長岡平野西縁断層帯による地震の地震動評価（水平方向）

- Ss-3H〔Noda et al. (2002) に基づく〕
- Ss-4NS〔断層モデルに基づく〕
- - - Ss-4EW〔断層モデルに基づく〕

5/22原子力安全・保安院報告



荒浜側（1～4号機側）

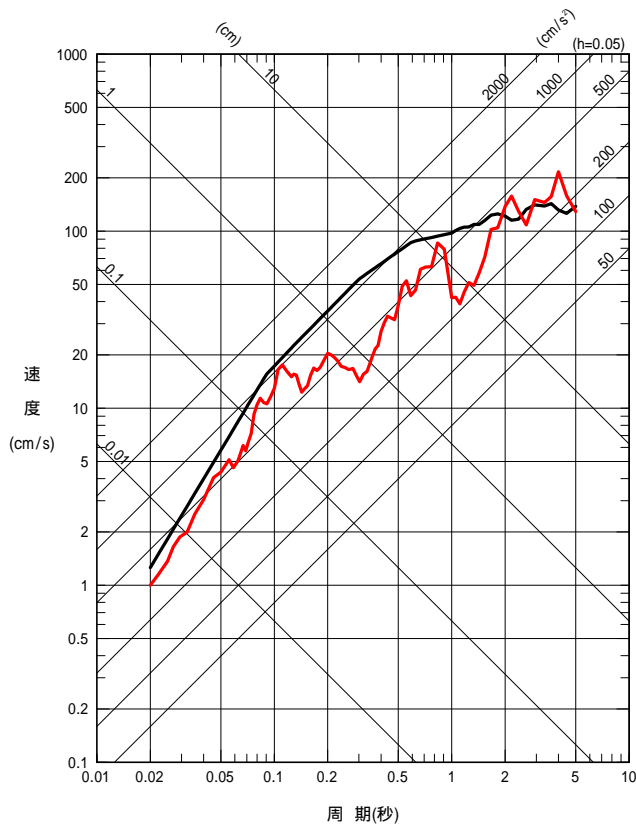
大湊側（5～7号機側）

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（長岡平野西縁断層帯）

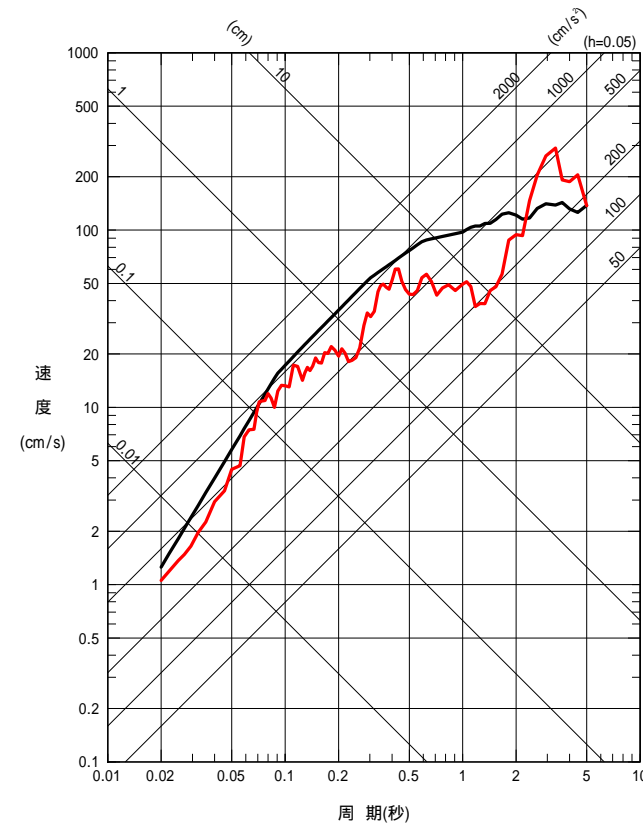
### 長岡平野西縁断層帯による地震の地震動評価（鉛直方向）

— Ss-3V〔Noda et al. (2002) に基づく〕  
— Ss-4UD〔断層モデルに基づく〕

5/22原子力安全・保安院報告



荒浜側（1～4号機側）



大湊側（5～7号機側）

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

### 不確かさを考慮するパラメータ

#### ● 断層長さ

片貝断層単独を基本とし，周辺の断層（気比ノ宮断層，角田・弥彦断層）が一連で活動することを考慮

#### ● 断層傾斜角

地震調査研究推進本部の長期予測による $50^\circ$ を基本とし，不確かさとして $35^\circ$ を考慮

#### ● アスペリティの位置・数

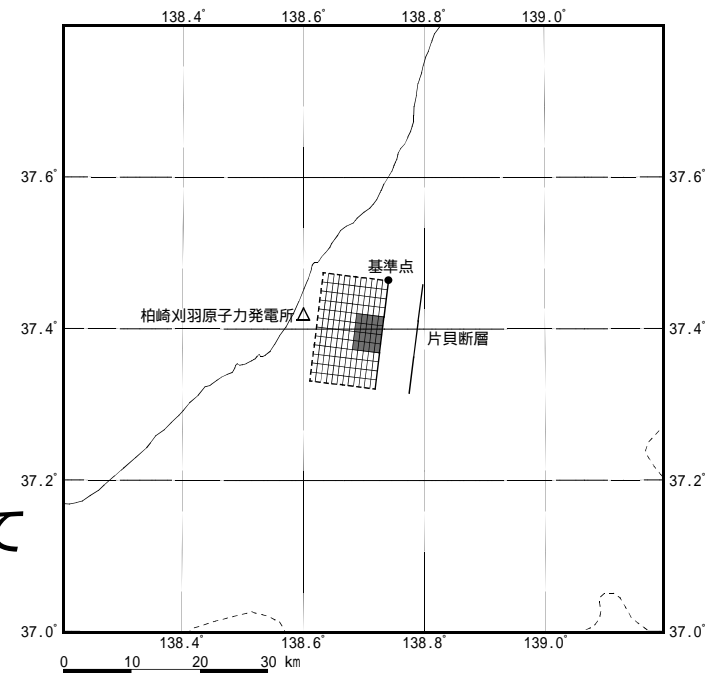
断層中央上端を基本とし，不確かさとして断層中央下端を考慮

#### ● 応力降下量・平均すべり量

強震動予測レシピによる値の1.5倍を考慮

#### ● 破壊開始点

巨視的断層面端部で破壊が敷地に向かうような位置を基本とし，不確かさとしてアスペリティ端部についても同様に考慮



## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

基本震源モデルに対し，各パラメータの影響を個別に把握するための検討ケースを選定。➡ 各ケースの断層モデルは添付図参照

No.	検討ケース	断層長さ L	断層幅 W	断層傾斜角	破壊開始点	アスペリティ 位置	応力降下量
0	(地質調査結果)	16km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ
1	基本震源モデル (スケーリング 考慮)	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ
2	破壊開始点の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	アスペリティ 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ
3	アスペリティ位置の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央下端	強震動予測 レシビ
4	断層傾斜角の 不確かさ考慮	20km	20km	35°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ <sup>(1)</sup>
5	応力降下量の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ × 1.5
6	断層長さの 不確かさ考慮	91km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ

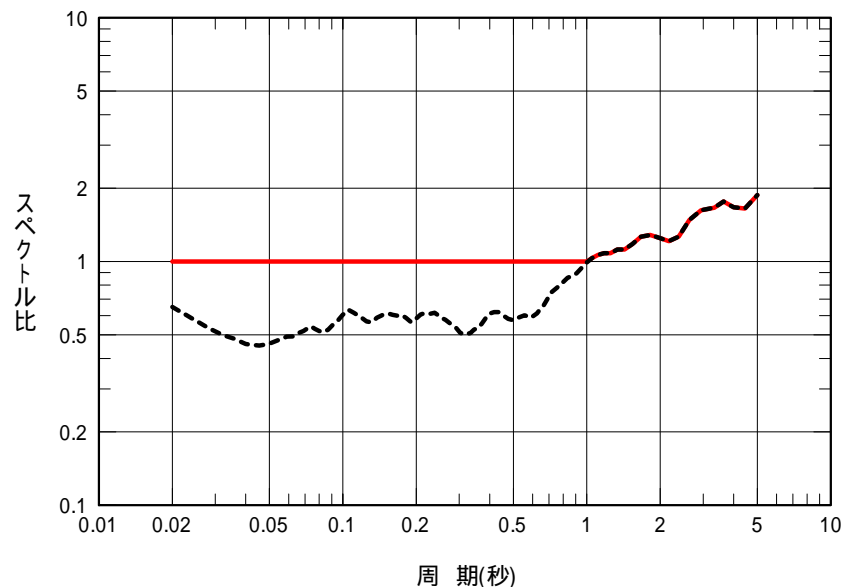
## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

