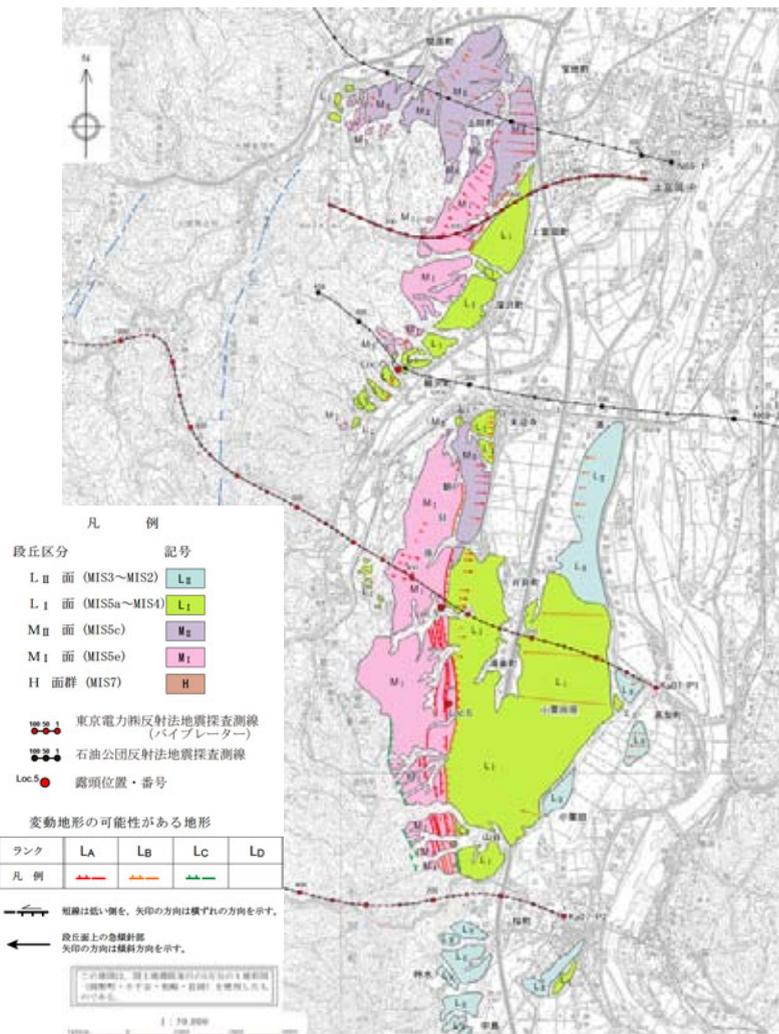

片貝断層及び関連する褶曲群の評価

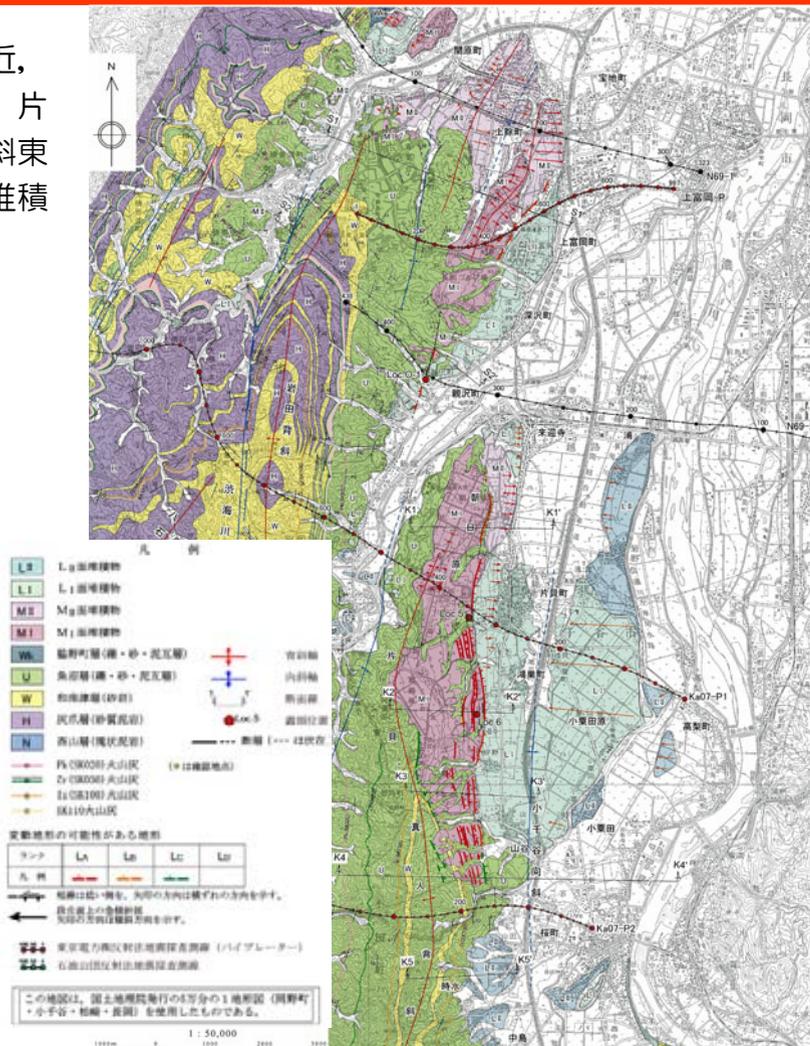
上富岡断層・親沢断層・片貝断層周辺の地形調査結果

- 関原台地においては、M_I面及びM_{II}面に2背斜・2向斜の波状変形が認められる
- 上富岡町付近には、L_Bランクの地形が判読され、「[新編]日本の活断層(1991)」等に示されている上富岡断層に相当する
- 上富岡断層の南方延長部に位置する親沢町付近には、M_I面及びL_I面に東側が高い逆向きのL_Bランクの地形が判読される
- 越路町来迎寺から小千谷市桜町に至る約9 km間では、「[新編]日本の活断層(1991)」等に示されている片貝断層に対応して、ほぼN-S方向に並走する数条のL_A、L_B及びL_Cランクの地形が判読され、長ドーム状を示すM_I面、M_{II}面及びL_I面上の傾斜面、崖、逆向きの低崖及び溝状凹地の連続からなる
- 越路町浦から小千谷市小栗田南西、高梨町南西に至る間に判読されるL_Bランクの地形は、西に逆傾斜するL_I面及びL_{II}面の連続からなる



