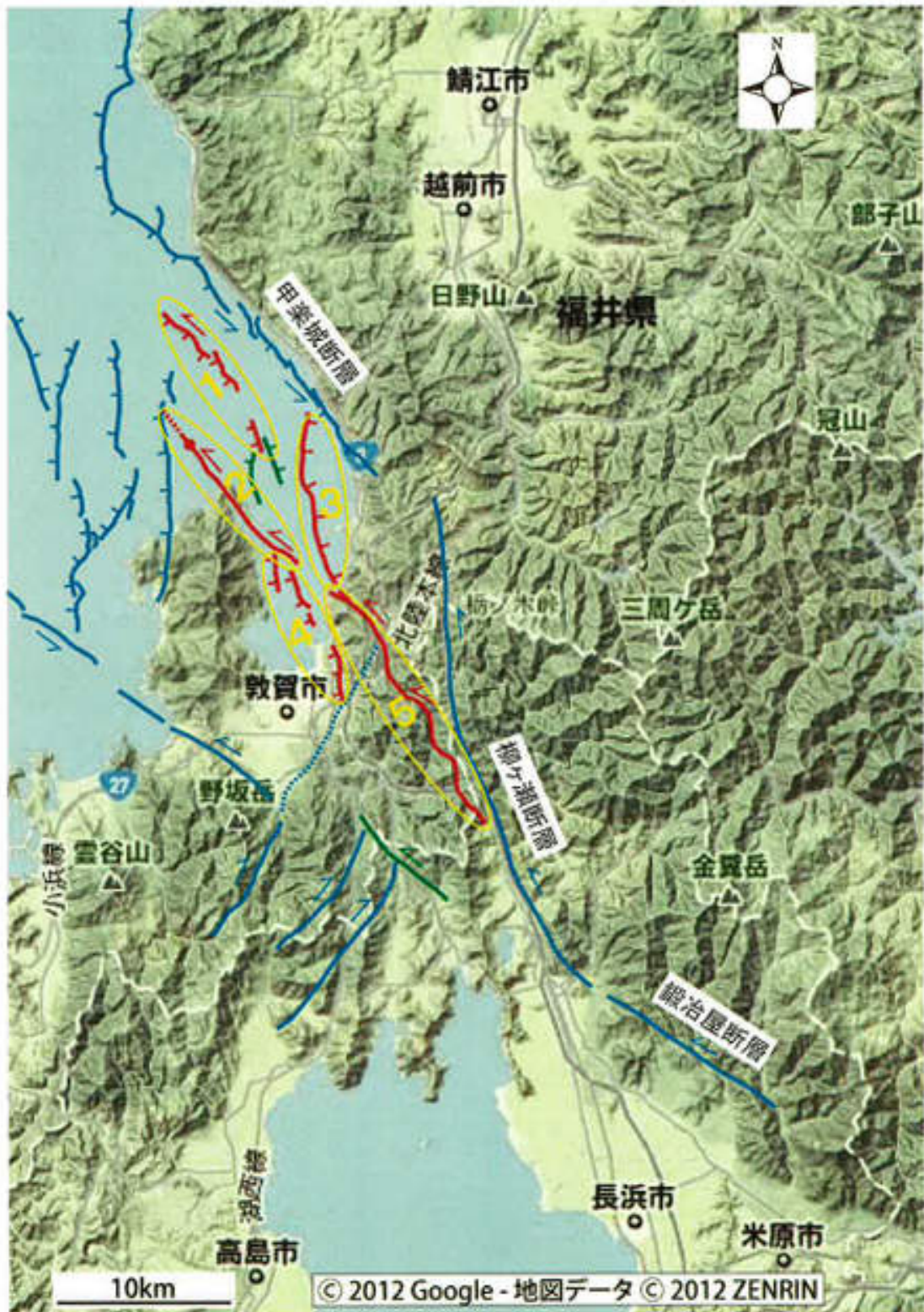


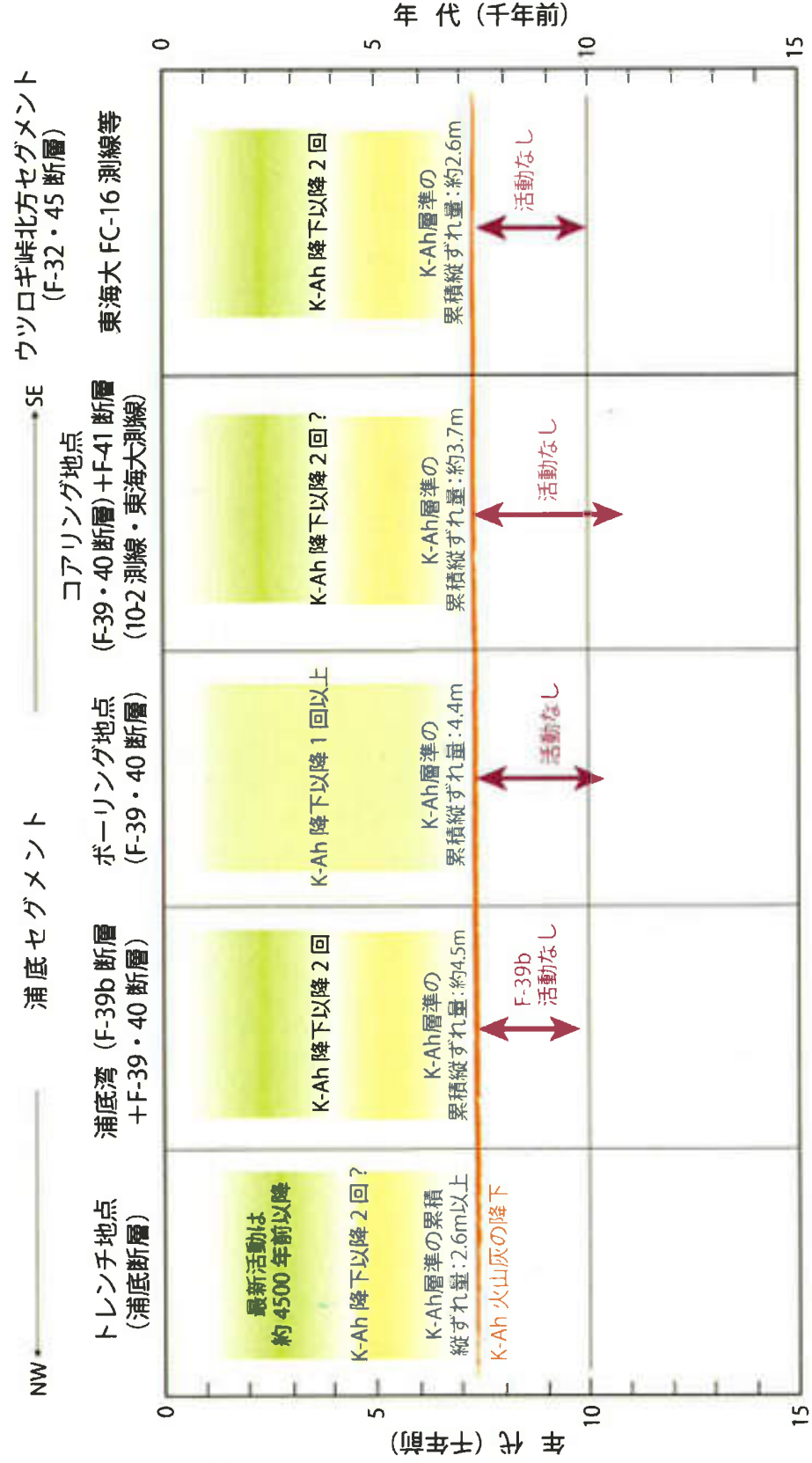
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)の蒲底-柳ヶ瀬山断層帯の北端と南端
- 日本原電(2010)の蒲底セグメントの北端とウツロギ峠-池河内セグメントの南端
- 蒲底-柳ヶ瀬山断層帯
- その他の後期更新世に活動した断層
- 中期更新世に活動した断層



- 1: 甲楽城沖セグメント、2: 浦底セグメント、3: ウツロギ峠北方セグメント、  
 4: 田結・内池見セグメント、5: ウツロギ峠・池河内・柳ヶ瀬山セグメント