### 応答スペクトルによる地震動評価

#### 水平方向

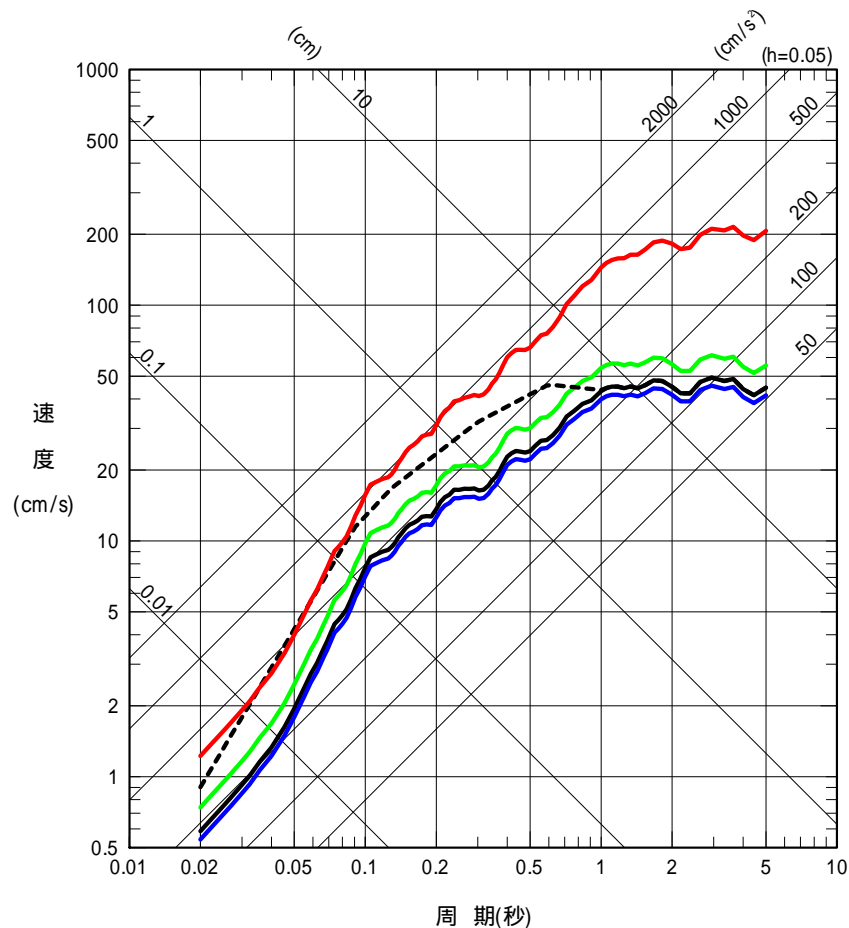
----- 観測記録に基づくサイト補正係数

—— 応答スペクトル比の下限を1とした場合のサイト補正係数  
 応力降下量の不確かさを考慮した場合に相当



観測記録に基づくNoda et al. (2002) による  
 応答スペクトルのサイト補正係数

- No.1: 基本震源モデル(スケーリング考慮)
- No.3: アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
- No.4: 断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
- No.5: 応力降下量の不確かさを考慮したモデル
- No.6: 断層長さの不確かさを考慮したモデル



大湊側(5~7号機): 荒浜側も同様

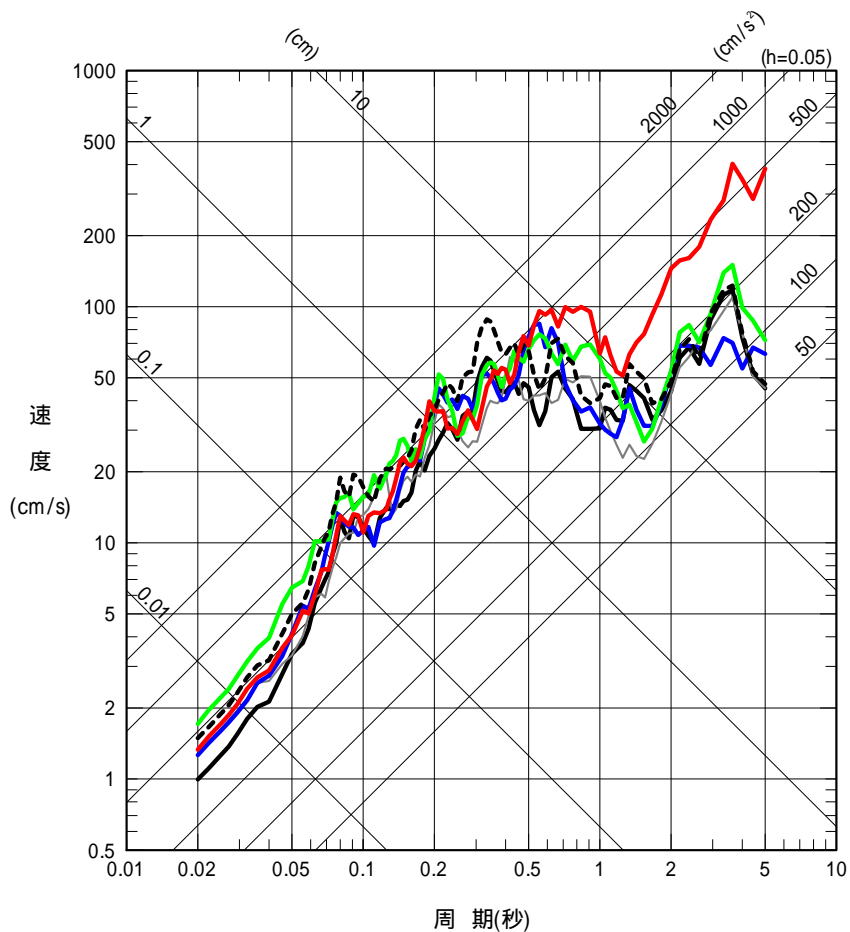


## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

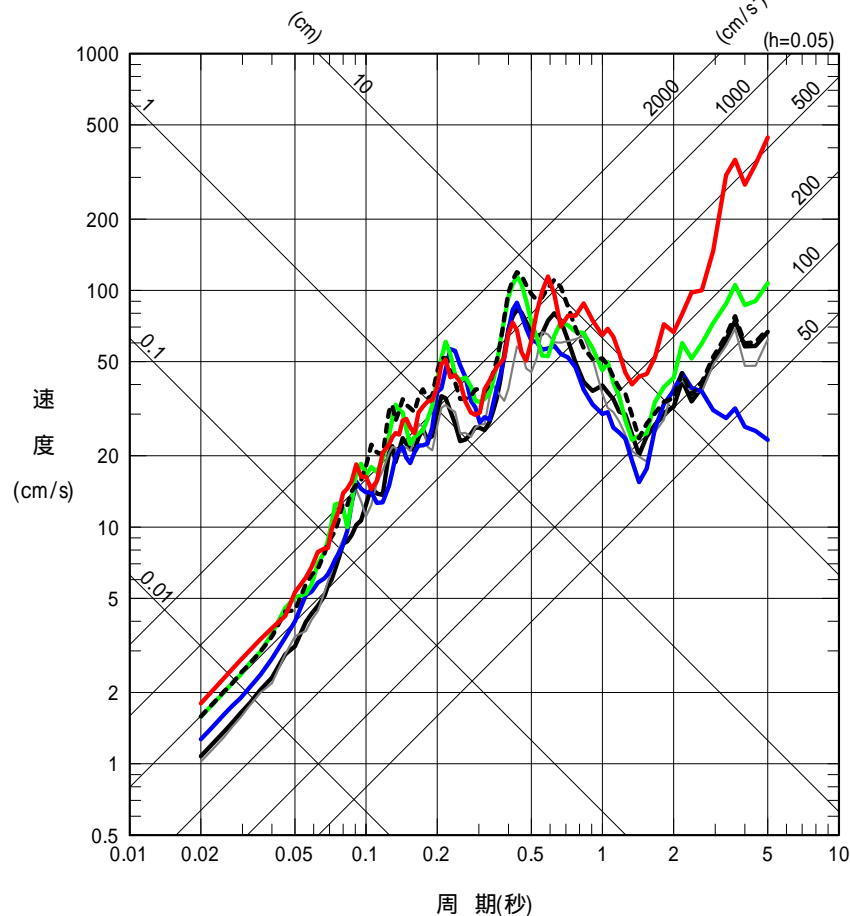
### 断層モデルによる地震動評価

EW方向

- No.1: 基本震源モデル(スケーリング考慮)
- No.2: 破壊開始点の不確かさを考慮したモデル
- No.3: アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
- No.4: 断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
- - - No.5: 応力降下量の不確かさを考慮したモデル
- No.6: 断層長さの不確かさを考慮したモデル



