

# 新耐震指針に照らした耐震安全性評価 のうち活断層評価について (起震断層の評価)

平成20年6月23日

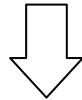
日本原子力発電株式会社  
関西電力株式会社  
独立行政法人 日本原子力研究開発機構

# 断層評価の流れについて

## ①活動セグメント

← 固有地震を繰り返し発生させる最小単位

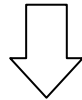
吉岡ほか(2005)の活動セグメント区分の考え方を踏まえ、調査データに基づき区分



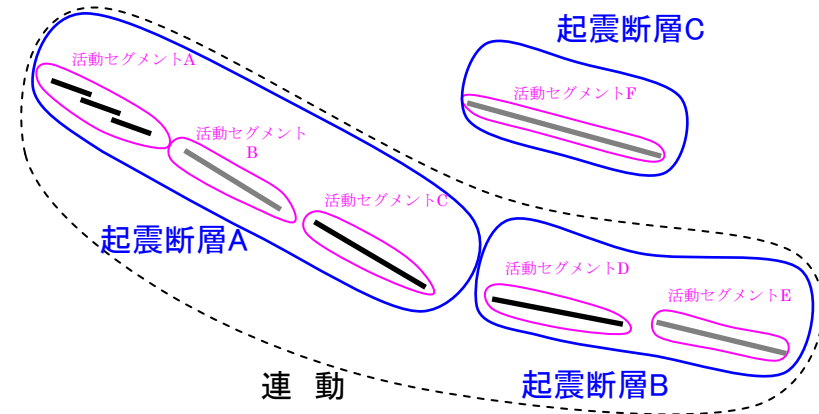
## ②起震断層

← 活動セグメントがまとまって1つの地震を発生させる可能性の高いグループ

近接して分布する活動セグメントの関連性に着目し評価