- 浦底—柳ヶ瀬山断層帯
- その他の後期更新世に活動した断層
- 中期更新世に活動した断層

# 浦底—柳ヶ瀬山断層帯 浦底セグメントとウツロギ峠北方セグメントの完新世活動





# 浦底セグメントの活動性パラメータ — 浦底—柳ヶ瀬山断層帯全体を代表—

活動性パラメータ	調査結果	摘要
平均上下ずれ速度	0.45m/千年	AT降下層準(28ka)の12.7mの上下変位より
平均横ずれ速度	0.45m/千年以上	横ずれ変位が同等以上と考えられることから
完新世の活動	最新活動は約4500年前以後	既往のトレンチ調査結果の検討より
	最新活動を含めて、K-Ah降下後に2回活動	断層変位の累積とイベント層を示す反射面の存在から
	約1万年前～K-Ah降下期(7.3ka)は活動せず	この層準では断層変位の累積が認められないことより
1回の上下ずれ量	2.2m	K-Ah降下層準の4.4mの上下変位より
1回の横ずれ量	2.2m以上	横ずれ変位が同等以上と考えられることから
1回の総ずれ量	3.1m以上	
活動の間隔	5千年(平均)	1回の上下ずれ量と平均上下ずれ速度から
	3～7千年(ばらつき)	完新世の活動履歴から

# 浦底セグメントとウツロギ峠北方セグメントの完新世活動・変位量と これから推定される活動セグメント・地震セグメントの規模

活動時期・活動性	地点	浦底セグメント				ウツロギ峠北方セグメント (F-32・45断層)
		トレンチ地点 (浦底断層)	浦底湾(F-39b断層 +F-39・40断層)	ボーリング地点 (F-39・40断層)	コアリング地点(F-39・40断層) +F-41断層(10-2測線)	
(推定)K-Ah降下層準以降の活動		2回?	2回	1回以上	2回?	2回
約11~10 ka以降, K-Ah降下層準以前の活動		不明	なし	なし	なし	なし
K-Ah層準の累積ずれ量		2.6m以上	約4.5m	4.4m	約3.7m	約2.6m
K-Ah降下以降2回と仮定した場合の 1回繰り替えし変位量(平均値)		1.3m以上	約2.3m	2.2m	約1.9m	約1.3m
繰り替えし変位量と仮定した場合 の1回繰り替えし変位量とネット変位量		1.3m以上 1.8m以上	約2.3m 約3.3m	2.2m 3.1m	約1.9m 約2.7m	?(繰り替えし) 約1.3m以上
粟田(1999)による上記ネット変位量 に対応する活動セグメント長		15km以上	約28km	27km	約23km	約11km以上
松田(1975)、粟田(1999)による上記 ネット変位量に対応する地震セグメン ト長(運動する可能性が高い範囲)		22.7km以上 28km以上	約42km 約51km	39km 48km	約34km 約42km	
繰り替えし変位量の2倍と仮定し た場合の1回繰り替えし変位量とネット変 位量		2.6m以上 2.9m以上	約4.5m 約5.1m	4.4m 4.9m	約3.7m 約4.2km	
粟田(1999)による上記ネット変位量 に対応する活動セグメント長		25km以上	約44km	42km	約36km	
松田(1975)、粟田(1999)による上記 ネット変位量に対応する地震セグメン ト長(運動する可能性が高い範囲)		37km以上 45km以上	約64km 約79km	62km 75km	約53km 約65km	浦底セグメントの バックスラストと見なし得る