荒浜側(1~4号機)



大湊側(5~7号機)

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

より安全側の評価として、影響度の大きな断層長さ及び応力降下量の不確かさを同時に考慮した地震動評価を実施。

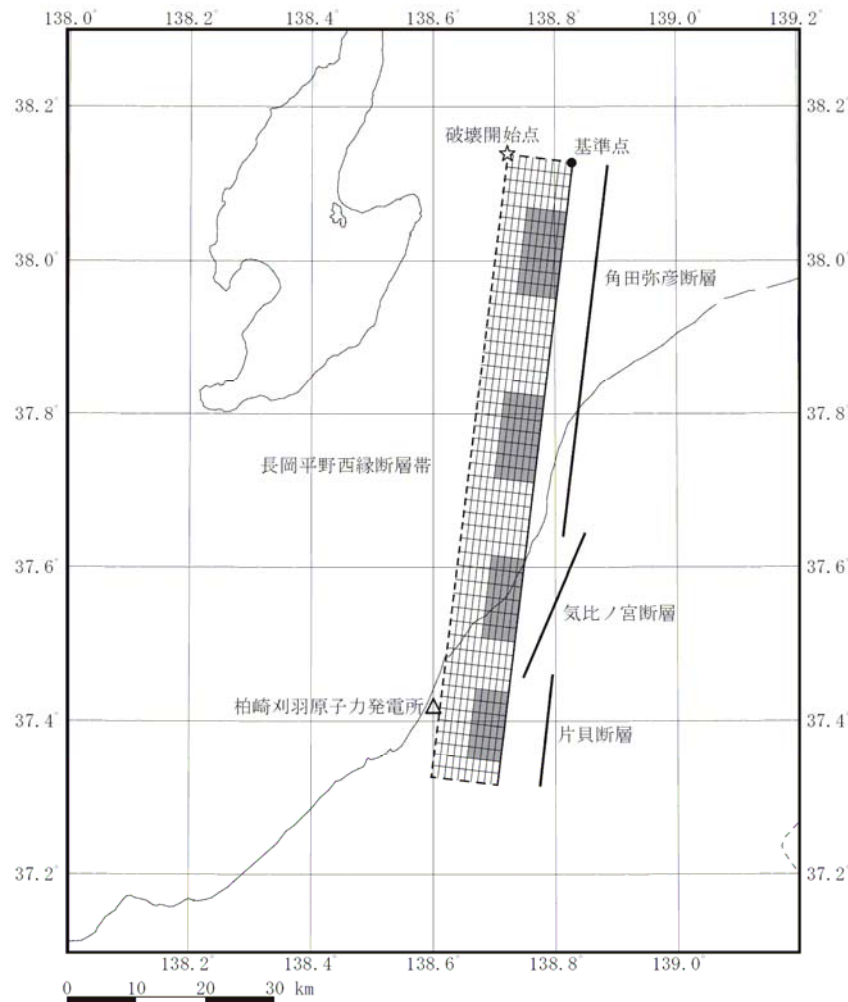
↳ No.7：基準地震動Ss-3，Ss-4に対応する検討ケース

また，原子力安全・保安院の合同WGにおける審議を踏まえ，断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した地震動評価についても実施中。

No.	検討ケース	断層長さ L	断層幅 W	断層傾斜角	破壊開始点	アスペリティ 位置	応力降下量
7	断層長さ及び 応力降下量の 不確かさ考慮	91km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ × 1.5
8	断層長さ及び 断層傾斜角の 不確かさ考慮	91km	20km	35°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ

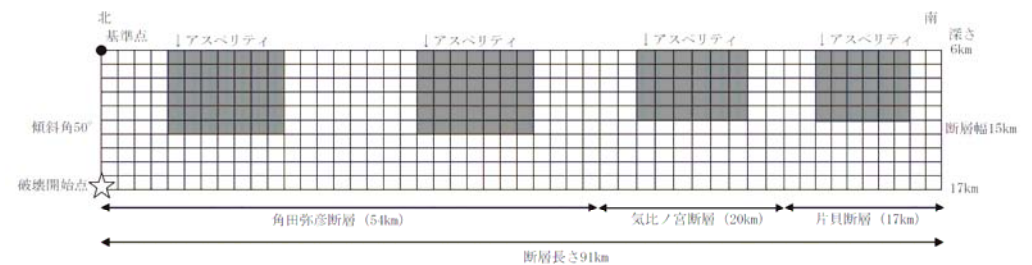
## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（長岡平野西縁断層帯）

### 長岡平野西縁断層帯の断層モデル（NO.7のケース）



平面図

（主な諸元）  
 断層長さ：91km  
 断層幅：15km  
 傾斜角：50°（西傾斜）  
 アスペリティ：4個



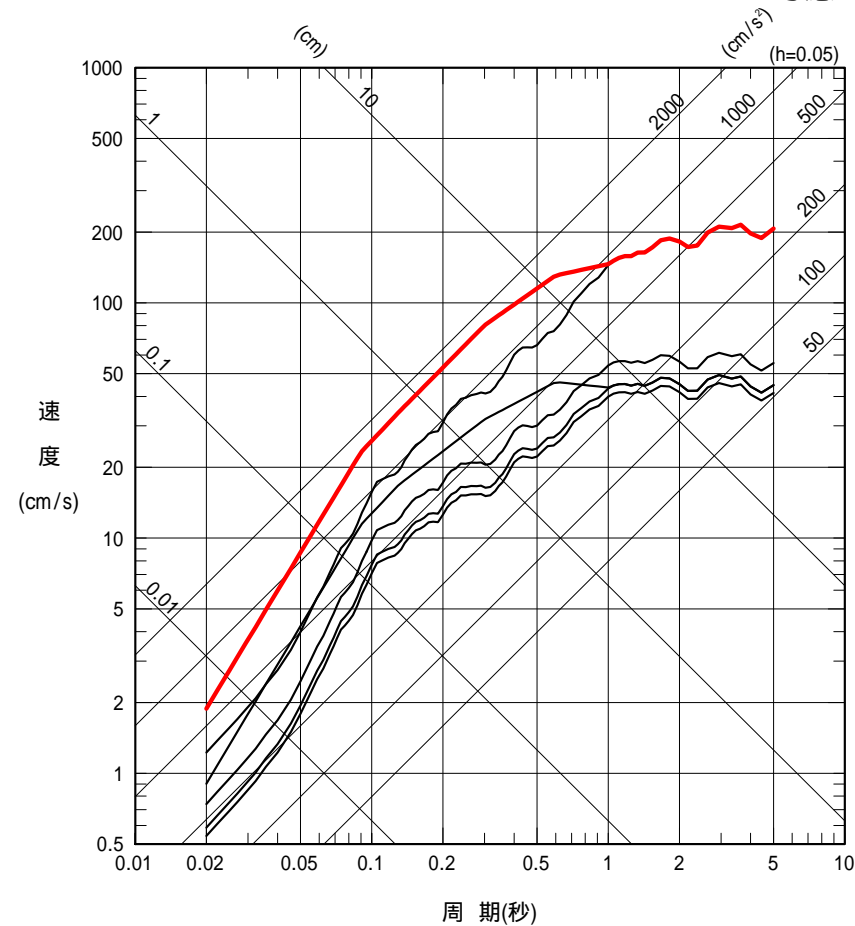
断面図

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

### 応答スペクトルによる地震動評価

水平方向

- No.1 ~ No.6: 表2に示す各検討ケース
- No.7: 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル(Ss-3)