基準地震動( $S_s$ )策定

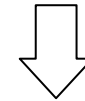


活動セグメント、起震断層及び連動の概念

## 断層の連動

← 起震断層の範囲を越えて隣接する断層への破壊の乗り移りを想定

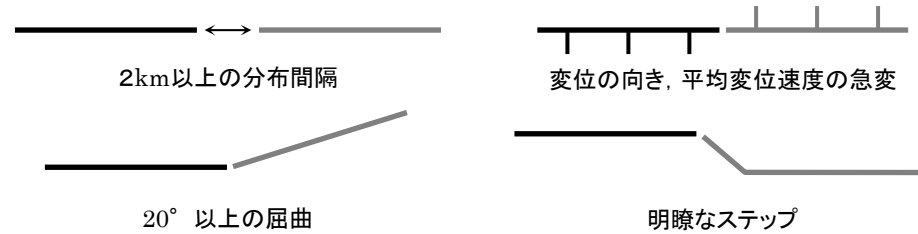
力学的相互作用に着目し検討



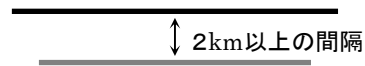
念のため施設への影響を検討

# 吉岡ほか(2005)による活動セグメント

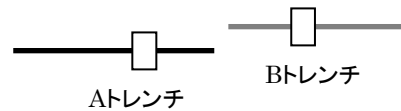
① ほぼ一線に並ぶ2つの断層間に以下のような不連続が見られる場合



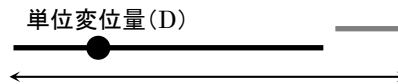
② 並走する断層間に, 走向と直交する方向に2km以上の間隔がある場合