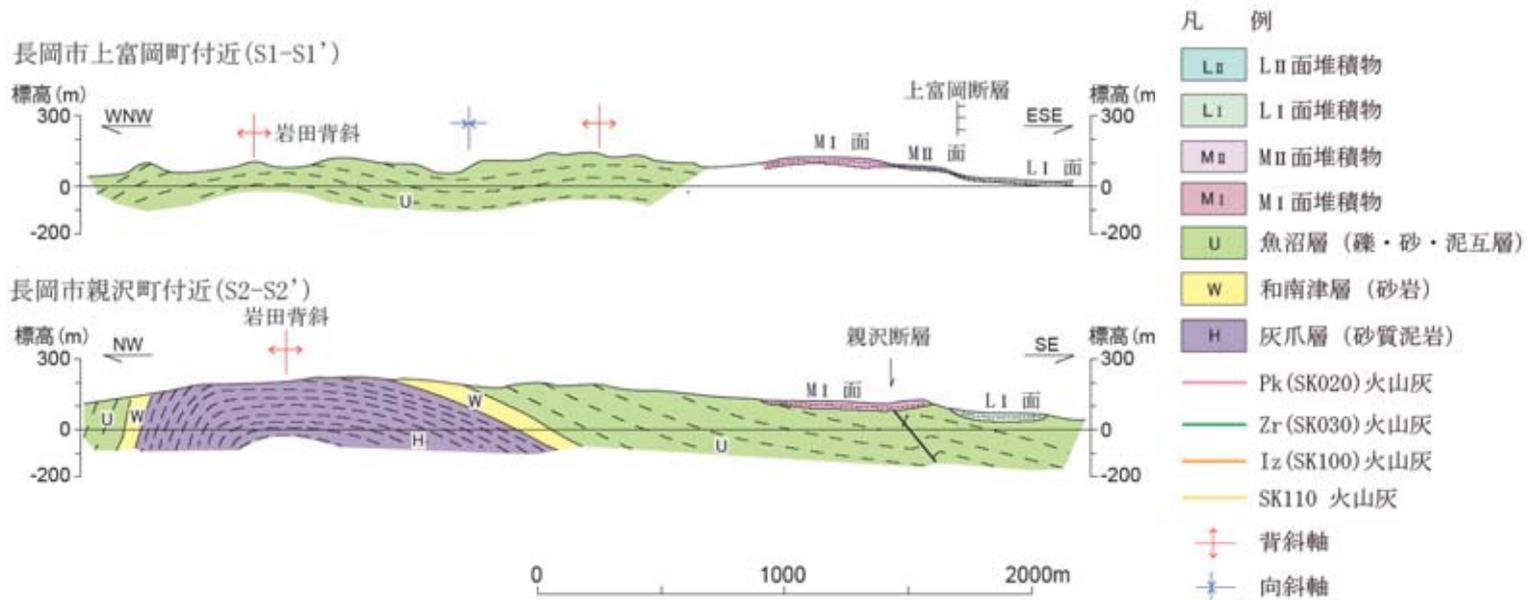
上富岡断層・親沢断層・片貝断層周辺の地表地質調査結果（地質図）

- 上富岡断層が示されている関原町付近、親沢断層が示されている親沢町付近、片貝断層が示されている片貝・真人背斜東翼部には、魚沼層とそれを覆う段丘堆積物が分布している