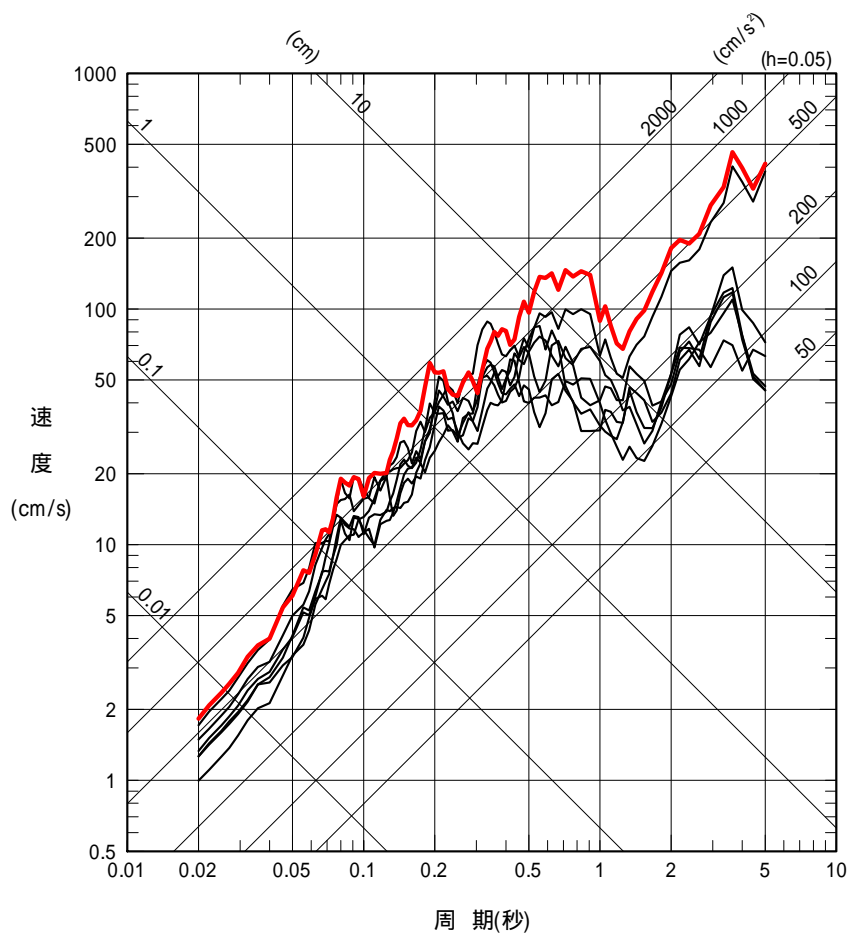


荒浜側・大湊側共通

## 2 - 4 . 片貝断層の地震動評価（不確かさの考慮）

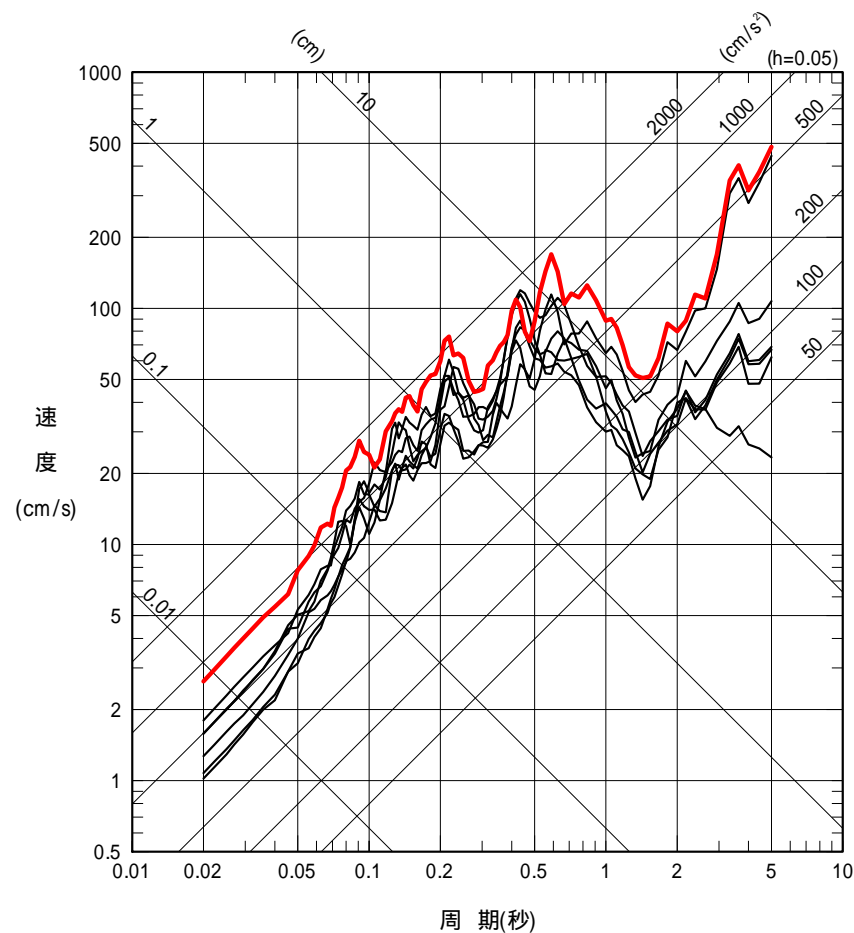
### 断層モデルによる地震動評価

EW方向



荒浜側（1～4号機側）

— No.1～No.6:表2に示す各検討ケース  
 — No.7:断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル(Ss-4EW)