③ 2地点で異なる活動履歴が得られた場合

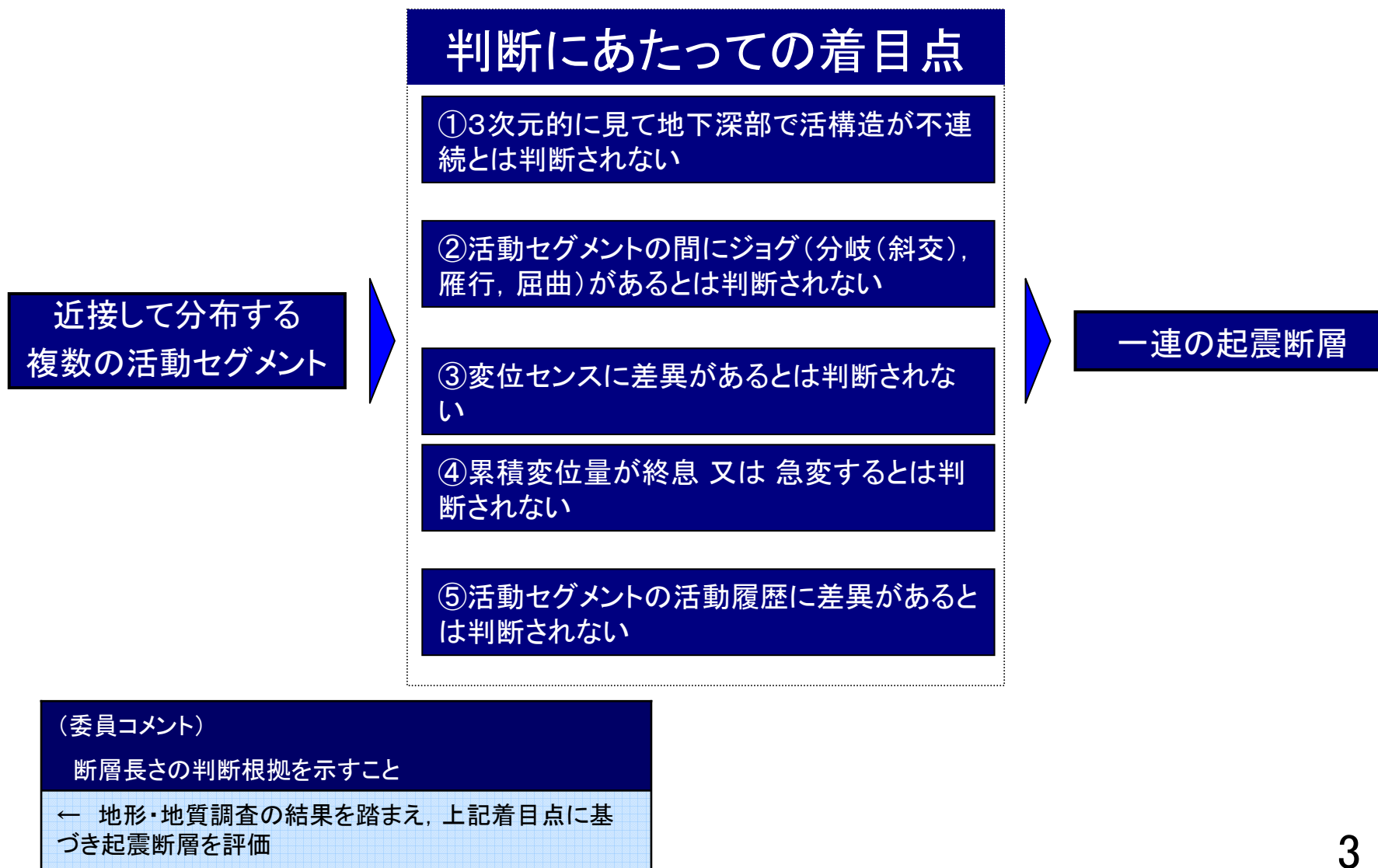


④ 断層の長さがある地点の単位変位量の2万倍を超えた場合

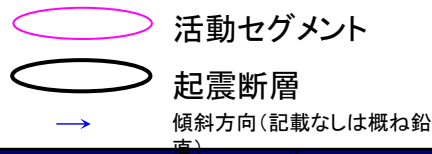


吉岡ほか(2005)による活動セグメントの区分基準の模式図  
黒線と灰色線を別個の活動セグメントに区分する。

## 地形・地質調査結果に基づく起震断層の評価の考え方



# 活動セグメント及び起震断層の評価



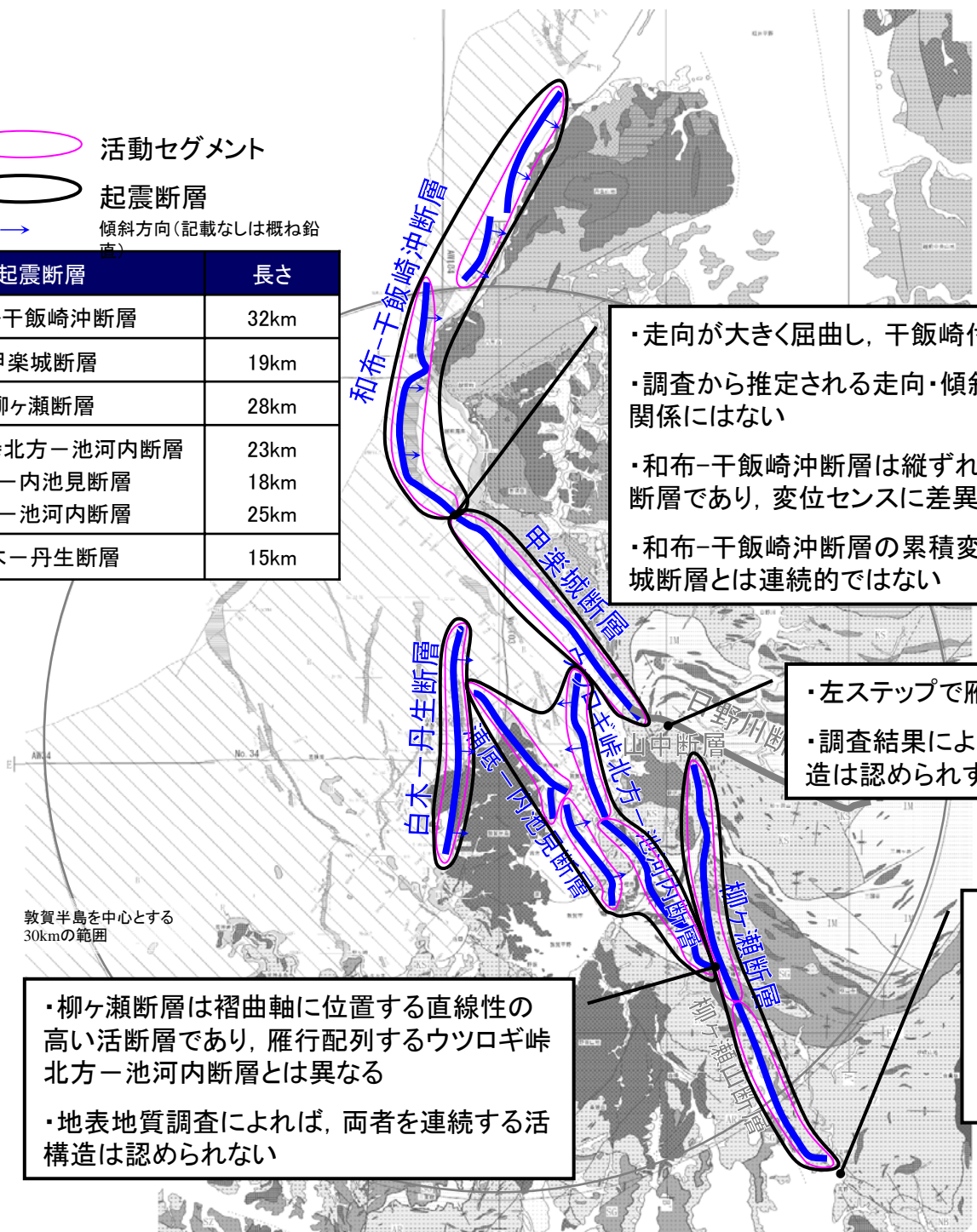
起震断層	長さ
和布-干飯崎冲断層	32km
甲楽城断層	19km
柳ヶ瀬断層	28km
ウツロギ峠北方-池河内断層	23km
浦底-内池見断層	18km
浦底-池河内断層	25km
白木-丹生断層	15km