浦底－柳ヶ瀬山断層帯について

	従来評価	海域部の調査結果	海陸を合わせた調査結果
1. 断層帯の位置・形態			
(1)断層帯を構成する断層	浦底(うらぞこ)断層、ウツロギ峠(断層)、池河内断層及び柳ヶ瀬山断層	以下の形状セグメント ・浦底セグメント海域部(若狭湾内F-23・24断層、敦賀湾内のF-39・40断層) ・田結・内池見セグメント海域部(敦賀湾内F-41、F-44、F-44b断層等) ・ウツロギ峠北方セグメント(敦賀湾内F-32・45断層) ・甲楽城沖セグメント(若狭湾内F-28、F-19、F-17・18断層)	以下の形状セグメント ・浦底セグメント(若狭湾内F-23・24断層、浦底断層、敦賀湾内のF-39・40断層) ・田結・内池見セグメント(敦賀湾内F-41、F-44、F-44b断層等、田結リニアメント、内池見リニアメント) ・ウツロギ峠北方セグメント(敦賀湾内F-32・45断層) ・ウツロギ峠・池河内・柳ヶ瀬山セグメント(ウツロギ峠断層、池河内断層、柳ヶ瀬山断層) ・甲楽城沖セグメント(若狭湾内F-28、F-19、F-17・18断層)
(2)断層帯の位置・形状			
1) 地表における断層帯の位置・形状			
断層帯の位置(北端と南端)	(北端)立石岬の南(北緯35° 45' 東経136° 01')	(北端)干飯崎の南南西約4.5km(北緯35° 51'、東経135° 59') もしくは立石岬の北西約5.5km(北緯35° 48'、東経135° 59';甲楽城沖セグメントを含まない場合)	(北端)干飯崎の南南西約4.5km(北緯35° 51'、東経135° 59') もしくは立石岬の北西約5.5km(北緯35° 48'、東経135° 59';甲楽城沖セグメントを含まない場合)
	(南端)柳ヶ瀬山の南東約1km(北緯35° 35' 東経136° 11')		(南端)柳ヶ瀬山の南東約1km(北緯35° 35' 東経136° 11')
長さ	約25km	・約35kmもしくは約30km(甲楽城沖セグメントを含まない場合) ・1回のずれの量から、活動区間は40km以上に達する可能性がある	・約35kmもしくは約30km(甲楽城沖セグメントを含まない場合) ・1回のずれの量から、活動区間は40km以上に達する可能性がある
2) 地下における断層面の位置・形状	地表での位置・長さと同じ	浦底セグメントについては、海底での位置・長さと同様	浦底セグメントとウツロギ峠・池河内・柳ヶ瀬山セグメントについては、地表・海底での位置・長さと同様
上端の深さ	0km	0km	0km
一般走向	N50° W		N32° WもしくはN38° W(甲楽城沖セグメントを含まない場合)
傾斜	ほぼ垂直(地表近傍)	・浦底セグメント:ほぼ鉛直 ・ウツロギ峠北方セグメント:西傾斜 ・田結・内池見セグメント海域部:東傾斜 ・甲楽城沖セグメント:北東傾斜～ほぼ鉛直	・浦底セグメントとウツロギ峠・池河内・柳ヶ瀬山セグメント:ほぼ鉛直 ・ウツロギ峠北方セグメント:西傾斜 ・田結・内池見セグメント:東傾斜 ・甲楽城沖セグメント:北東傾斜～ほぼ鉛直