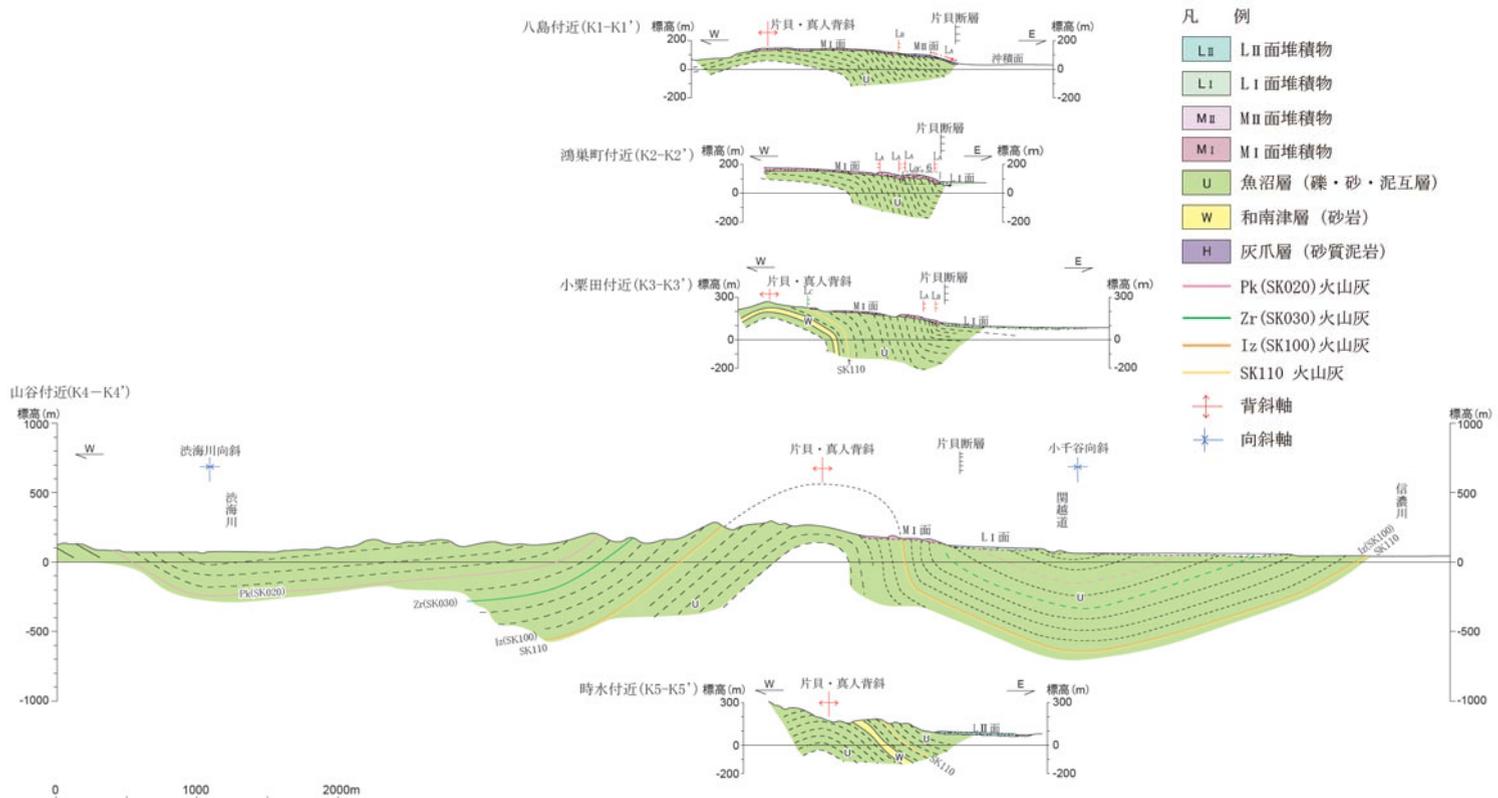
上富岡断層・親沢断層の地表地質調査結果（地質断面図）

- 上富岡断層については、地表部における魚沼層の露出が少ないため構造を把握できていないものの、その位置は波状変形を示す段丘面西側のM_I面及びM_{II}面と東側のL_I面との境界の撓み状を呈する崖に対応している（S1-S1'）
- 親沢断層については、親沢町付近の地表露頭において東緩傾斜の同斜構造を示す魚沼層中に東上がりの逆断層が認められる（S2-S2'）