- ・走向が大きく屈曲し、干飯崎付近では断層の分岐も認められる
- ・調査から推定される走向・傾斜によれば、断層は地下で収斂する関係にはない
- ・和布-干飯崎冲断層は縦ずれ卓越、甲楽城断層は横ずれ卓越の断層であり、変位センスに差異が見られる
- ・和布-干飯崎冲断層の累積変位量は干飯崎付近で終息し、甲楽城断層とは連続的ではない

- ・左ステップで雁行
- ・調査結果によれば、両者を連続する活構造は認められず、5km程度の離隔あり

- ・断層は分岐しており、南方の鍛冶屋断層とは走向が大きく異なっている
- ・反射法地震探査結果によれば、両者を連続する明瞭な活構造は推定されない

- ・柳ヶ瀬断層は褶曲軸に位置する直線性の高い活断層であり、雁行配列するウツロギ峠北方-池河内断層とは異なる
- ・地表地質調査によれば、両者を連続する活構造は認められない



# 断層性状一覽

(委員コメント) 断層長さ, 傾斜角, 累積変位量, 変位センスを示すこと

← 下表の通り

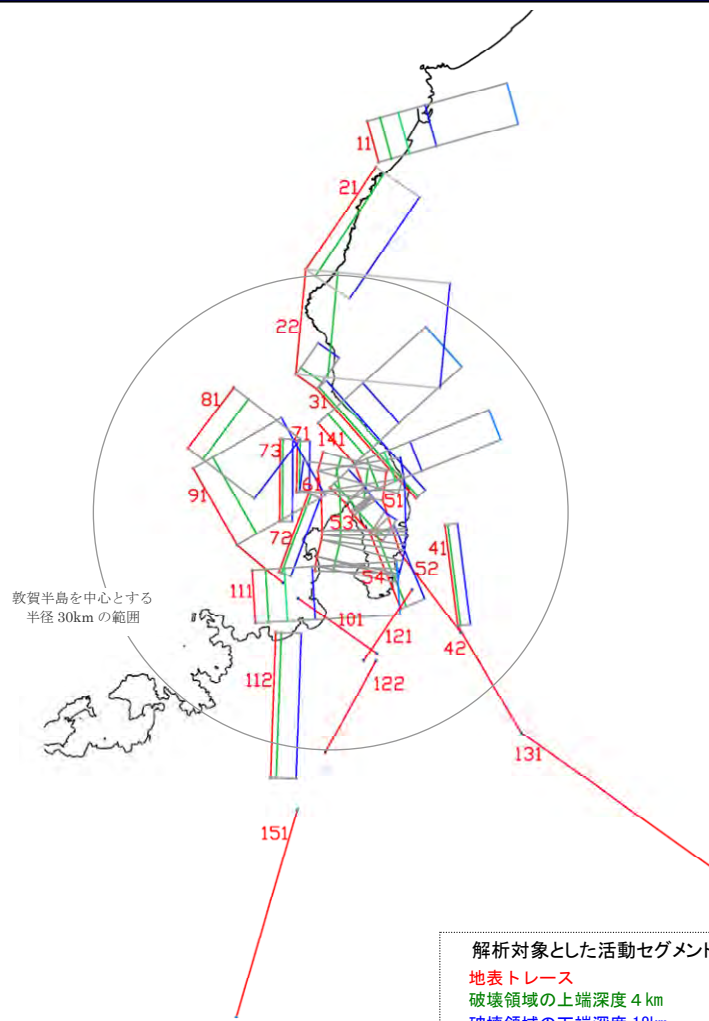
起震断層	長さ	走向	傾斜角(平均)	累積変位量	最新活動時期	変位センス
和布一干飯崎沖断層	32km	N-S~ NE-SW	約55° E	海域(C層上面) 約20m~約125m	完新世	東側隆起の逆断層
甲楽城断層	19km	NW-SE	約90°	海域(C層上面) 約10m~約90m	完新世	左横ずれ断層 (東側隆起を含む)
柳ヶ瀬断層	28km	NNW -SSE	約90°	陸域(尾根・河 谷) 約20m~約200m	1,200年代後半 ~1,400年代初頭	左横ずれ断層
ウツロギ峠北方 一池河内断層	23km	NW-SE	浦底: 約80° E ウツロギ峠北方: 約65° W ウツロギ峠・池河内: 概ね鉛直 田結・内池見: 約80° E	海域(C層上面) 浦底: 約10m~約60m F-41~F-41b: 約15m ウツロギ峠北方: 約40m~65m以上	浦底: 約4,000年前以降 ウツロギ峠北方: 完新世 ウツロギ峠・池河内: 約5,000年前以降 田結・内池見: 約7,300年前 ~約2.9万年前	浦底: 左横ずれ断層 (東側隆起を含む) ウツロギ峠北方: 西側隆起の逆断層 (左横ずれを含む) ウツロギ峠・池河内: 左横ずれ断層 田結・内池見: 東側隆起の逆断層
浦底一内池見断層	18km		陸域(尾根・河 谷) ウツロギ峠・池河 内: 約25m~約75m			
浦底一池河内断層	25km					
白木一丹生断層	15km	N-S	約60° E	海域(C層上面) 約20m	約9,000年前以降	東側隆起の逆断層