幅	約15km	約15km	約15km
(3)断層のずれの向きと種類	左横ずれ断層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浦底セグメント: 逆断層成分を伴う左横ずれ断層</li> <li>・ウツロギ峠北方セグメントと田結・内池見セグメント海域部: バックスラスト的な性格をもつ</li> <li>・甲楽城沖セグメント: 逆断層成分と左横ずれ成分を持つと推定される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浦底セグメントとウツロギ峠・池河内・柳ヶ瀬山セグメント: 逆断層成分を伴う左横ずれ断層</li> <li>・ウツロギ峠北方セグメントと田結・内池見セグメント: バックスラスト的な性格をもつ</li> <li>・甲楽城沖セグメント: 逆断層成分と左横ずれ成分を持つと推定される</li> </ul>
2. 断層帯の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	不明 (活動度B-C級)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上下成分: 0.45m/千年(AT層準の12.7mの上下変位量による)</li> <li>・横ずれ成分: 0.45m/千年以上(上下成分と同等以上で、2倍(0.9m/千年)に達する可能性がある)</li> <li>・ネット: 0.64/千年以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上下成分: 0.45m/千年(AT層準の12.7mの上下変位量による)</li> <li>・横ずれ成分: 0.45m/千年以上(上下成分と同等以上で、2倍(0.9m/千年)に達する可能性がある)</li> <li>・ネット: 0.64/千年以上</li> </ul>
(2)過去の活動時期	不明 (本断層付近では、いくつかの被害地震の記録があるが、いずれも本断層帯の活動との関係は不明)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約7300年前のK-Ah降下後に2回</li> <li>・約1万年前～K-Ah降下時期までは顕著な上下変位を伴う活動はない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約7300年前のK-Ah降下後に2回</li> <li>・最新活動は約4500年前以後(既存のトレンチ調査結果による)</li> <li>・約1万年前～K-Ah降下時期までは顕著な上下変位を伴う活動はない</li> <li>・付近の歴史地震との関係は不明</li> </ul>
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1) 1回のずれの量	約2m (松田の経験式から)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上下成分: 2.2m(K-Ah層準の4.4mの上下変位量による)</li> <li>・横ずれ成分: 2.2m以上(上下成分と同等以上で、2倍(約4m)に達する可能性がある)</li> <li>・ネットスリップ: 3.1m以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上下成分: 2.2m(K-Ah層準の4.4mの上下変位量による)</li> <li>・横ずれ成分: 2.2m以上(上下成分と同等以上で、2倍(約4m)に達する可能性がある)</li> <li>・ネットスリップ: 3.1m以上</li> </ul>
2) 平均活動間隔	不明	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約5千年(5千年±2千年程度)</li> <li>・ボーリング調査地点のAT以降の平均上下変位速度(0.45m/千年)と上下方向の1回のずれの量(2.2m)からは4.9千年</li> <li>・1万年前以降の活動履歴からは3千～7千年程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約5千年(5千年±2千年程度)</li> <li>・ボーリング調査地点のAT以降の平均上下変位速度(0.45m/千年)と上下方向の1回のずれの量(2.2m)からは4.9千年</li> <li>・1万年前以降の活動履歴からは3千～7千年程度</li> </ul>
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	—————	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断層帯全体</li> <li>・1回のずれの量から、柳ヶ瀬断層南部等が本断層帯と一つの活動区間をなすか、本断層帯と連動した可能性がある</li> </ul>

## 浦底—柳ヶ瀬山断層帯の主な調査結果

1. 浦底断層は約 7300 年前の鬼界アカホヤ火山灰の降下後に 2 回活動している。また、約 1 万年前から、この火山灰が降下するまでの約 3 千年間は活動していない。日本原電のトレンチ調査結果から、最新の活動は約 4500 年前以降に起きたと考えられる。今回の調査では、最新活動時期を絞り込むことはできなかった。

2. 日本原電による海上ボーリングの結果、鬼界アカホヤ火山灰が挟まる層準は、浦底断層によって 4.4m の上下変位を被っていることから、浦底断層の 1 回の活動に伴う上下変位量（単位変位量）は 2.2m となる。他の 2 地点でもほぼ同等の変位量が推定され、原発サイト近くで掘削されたトレンチでも、これと調和的な調査結果がえられている。

3. 日本原電による海上ボーリングの結果、約 2 万 8 千年前の始良丹沢火山灰が挟まる層準は、浦底断層によって 12.7m の上下変位を被っていることから、平均上下変位速度は 0.45m/千年と求まる。この値と、2.2m と求められた単位変位量から、浦底断層の平均活動間隔は 4.9 千年（約 5 千年）と計算される。1. の活動履歴からは、活動の間隔は約 3 千年～7 千年と推定され、別々のデータセットから得られた活動の間隔は整合的である。活動の間隔は 5 千年 $\pm$ 2 千年程度といえる。

4. 浦底断層は左横ずれの変位地形（断層を横切る小谷の左屈曲等）を伴い、今回の音波探査断面でも横ずれ成分の存在を示すグラベン（両側を断層に限られた凹地）状の構造を伴う。さらに、トレンチ地点における日本原電の調査によって、断層面に残された滑り跡（断層条線）の向きが計測されており、それによると横ずれ成分は縦ずれ成分の 2 倍。以上から、浦底断層の横ずれ成分は少なくとも縦ずれ（上下ずれ+短縮成分）と同等以上と判断され、左横ずれは 2.2m 以上（縦横の比が 0.5 の場合は 4.4m）、縦・横を合成したネットスリップは 3.1m 以上（縦横の比が 0.5 の場合は 4.9m）と見積もられる。