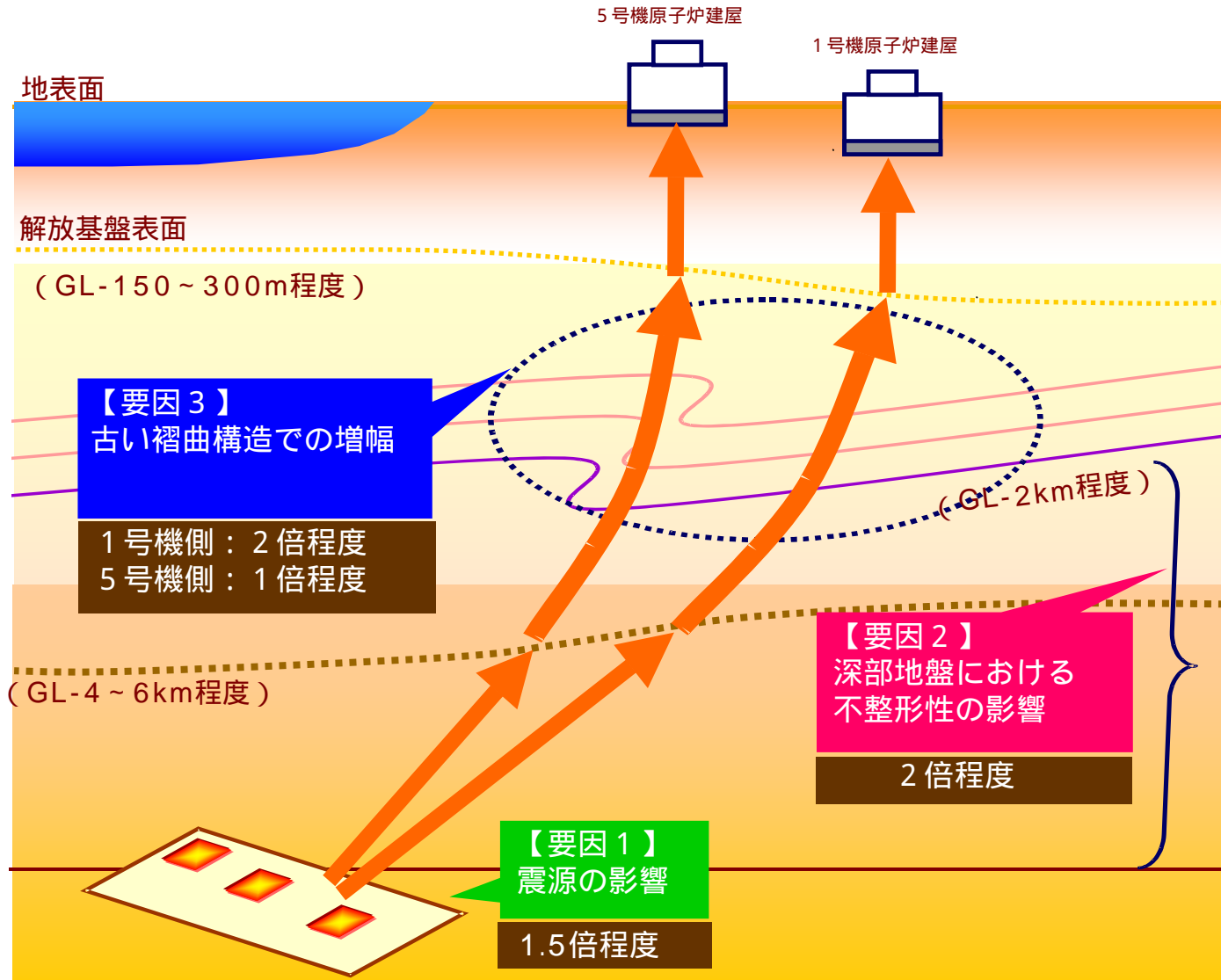


大湊側（5～7号機側）

---

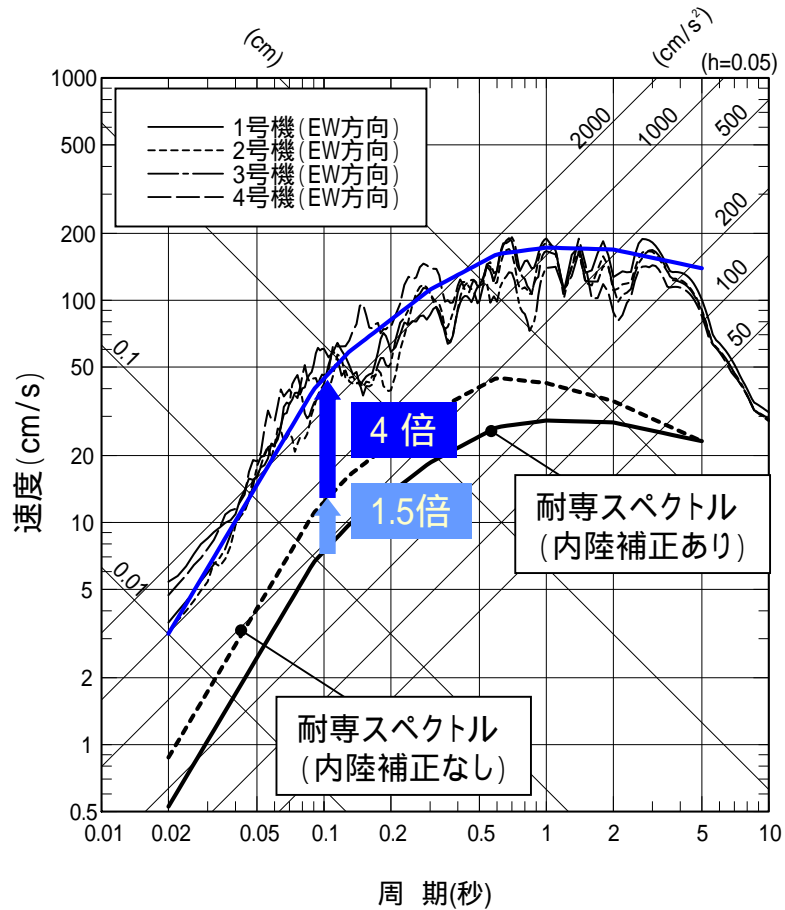
参考．中越沖地震の地震動が大きかった要因分析

# 1 . 大振幅の地震動の発生要因の推定 (概要図)

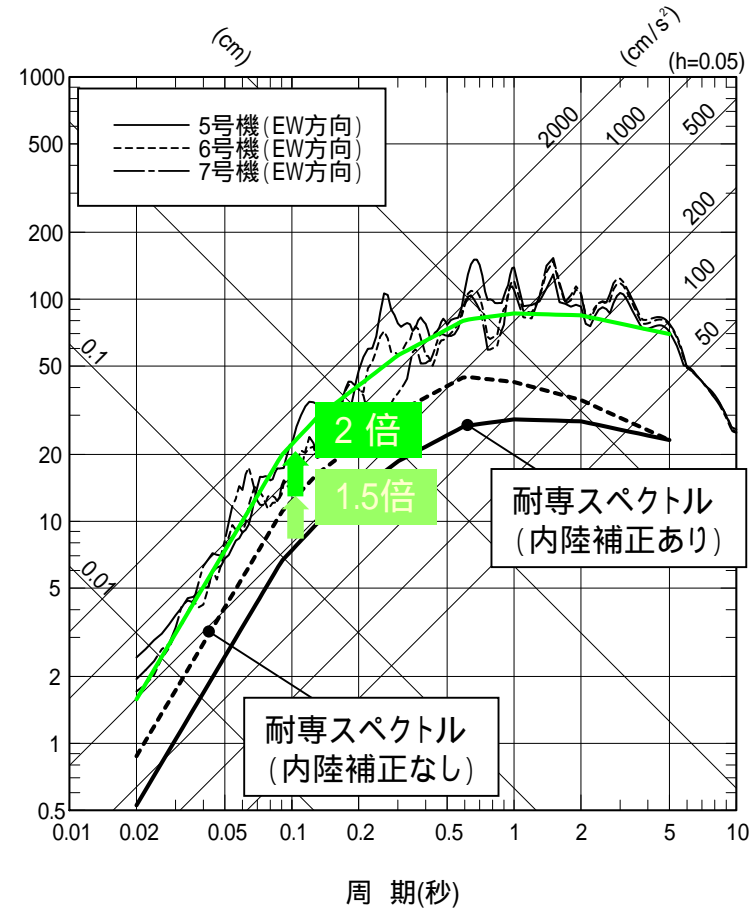


## 2 . 敷地内の観測記録に基づく検討

### 解放基盤表面における推定波の応答スペクトル (EW方向)



1号機側



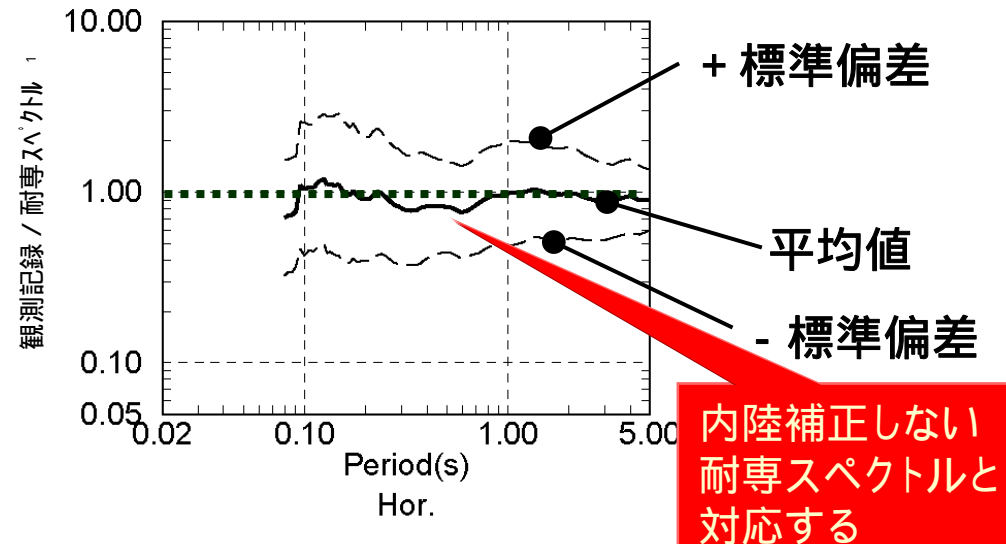
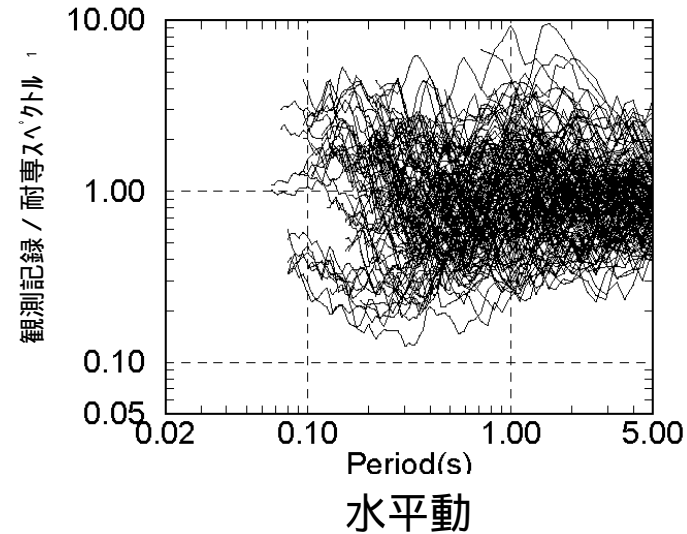
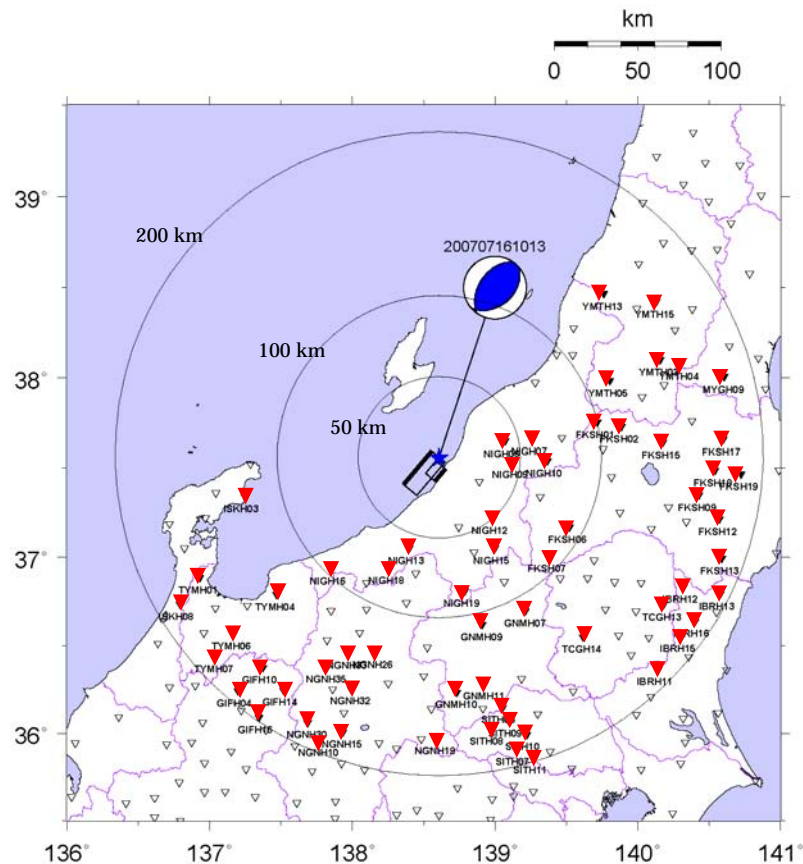
5号機側