## 活動セグメント間の力学的相互作用を考慮した連動検討

- 起震断層の評価は、地形・地質調査結果を踏まえて判断
- ただし、断層が近接して分布している場合、起震断層の範囲を越えて断層破壊の乗り移りが生じる可能性を完全には否定出来ない



連動の可能性について、活断層の幾何学的配列状況と断層間の力学的相互作用に着目して検討



活動セグメントのモデル化

活動セグメント	セグメント番号	セグメント長さ	傾斜角* (°)	走向 (°)	活動度
F-233断層	11	約6km	45~90	345	B級
和布-千飯崎冲断層北部Sg	21	約16km	70	34	A級
和布-千飯崎冲断層南部Sg	22	約17km	45 75	5 305	A級
甲斐城Sg	31	約19km	85	318	A級
柳ヶ瀬断層北部Sg	41	約13km	85	353	B級
柳ヶ瀬断層南部Sg	42	約16km	90	329	A級
鍛冶屋断層~関ヶ原断層	131	約29km	90	305	B級
ウツロギ峠北方Sg	51	約11km	60 90	187 162	B級
ウツロギ峠-池河内Sg	52	約13km	90	323	B級
浦底Sg	53	約10km	80 80 80 80 80	317 327 322 325 317 302	B級
田結-内池見Sg	54	約10km	80	337	B級
大陸棚外縁Sg	81	約10km	60	38	B級
BSg	91	約19km	55 90	330 309	B級
野坂Sg	101	約12km	90	305	B級
白木-丹生Sg	61	約15km	60 60 60 60 60 60	16 351 359 1 7 14 12 2	B級
ASg	111	約7km	45~90	357	B級
三方Sg	112	約19km	80	2	B級
花折断層北部	151	約27km	90	16	B級
C断層北東部Sg	71	約7km	85	1	B級
C断層北西部Sg	73	約11km	85	0	B級