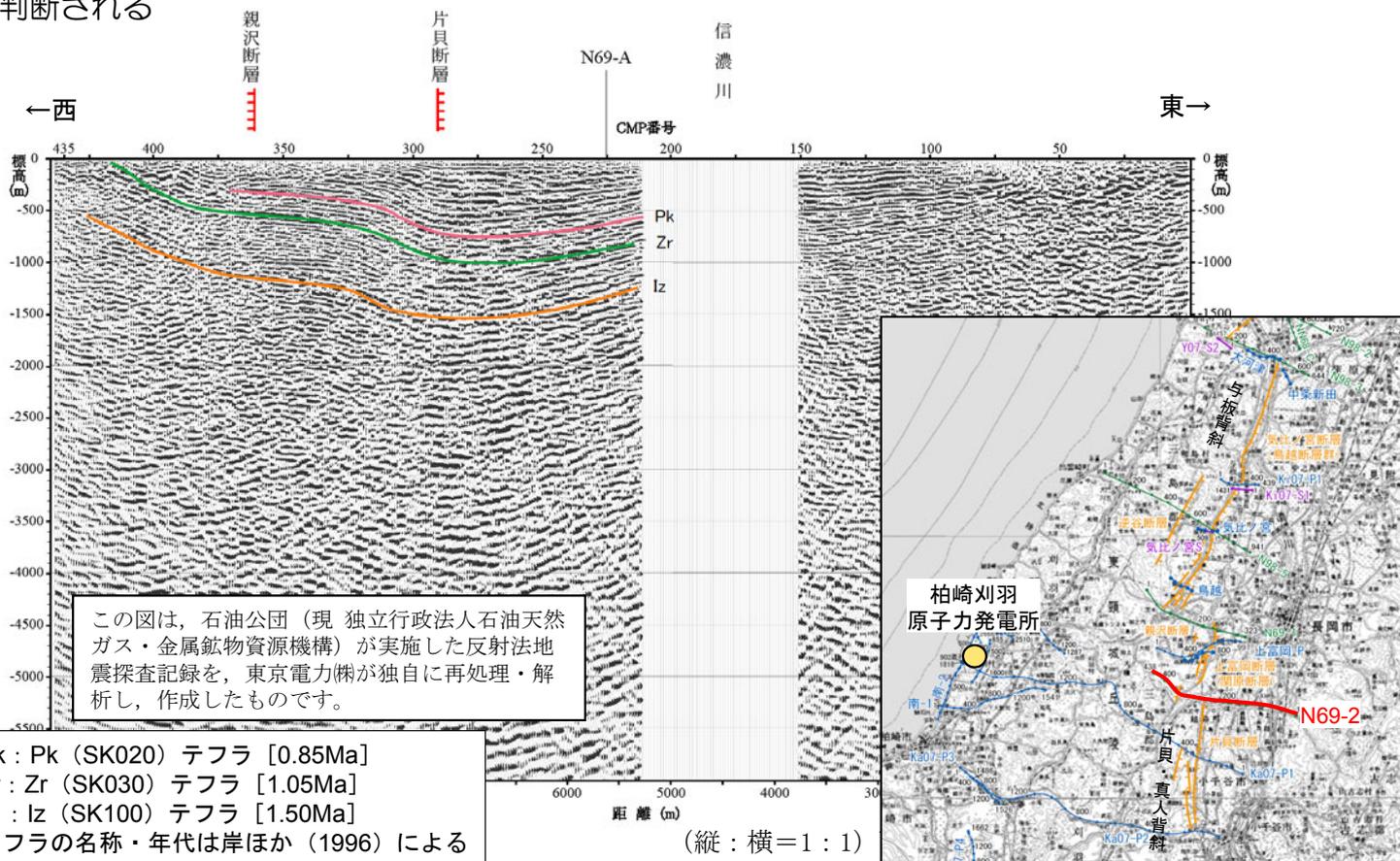
片貝断層の地表地質調査結果（地質断面図）

- 片貝断層は、片貝・真人背斜東翼部において魚沼層が撓曲構造を形成しており、その撓曲を横断して分布するM_I面、M_{II}面及びL_I面は長ドーム状に変形している（K1-K1'~K4-K4'）
- この撓曲構造は、南方の小千谷市時水付近（K5-K5'）において東緩傾斜の同斜構造となり、北方の越路町八島付近（K1-K1'）では傾斜は緩くなるものの、来迎寺付近において沖積層下に埋没する



