

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 (敦賀半島周辺の起震断層評価のまとめ)

平成20年9月15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

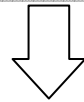
断層評価の流れについて

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

①敦賀地域には多くの活断層が存在するため、活動の基本的単位を理解するため、活動セグメントに区分

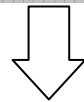


②起震断層

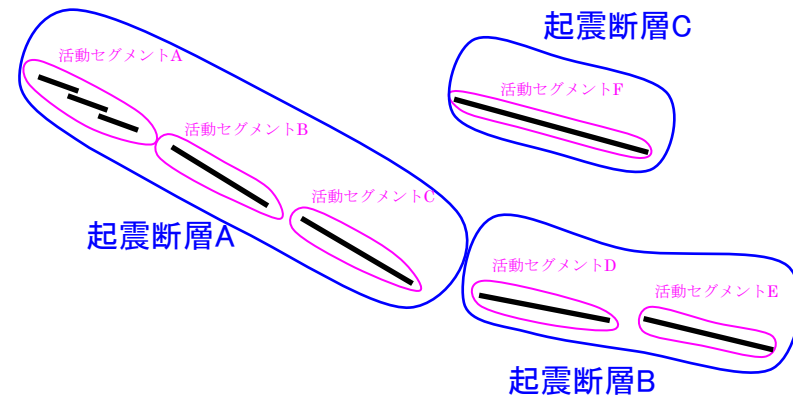
← 活動セグメントがまとまって1つの地震を発生させる可能性の高いグループ

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
- 地形・地質調査結果を起震断層評価基準に照らして評価
- 活動セグメント間の力学的相互作用も参考

②近接して分布する活動セグメントについては、その類似性に着目し、統一的な基準に基づき、起震断層か否かを評価



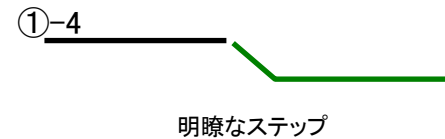
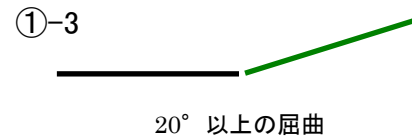
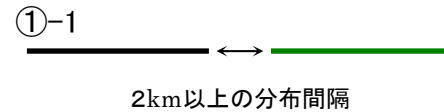
基準地震動 S_s の策定



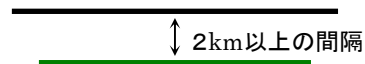
「活動セグメント」及び「起震断層」の概念

吉岡ほか(2005)による活動セグメント

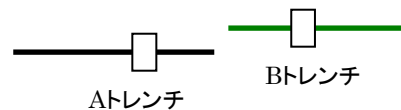
① ほぼ一線に並ぶ2つの断層間に以下のような不連続が見られる場合



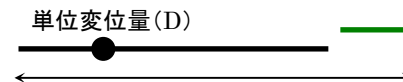
② 並走する断層間に、走向と直交する方向に2km以上の間隔がある場合



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
上記①～④のいずれかに該当する場合は、黒線と緑線を別個の活動セグメントに区分する。

起震断層の評価の考え方

近接して分布する複数の活動セグメント

断層の幾何学的配列は力学的相互作用の程度に大きく影響

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

断層活動の末端を示唆する形態

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

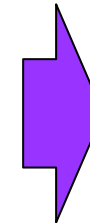
(3) 変位センスの差異の有無

(4) 累積変位量の終息 又は 急変の有無

広域応力場に大きな変化がない場合には, 同様の活動様式で繰返し活動

(5) 活動履歴の差異の有無

(6) 地質構造の発達過程の類似性



左記に基づき
総合的に起震
断層を評価す
る。

起震断層評価に用いた起震断層評価基準

活動セグメント及び起震断層の評価(1)

活動セグメント
起震断層

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

敦賀半島を中心とする
30kmの範囲

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

推定される断層傾斜角は、和布-干飯崎冲断層南部セグメントは低角度、甲楽城断層は鉛直であり、地下深部に向かって収斂する関係にはない

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

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

(3) 変位センスの差異の有無

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

(4) 累積変位量の終息 又は 急変の有無

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

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

両者を連続する活構造は認められない(概ね5km程度の離隔)