活動セグメント毎に地形・地質調査結果に基づき、位置、走向、傾斜角を設定



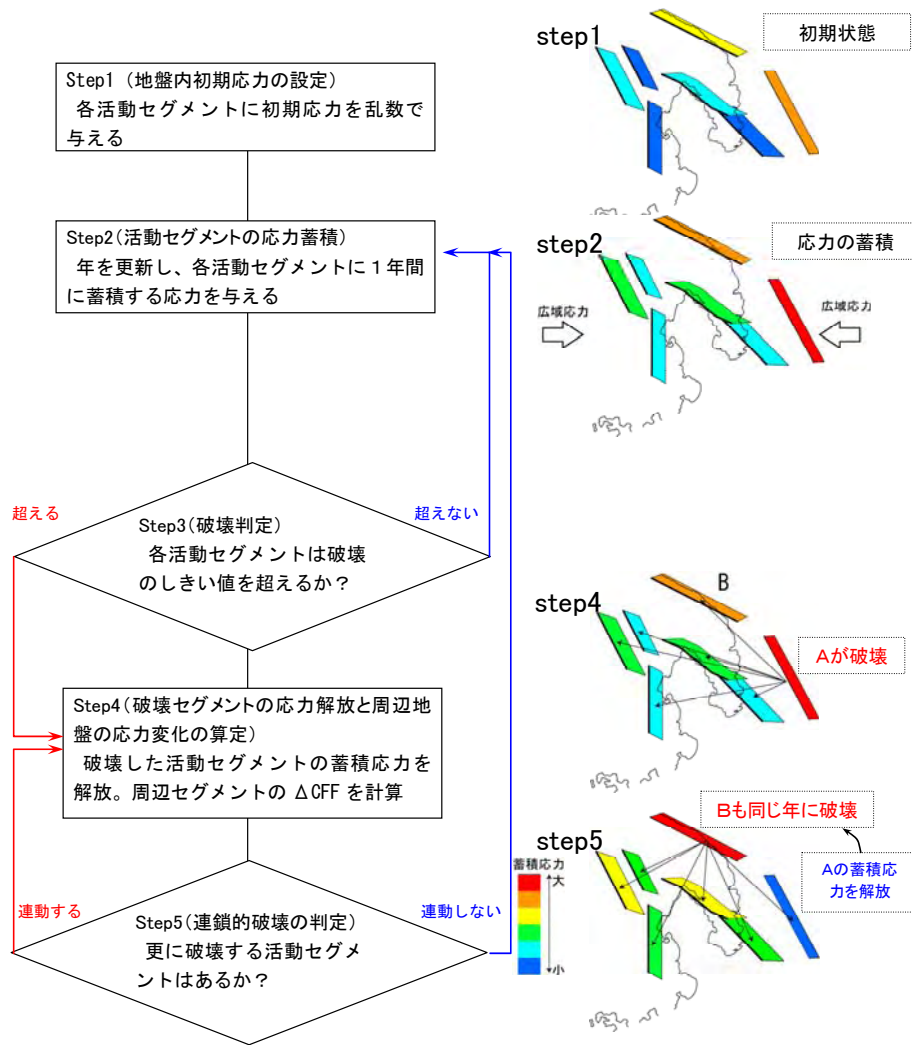
(参考)

活動セグメントの諸元

活動セグメント	セグメント 番号	セグメント 長さ	傾斜角* (°)	走向 (°)	活動度
F-233断層	11	約6km	45~90	345	B級
めら かれいざき 和布一干飯崎冲断層北部Sg	21	約16km	70	34	A級
めら かれいざき 和布一干飯崎冲断層南部Sg	22	約17km	45 75	5 305	A級
かぶらぎ 甲楽城Sg	31	約19km	85	318	A級
やながせ 柳ヶ瀬断層北部Sg	41	約13km	85	353	B級
やながせ 柳ヶ瀬断層南部Sg	42	約16km	90	329	A級
かじや 鍛冶屋断層～関ヶ原断層	131	約29km	90	305	B級
ウツロギ峠北方Sg	51	約11km	60 90	187 162	B級
ウツロギ峠・池河内Sg	52	約13km	90	323	B級
うらぶこ 浦底Sg	53	約10km	80 80 80 80 80	317 327 322 325 317 302	B級
たい うちいけみ 田結・内池見Sg	54	約10km	80	337	B級
大陸棚外縁Sg	81	約10km	60	38	B級
BSg	91	約19km	55 90	330 309	B級
野坂Sg	101	約12km	90	305	B級
しらき にゆう 白木一丹生Sg	61	約15km	60 60 60 60 60 60 60	16 351 359 1 7 14 12 2	B級
ASg	111	約7km	45~90	357	B級
みかた 三方Sg	112	約19km	80	2	B級
はなおれ 花折断層北部	151	約27km	90	16	B級
C断層北東部Sg	71	約7km	85	1	B級
C断層北西部Sg	73	約11km	85	0	B級