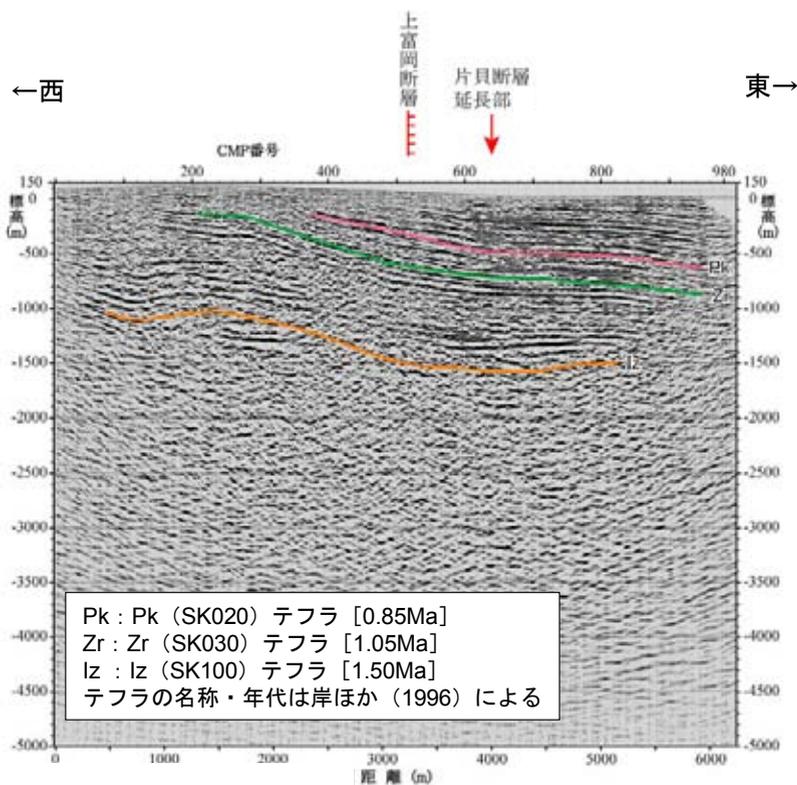
片貝断層・親沢断層の反射法地震探査結果（N69-2測線）

- 片貝断層北部では、緩い撓曲構造の連続が認められる
- 親沢断層については、反射面が東方に緩傾斜で連続しており、露頭で確認されている断層の地下深部への連続は認められないことから、片貝断層の活動に伴う上盤側の地表付近に限られた断層であると判断される