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

左ステップで雁行

(6) 地質構造の発達過程の類似性

甲楽城断層は南東方の日野川断層と連続している

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

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

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

柳ヶ瀬断層南部及び鍛冶屋断層北部において、断層は分岐している。また、両者は走向が大きく異なる

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

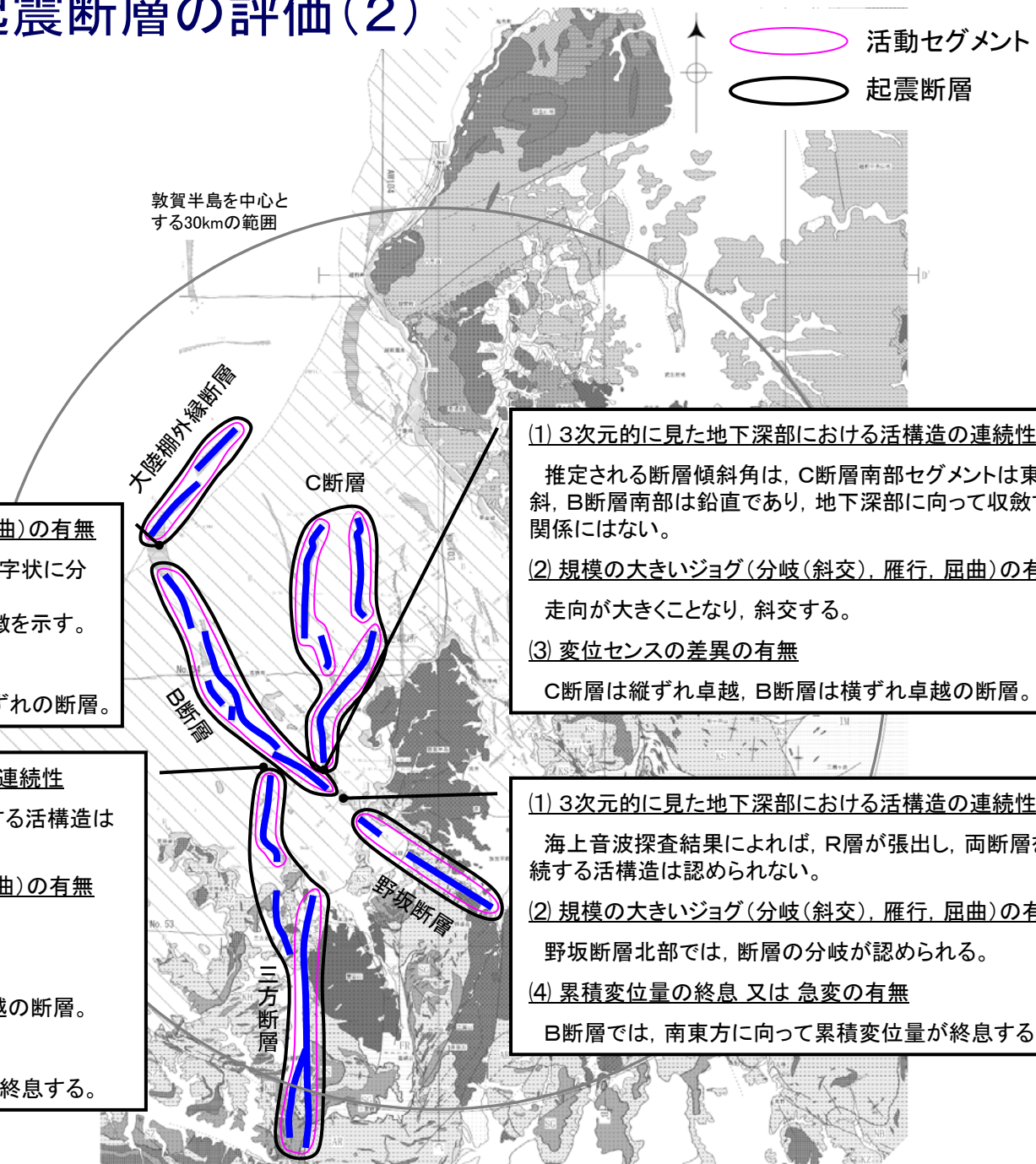
両者を連続する活構造は認められない

(6) 地質構造の発達過程の類似性

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

活動セグメント及び起震断層の評価(2)