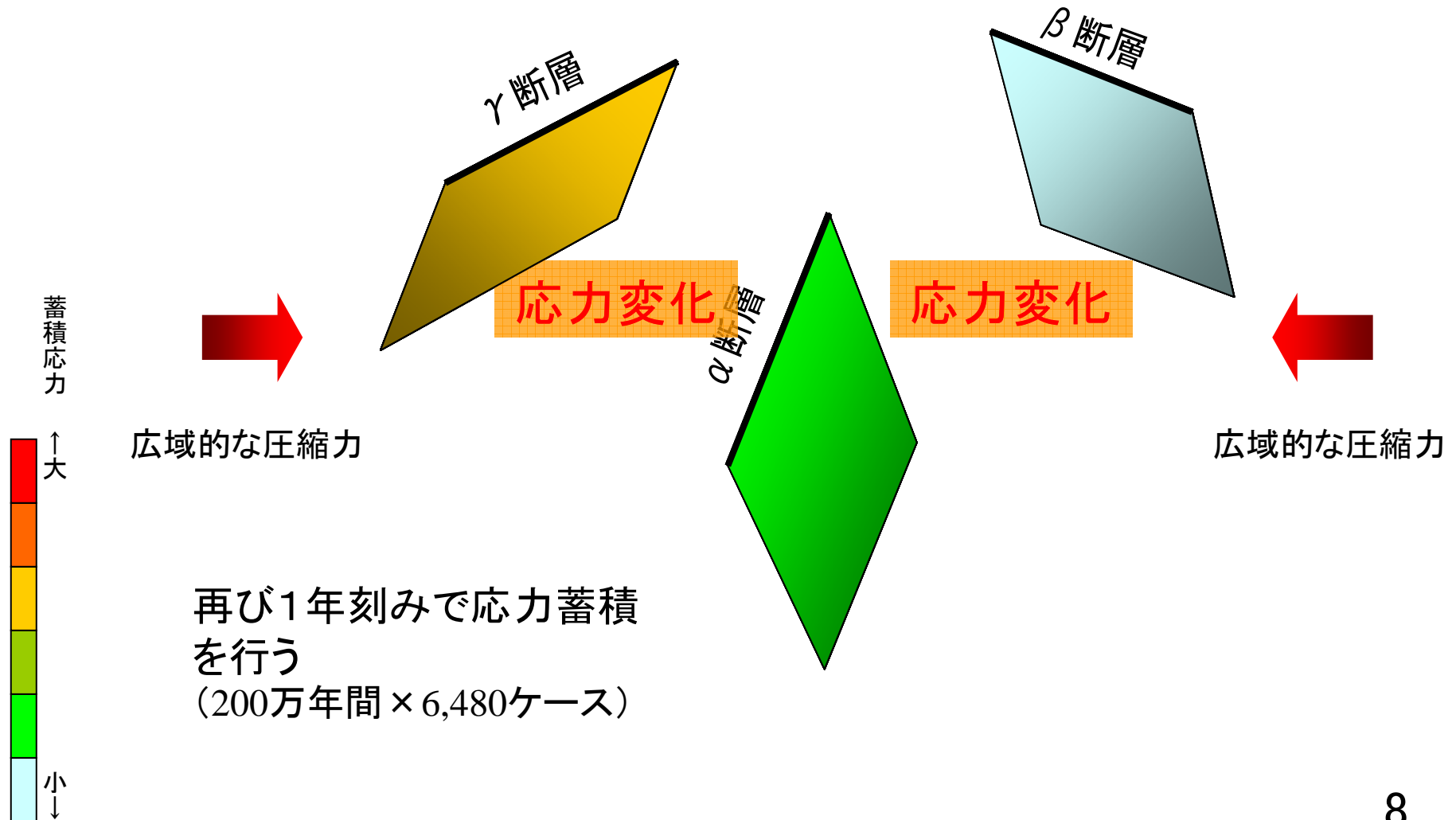
# 活動セグメント間の力学的相互作用を考慮した連動検討



## 計算条件

パラメータ	設定値	設定根拠	ケース数	
主として活動セグメントの運動に関するもの	傾斜角	地質調査結果 又は 45° ~ 90°	地質調査で不明なものは幅を持たせて設定	27通り 不明3断層は3通り (45°, 67.5°, 90°)
	広域応力場の圧縮軸の向き	90° (東西方向) ~ 120° (東西方向から時計回りに30°)	土木学会津波評価技術(2002)の見解に基づく	3通り (90°, 105°, 120°)
	平均変位速度	A級 2m/1,000年 B級 1m/1,000年 C級 0.1m/1,000年	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質調査、文献調査による(大半がB級)</li> <li>発生頻度が大きくなるようB, C級は上限値を設定</li> <li>和布一干飯崎冲断層北部 S<sub>g</sub> 及び南部 S<sub>g</sub>, 甲楽城 S<sub>g</sub>, 柳ヶ瀬断層南部 S<sub>g</sub> はA級とし、推本の見解を2倍(沈降側の平均変位速度が越前海岸の海成段丘堆積物の隆起速度と同じと仮定)</li> </ul>	1通り
主として発生応力や破壊に関するもの	内部摩擦係数 (静摩擦係数)	0.2, 0.4, 0.6, 0.8	地質調査では把握できないため、幅を持たせて設定	4通り
	初期応力	0Pa ~ 破壊のしきい値まで一様乱数で発生	地質調査では把握出来ないため、ランダムに設定	10通り