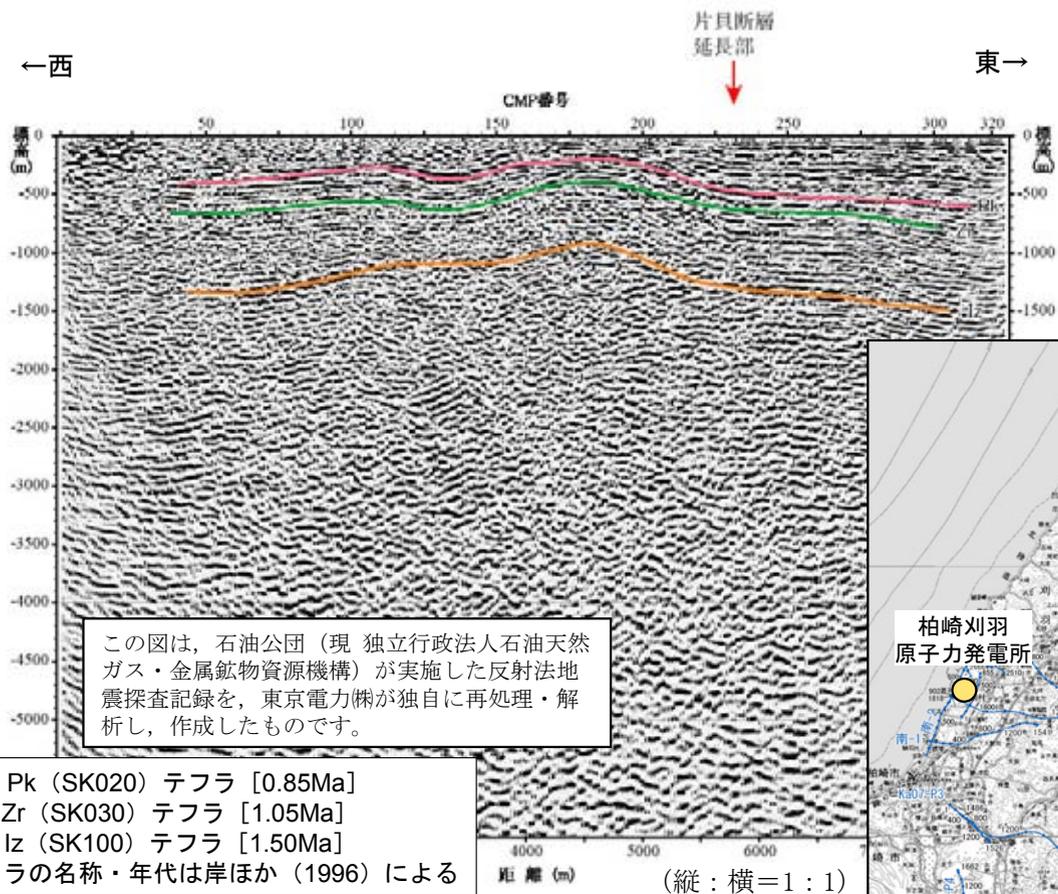
片貝断層・上富岡断層の反射法地震探査結果（上富岡-P測線）

- 上富岡断層が示されている付近では、Pkテフラ以下の地層に $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 東傾斜の同斜構造が認められることから、判読された変動地形は片貝断層の活動に伴う上盤側の地表付近に限られた変形を反映したものと判断される