起震断層	長さ
C断層	約18km
野坂断層	約12km
B断層	約19km
大陸棚外縁断層	約10km
三方断層	約27km



(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

走向が大きくことなり, 斜交する。(両断層はT字状に分布する。)

B断層北方は変形幅を広げる断層末端の特徴を示す。

(3) 変位センスの差異の有無

大陸棚外縁断層は右横ずれ, B断層は左横ずれの断層。

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

海上音波探査結果によれば, 両断層を連続する活構造は認められない。

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

走向が大きくことなり, 斜交する。

(3) 変位センスの差異の有無

三方断層は縦ずれ卓越, B断層は横ずれ卓越の断層。

(4) 累積変位量の終息 又は 急変の有無

Aセグメントでは, 北方に向かって累積変位量が終息する。

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

推定される断層傾斜角は, C断層南部セグメントは東傾斜, B断層南部は鉛直であり, 地下深部に向って収束する関係にはない。

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

走向が大きくことなり, 斜交する。

(3) 変位センスの差異の有無

C断層は縦ずれ卓越, B断層は横ずれ卓越の断層。

(1) 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

海上音波探査結果によれば, R層が張出し, 両断層を連続する活構造は認められない。

(2) 規模の大きいジョグ(分岐(斜交), 雁行, 屈曲)の有無

野坂断層北部では, 断層の分岐が認められる。

(4) 累積変位量の終息 又は 急変の有無

B断層では, 南東方に向って累積変位量が終息する。

活動セグメント、起震断層評価 まとめ表(その1)

(委員コメント) ・それぞれの断層の特徴について、一覧表にまとめるとわかりやすい
・活断層のパラメータについて、角度やずれを追加して整理すること

↓ 傾斜, 変位センス等を含めた断層評価の一覧表を提示

活動セグメント名	セグメント区分根拠※	起震断層名	起震断層区分根拠※	断層端部	走向	傾斜	変位センス
和布一干飯崎冲断層北部セグメント (約16km)	和布一干飯崎冲断層南部セグメントと : ①-4	和布一干飯崎冲断層 (約32km)	甲楽城断層と (1)走向が異なり、推定される傾斜から、地下で収斂しない (2)断層が分岐する (3)逆断層と横ずれ断層である (4)変位量が急変	(北部) 海成段丘面の高度分布の終息及び重力異常分布 (南部) 甲楽城断層と変位センス、走向の違い及び変位量分布の顕著な不連続	NS ↘ NE-SW	東傾斜 低～高角 (北部で約60° 南部で約45°)	(C層上面変位量約20m～約120mで東側隆起する。南部に向かい減少。)
和布一干飯崎冲断層南部セグメント (約17km)	和布一干飯崎冲断層北部セグメントと : ①-4 甲楽城セグメントと : ①-2 ①-3						
甲楽城セグメント (約19km)	和布一干飯崎冲断層南部セグメントと : ①-2 ①-3 柳ヶ瀬断層北部セグメントと : ①-3 ①-4	甲楽城断層 (約19km)	和布一干飯崎冲断層及び柳ヶ瀬断層の欄に記載のとおり。	(北部) 和布一干飯崎冲断層の南部と同様 (南部) リニアメントを横断して貫入岩岩脈が分布 及び 後期更新世以降の活動ないとした露頭	NW-SE	東傾斜 高角 (約85°)	左横ずれ (C層上面変位量約10m ～約50mで東側隆起する。南部に向かい減少。)
山中断層 : 考慮対象外 ⇒ 甲楽城断層と柳ヶ瀬断層は、5km程度の離隔となる [判読される尾根・河谷の屈曲は系統的でなく、リニアメントを横断して新第三系の安山岩及び流紋岩の岩脈が連続して分布]							
柳ヶ瀬断層北部セグメント (約13km)	甲楽城セグメントと : ①-1 ①-3 ①-4 柳ヶ瀬断層南部セグメントと : ①-3 ③	柳ヶ瀬断層 (約28km)	甲楽城断層と (1)両断層をつなぐ活構造はない (2)左ステップする引張性ジョグである (6)甲楽城断層は日野川断層に連続	(北部) リニアメントを横断して貫入岩岩脈等が分布 (南部) 河成中・低位段丘面に変位・変形がない 及び 反射法地震探査で明瞭な断層構造がない	NS ↘ NNW-SSE	ほぼ90°	左横ずれ
柳ヶ瀬断層南部セグメント (約16km)	柳ヶ瀬断層北部セグメントと : ①-3 ③		鍛冶屋断層と (1)両断層をつなぐ明瞭な活構造は認められない (2)断層は分岐し、走向が大きく異なる				
柳ヶ瀬山断層 : 考慮対象外 [系統的な地形の高まりは認められず、確認された断層破碎部はその性状から少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断]							