## 2. 敷地内の観測記録に基づく検討

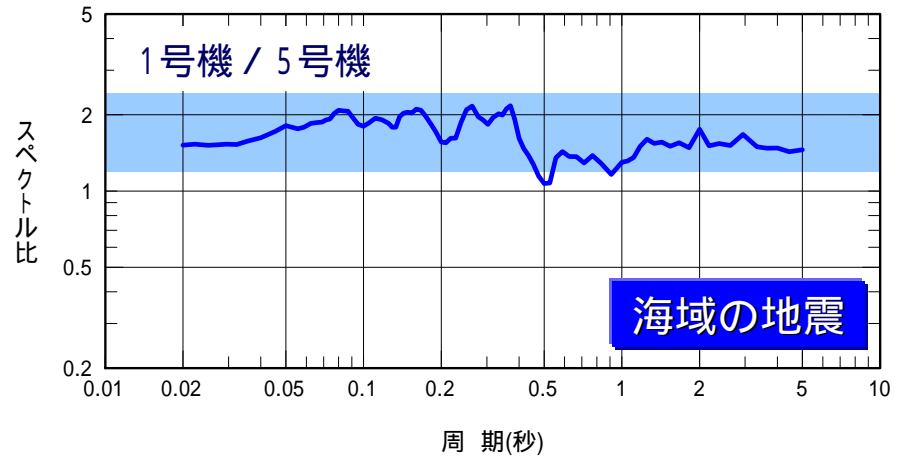
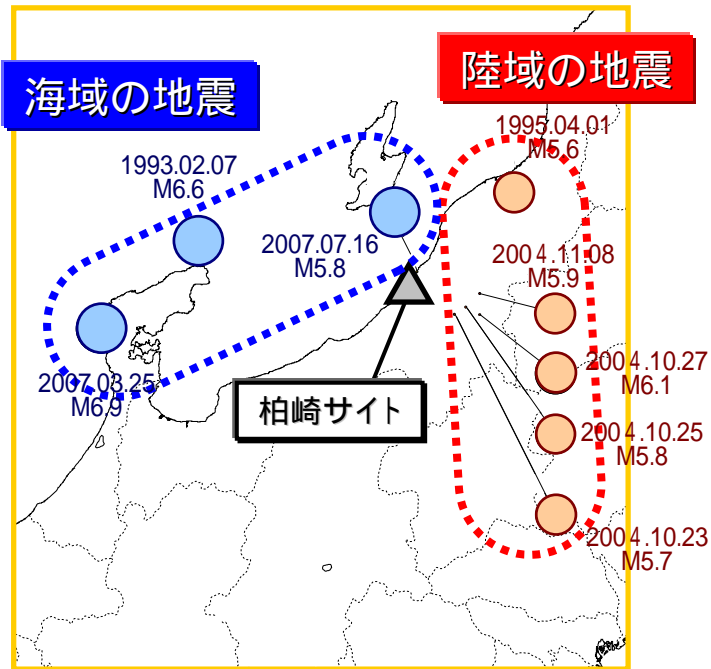
### 水平動の残差（観測記録 / 耐専スペクトル【内陸補正なし】）