5. 地震調査委員会の 2004 年の断層評価では、当時推定された断層の長さ（約 25km）から、松田式を使って、変位量（横ずれ）を約 2m と推定していた。また、日本原電は浦底断層の断層変位の原発サイトへの影響評価において、約 1.7m のネットスリップを用いている。今回得られた全変位量約 3m 以上は、これまでの地震調査委員会や日本原電の断層変位量の想定が過小であった可能性を示唆する。

6. 浦底—柳ヶ瀬山断層の長さについては、日本原電の音波探査により、立石岬の西の海域でも浦底断層の延長が見つかったことから、この部分を加えると約 30km となる。日本原電の活断層の評価では、地震調査委員会が評価している柳ヶ瀬山断層の中・南部は活断層ではないとしているため、この分が短くなり、立石岬の西へ延びた分が相殺され、念のための地震動評価用の断層（浦底—池河内断層）の長さは 25km となっている。



7. 日本原電の音波探査結果や、保安院が 2008 年にチェックのために行った音波探査結果を見ると、浦底断層と越前海岸沿いの大きな断層（甲楽城断層）との間に、F-17・18 断層、F-19 断層、F-28 断層からなる一連の活断層がある。この活断層については、日本原電の活断層評価や保安院の審査では取り上げられていない。しかし、実際には、浦底断層から 3km 程度しか離れておらず、ウツロギ峠北方の F-32・45 断層（これも浦底－柳ヶ瀬山断層帯の一部）からは、断層に伴う変形域端から最短約 2km の位置にある。従って、松田（1990）の起震断層の基準に従えば、F-17・18、F-19、F-28 の各断層からなる一連の活断層（甲楽城沖セグメントと命名）も、浦底－柳ヶ瀬山断層帯の一部と見られる。そうすると、浦底－柳ヶ瀬山断層帯の全長は約 35km となり、これまでの地震調査委員会や日本原電の本断層帯の断層長の評価（25km）も過小評価であったと考えられる。

8. ネットスリップ 3.1m（縦横の比が 0.5 の場合は 4.9m）という値は、松田（1975）の経験式からは、約 39km（約 62km）の長さの断層が連動する可能性を示す。また、栗田（1999）の経験式によれば、平均的には約 48km（約 75km）の長さの断層が連動する可能性を示す。更に、断層破壊の単位と考えられる「活動セグメント」の長さと同単位変位量に関する栗田（1999）の経験式によると、変位量 3.1m（縦横の比が 0.5 の場合は 4.9m）に対応する活動セグメントの長さは約 27km（約 42km）となる。これらの値は、浦底－柳ヶ瀬山断層帯（約 35km）が一度に活動した可能性が高いことを示唆する。また、近くの断層と連動した可能性を示している。

9. 浦底－柳ヶ瀬山断層帯と連動した断層、もしくは同断層帯と共に一つの活動セグメントを形成している断層の最有力候補としては、地表での距離が 1km に満たない柳ヶ瀬断層の南部が挙げられる。柳ヶ瀬断層の過去の活動に関するデータを考慮すると、柳ヶ瀬断層南部を北上する断層破壊が柳ヶ瀬断層北部へ伝播する頻度が低下し、浦底－柳ヶ瀬山断層帯へ伝播する頻度が高まっている可能性がある。また、浦底－柳ヶ瀬山断層帯を南下する断層破壊が柳ヶ瀬断層南部へ伝播する頻度が高まっている可能性が考えられる。柳ヶ瀬断層の南東に連なる鍛冶屋断層については、約 1000 年前以降の最新活動と約 7200～6700 年前のそれに先立つ活動が推定されており（吉岡ほか、2011）、柳ヶ瀬断層南部、浦底－柳ヶ瀬山断層帯と連動した可能性もある。