※ 区分根拠欄に示す番号は、p.3とp.4に示す区分根拠の番号に対応する。

活動セグメント、起震断層評価 まとめ表(その2)

(委員コメント) ・それぞれの断層の特徴について、一覧表にまとめるとわかりやすい
・活断層のパラメータについて、角度やずれを追加して整理すること

↓ 傾斜, 変位センス等を含めた断層評価の一覧表を提示

活動セグメント名	セグメント区分根拠※	起震断層名	起震断層区分根拠※	断層端部	走向	傾斜	変位センス
ウツロギ峠北方セグメント (約11km)	浦底セグメントと : ② 田結・内池見セグメントと : ①-4 ウツロギ峠・池河内セグメントと : ①-3	ウツロギ峠北方－ウツロギ峠・池河内断層 (約23km) 浦底－田結・内池見 (約18km) 浦底－ウツロギ峠・池河内断層 (約23km)	浦底セグメント及び田結・内池見セグメントは東傾斜, ウツロギ峠北方セグメントは西傾斜であることから, 地下で収斂する関係である。また, C層上面の高まりがほぼ水平であることから, 互いに関連して活動してきたと判断。ウツロギ峠北方セグメントとウツロギ峠・池河内セグメントは近接し, 大きな走向の違いがない。 以上から, 左欄の3つの起震断層として評価 柳ヶ瀬断層と (1)両断層をつなぐ活構造はない (6)柳ヶ瀬断層は褶曲軸に位置する直線性の高い断層で, 雁行するウツロギ峠・池河内断層とは異なる	(北部) 後期更新世以降の活動が認められない音探測線 [ウツロギ峠北方, 浦底両セグメント同様]	NS ↖ NW-SE	[ウツロギ峠北方セグメント] 西傾斜高角 (約65°)	[ウツロギ峠北方セグメント] 逆断層 (C層上面変位量約40m～約65mで西側隆起する。北方及び南方に向かい終息。)
浦底セグメント (約10km)	ウツロギ峠北方セグメントと : ② 田結・内池見セグメントと : ①-4 ウツロギ峠・池河内セグメントと : ①-1			(南部) 敦賀断層に切られる [田結・内池見セグメント] 及び		[浦底セグメント] 東傾斜高角 (約75°)	[浦底セグメント] 左横ずれ (C層上面変位量約40m～約65mで北東側隆起する。北方及び南方に向かい終息。)
田結・内池見セグメント (約10km)	ウツロギ峠北方セグメントと : ①-4 浦底セグメントと : ①-4 ウツロギ峠・池河内セグメントと : ②			(南部) ウツロギ峠・池河内断層の南東方延長部に同走向の破砕部がない(柳ヶ瀬断層と同走向の破砕部は認められるが, 少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断) [ウツロギ峠・池河内セグメント]		[田結・内池見セグメント] 東傾斜高角 (約80°)	[田結・内池見セグメント] 逆断層 (C層上面変位量約15m東側隆起。)
ウツロギ峠・池河内セグメント (約13km)	ウツロギ峠北方セグメントと : ①-3 浦底セグメントと : ①-1 田結・内池見セグメントと : ②					[ウツロギ峠・池河内セグメント] ほぼ90°	[ウツロギ峠・池河内セグメント] 左横ずれ
白木－丹生セグメント (約15km)	—	白木－丹生断層 (約15km)	—	後期更新世以降の活動が認められない音探測線	NS	東傾斜高角 (約60°)	逆断層 (C層上面変位量約15m東側隆起。)