K-NET及びKiK-net地点の観測記録と耐専スペクトルとの比を比較

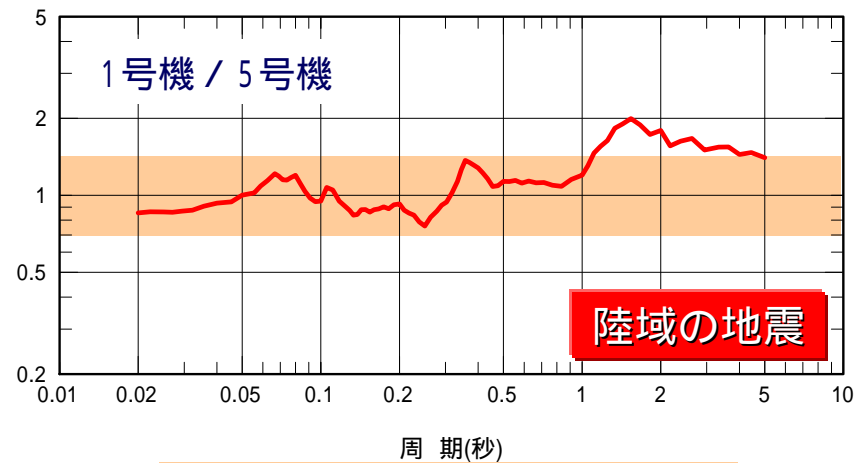


## 2 . 敷地内の観測記録に基づく検討

到来方向の違いによる  
増幅特性の検討



1号機平均 / 5号機平均 = 2倍程度

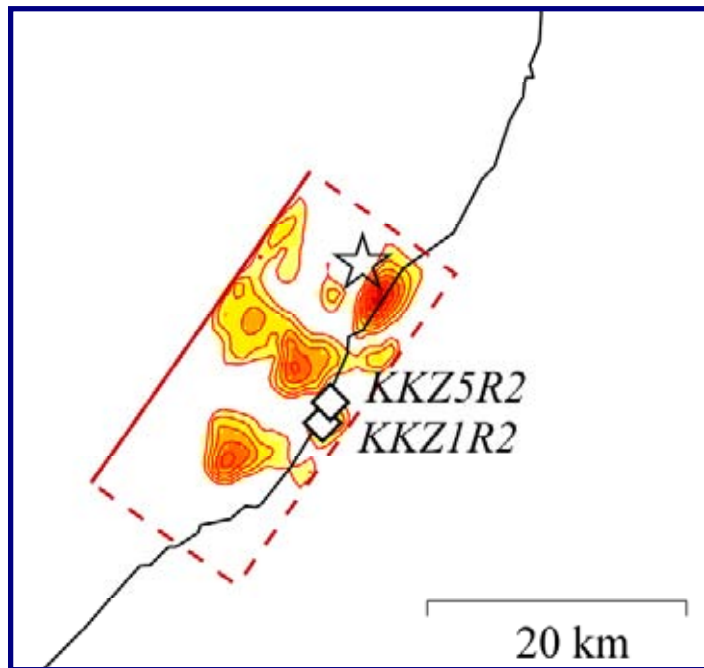


1号機 5号機

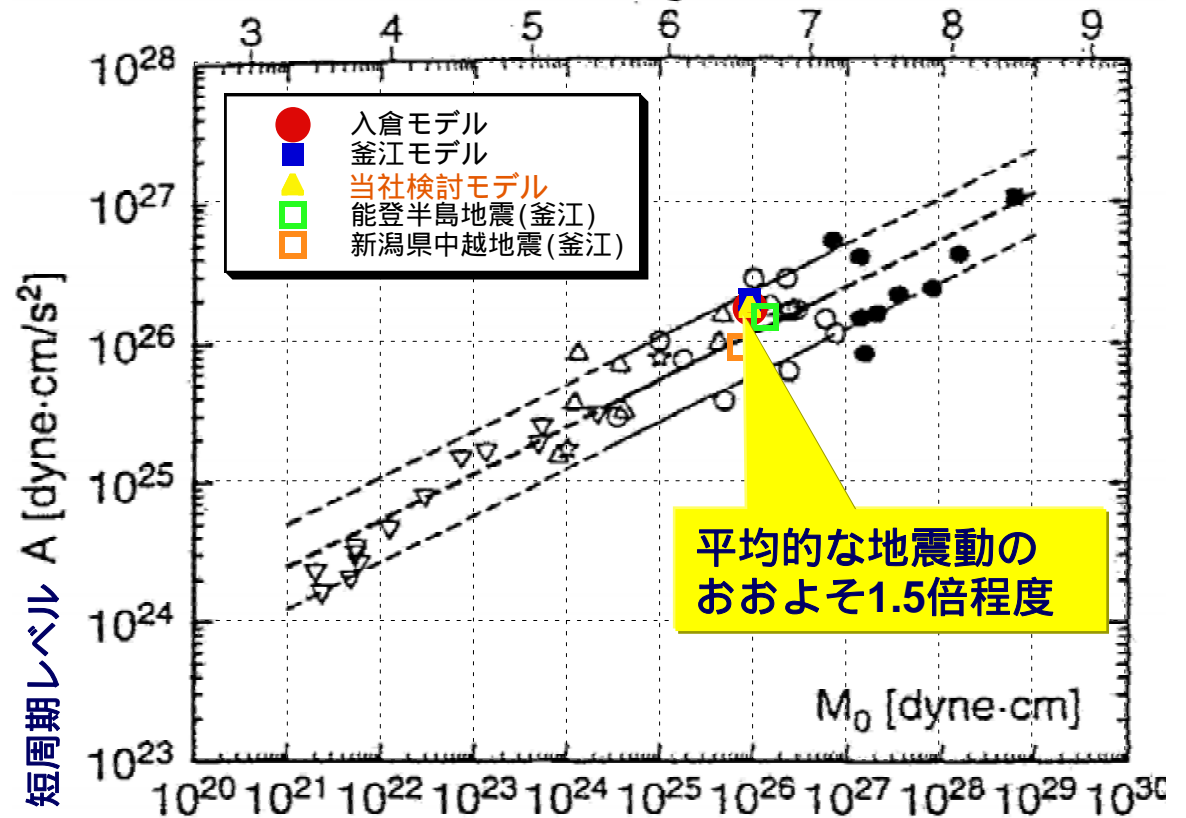
### 3. 解析手法を用いた検討

#### 震源インバージョンに基づく検討

推定された地震モーメント分布



平均的な地震と比較して  
短周期レベルが大きい



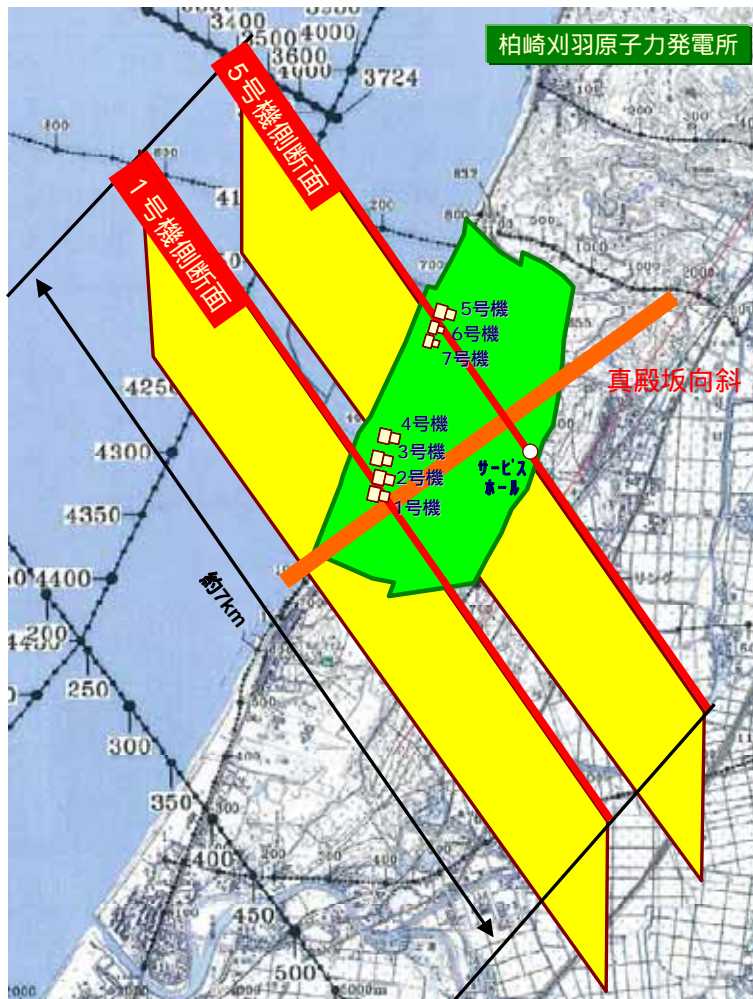
平均的な地震動の  
おおよそ1.5倍程度

地震モーメント (地震の規模)