	破壊のしきい値	① 活動セグメント長さと同単位変位量の関係式である栗田式のすべり量に相当する $\Delta CFF$ (活動セグメント長さによって異なる) ② 上記の平均値(全活動セグメントで同じ値。平均的に栗田式に相当)	地質調査では把握出来ないため、活動セグメントに関する栗田式を基本に、ばらつきを考慮して2通り設定	2通り

# 連動の計算のイメージ



## 活動セグメント間の力学的相互作用を考慮した連動検討

連動ケースの再来期間

連動ケース		活動セグメント						再来期間* (年間)
和布-干飯崎沖断層 ~ 関ヶ原断層	<b>影響検討</b> 和布-干飯崎沖~甲楽城	21	22	31				151,400
	和布-干飯崎沖~甲楽城~柳ヶ瀬	21	22	31	41	42		>
	和布-干飯崎沖~甲楽城~柳ヶ瀬~鍛冶屋~関ヶ原	21	22	31	41	42	131	>
ウツロギ峠北方-池河内断層 浦底-内池見断層 ~ 関ヶ原断層	ウツロギ峠北方-池河内~柳ヶ瀬南部			51	52	42		504,900
	ウツロギ峠北方-池河内~柳ヶ瀬南部~鍛冶屋~関ヶ原			51	52	42	131	>
	<b>影響検討</b> 浦底-池河内~柳ヶ瀬南部			53	52	42		196,400
	浦底-池河内~柳ヶ瀬南部~鍛冶屋~関ヶ原			53	52	42	131	>

\*100年単位で四捨五入

\*\*>は100万年間以上

力学的に連動し易いと判断したケースのうち影響の大きいものについては、  
念のため施設への影響を検討し、安全機能の保持を確認した