※ 区分根拠欄に示す番号は、p.3とp.4に示す区分根拠の番号に対応する。

活動セグメント、起震断層評価 まとめ表(その3)

(委員コメント) ・それぞれの断層の特徴について、一覧表にまとめるとわかりやすい
・活断層のパラメータについて、角度やずれを追加して整理すること

↓ 傾斜, 変位センス等を含めた断層評価の一覧表を提示

活動セグメント名	セグメント区分根拠※	起震断層名	起震断層区分根拠※	断層端部	走向	傾斜	変位センス
C断層北東部セグメント (約7km)	C断層北西部セグメントと：② C断層南部セグメントと：①-2	C断層 (約18km)	B断層と (1)推定される傾斜から、地下で収斂する関係にない (2)走向が大きく異なり、斜交する (3)逆断層と横ずれ断層である	後期更新世以降の活動が認められない音探測線	NS	東傾斜 高角 (約80°)	逆断層 (C層上面変位量約10m～約20mで東側隆起する。)
C断層北西部セグメント (約11km)	C断層北東部セグメントと：② C断層南部セグメントと：①-2						
C断層南部セグメント (約11km)	C断層北東部セグメントと：①-2 C断層北西部セグメントと：①-2 Bセグメントと：①-2 ①-3						
大陸棚外縁セグメント (約10km)	Bセグメントと：①-1 ①-2	大陸棚外縁断層 (約10km)	大陸棚外縁とB (2)T字状に分布する また、B断層北部は変形幅を広げ、断層末端の特徴を示す (3)右横ずれ断層と左横ずれ断層である	後期更新世以降の活動が認められない音探測線	NE-SW	南東傾斜 高角 (約60°)	右横ずれ (C層上面変位量約20m～約50mの南東側隆起含む)
Bセグメント (約19km)	野坂セグメントと：①-1 ①-2 大陸棚外縁セグメントと：①-1 ①-2 C断層南部セグメントと：①-2 ①-3 Aセグメントと：①-2 ①-3	B断層 (約19km)	Bと野坂断層 (1)R層が張出し、連続する断層構造が認められない (2)野坂断層北部に分岐が認められる (4)B断層は南に向かい変位量が終息	後期更新世以降の活動が認められない音探測線 (南部へは変位量が終息する)	NW-SE	(北部) 北東傾斜 高角 (約60°) (南部) ほぼ90°	左横ずれ (C層上面変位量数m～約50mの北東側隆起含む。 北部で変位量が大きく、南に向かい終息する。)
				(北部)音探測線 (南部)花崗岩の健岩露頭分布		ほぼ90°	左横ずれ
野坂セグメント (約12km)	Bセグメントと：①-1 ①-2	野坂断層 (約12km)			NW-SE	ほぼ90°	
Aセグメント (約7km)	三方セグメントと：①-2 ①-4 Bセグメントと：①-2 ①-3	三方断層 (約27km)	B断層と (1)両断層をつなぐ構造は認められない (2)逆断層と横ずれ断層である (3)走向が大きく異なり、斜交する (4)Aセグメントは北に向かい変位量が終息	(北部)音探測線 (南部)緑色岩の健岩露頭分布及び 後期更新世以降の活動がないとした露頭	NS	不明 但し、東傾斜高角と評価	逆断層 (C層上面変位量約10m～約60mで東側隆起する。)
	三方セグメント (約19km)						

※ 区分根拠欄に示す番号は、p.5とp.36に示す区分根拠の番号に対応する。