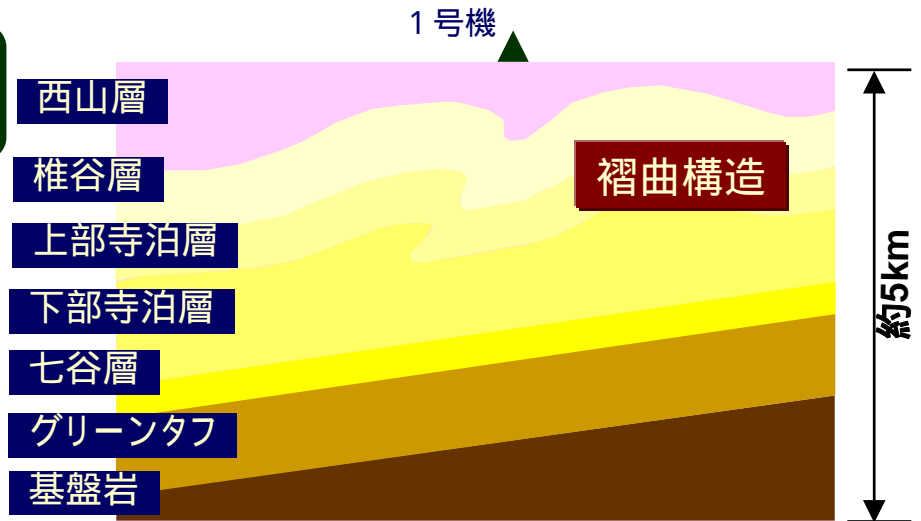
壇・他(2001)に加筆

### 3 . 解析手法を用いた検討

敷地下にある褶曲構造を考慮した  
2次元不整形モデルによる解析検討



地盤モデルのイメージ図



1号機断面

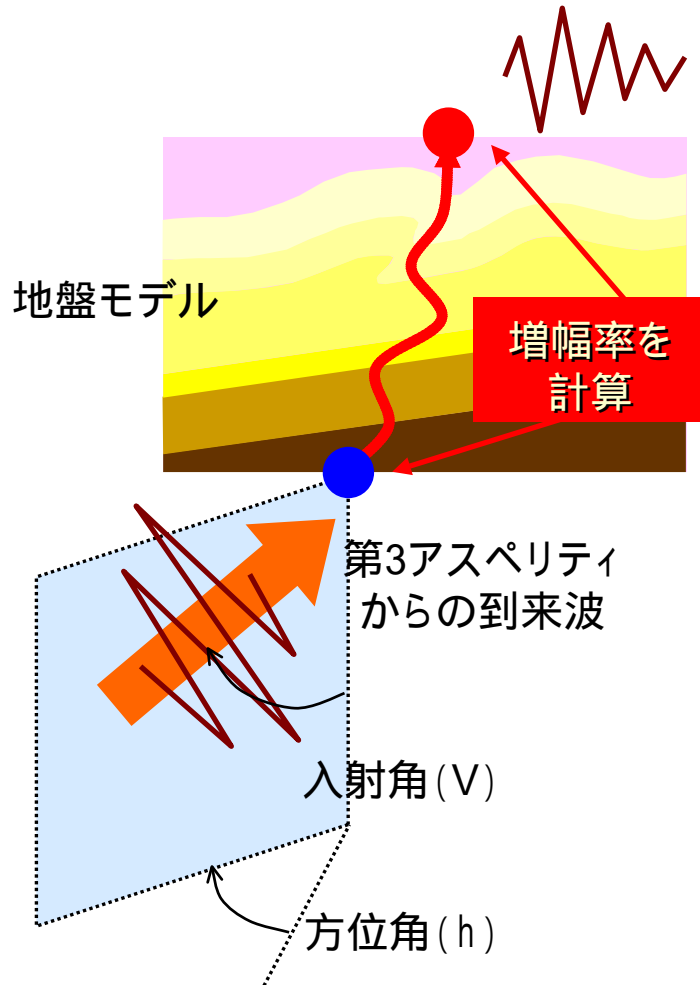
約7km



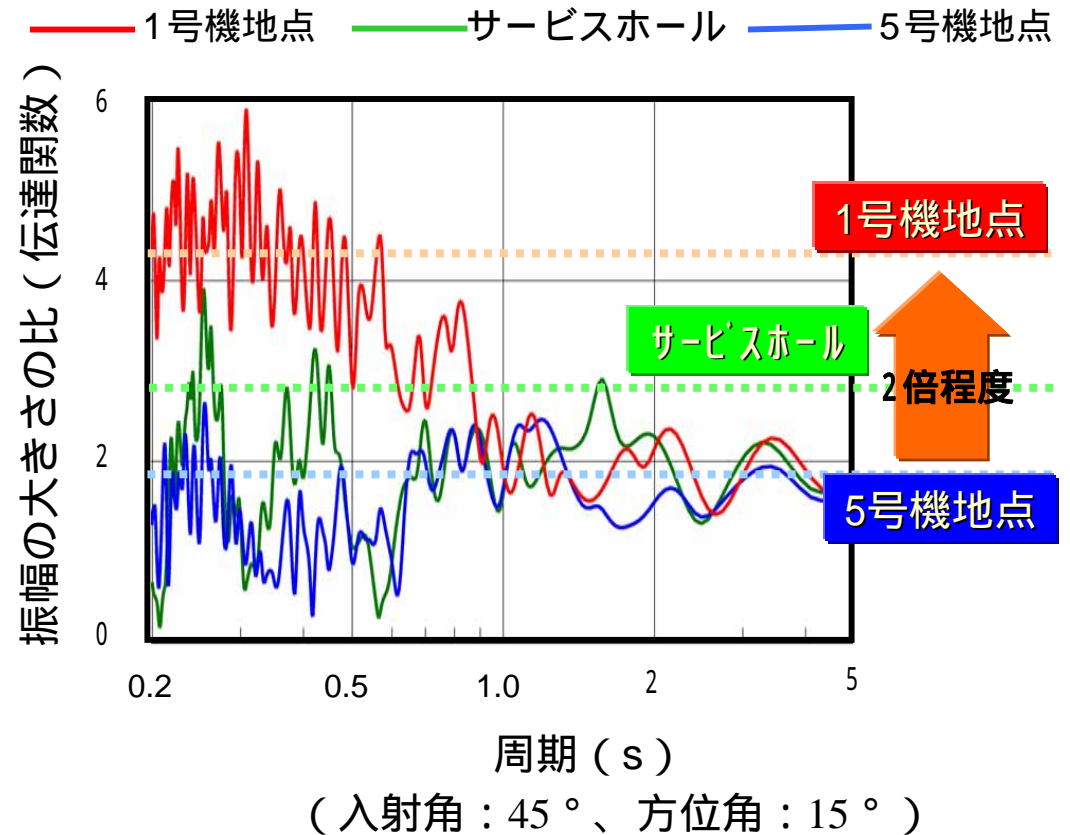
5号機断面

### 3 . 解析手法を用いた検討

敷地下にある褶曲構造を考慮した  
2次元不整形モデルによる解析検討



第3アスペリティから到来した地震波を地盤モデル底部に入力し、モデル上端に到達したときの増幅率を比較



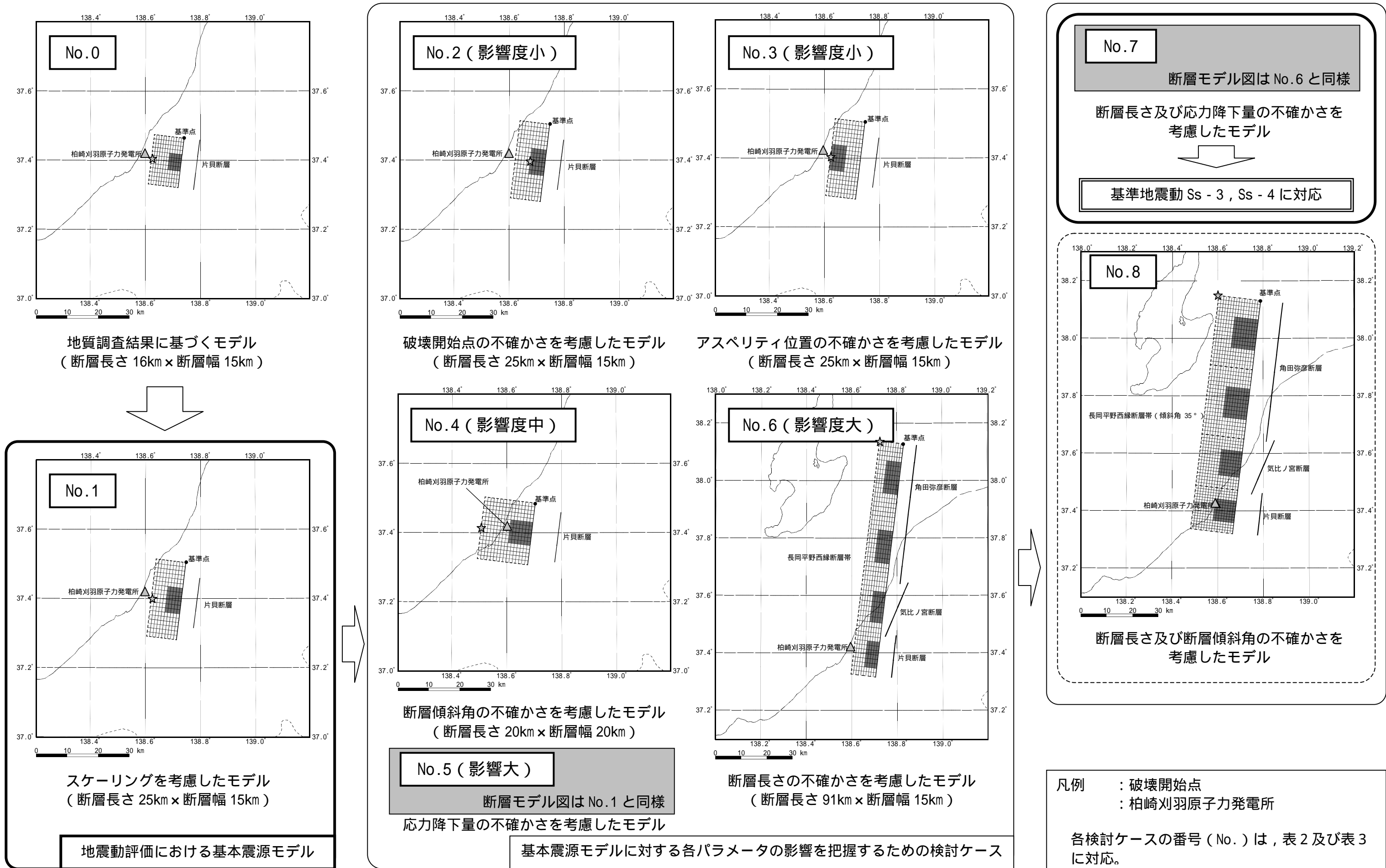


図 1 片貝断層による地震の不確かさの考慮に関する各検討ケースの断層モデル