- 片貝断層と北側の上富岡断層とは、従来別の構造と評価してきたが、上富岡断層東側の沖積面下には、片貝断層の北方延長に変位量は小さいものの深部で片貝断層と類似した撓曲構造が認められることから、この深部に認められる撓曲構造を片貝断層として評価する



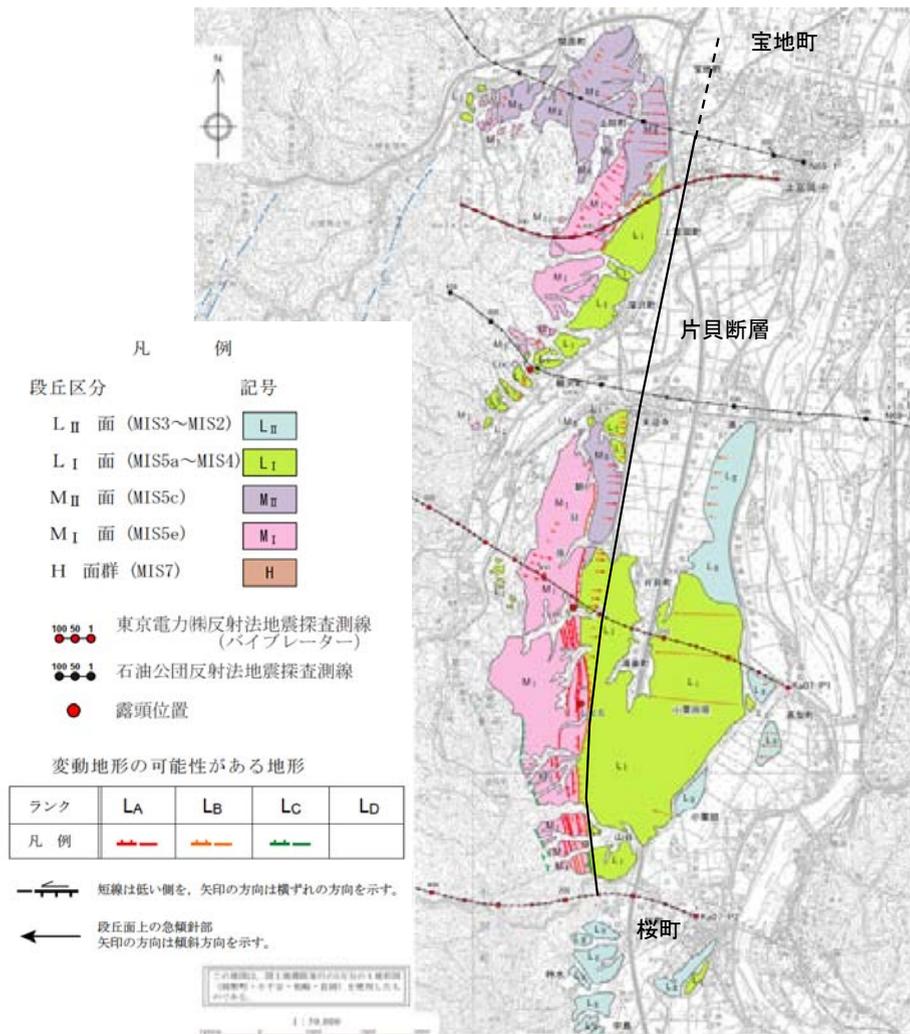
片貝断層の反射法地震探査結果（N69-1測線）

- 関原町付近の沖積面下に非常に緩いものの、撓曲構造が認められる
- その変形量は小さく、片貝断層の活動はほぼ終息しているように見える



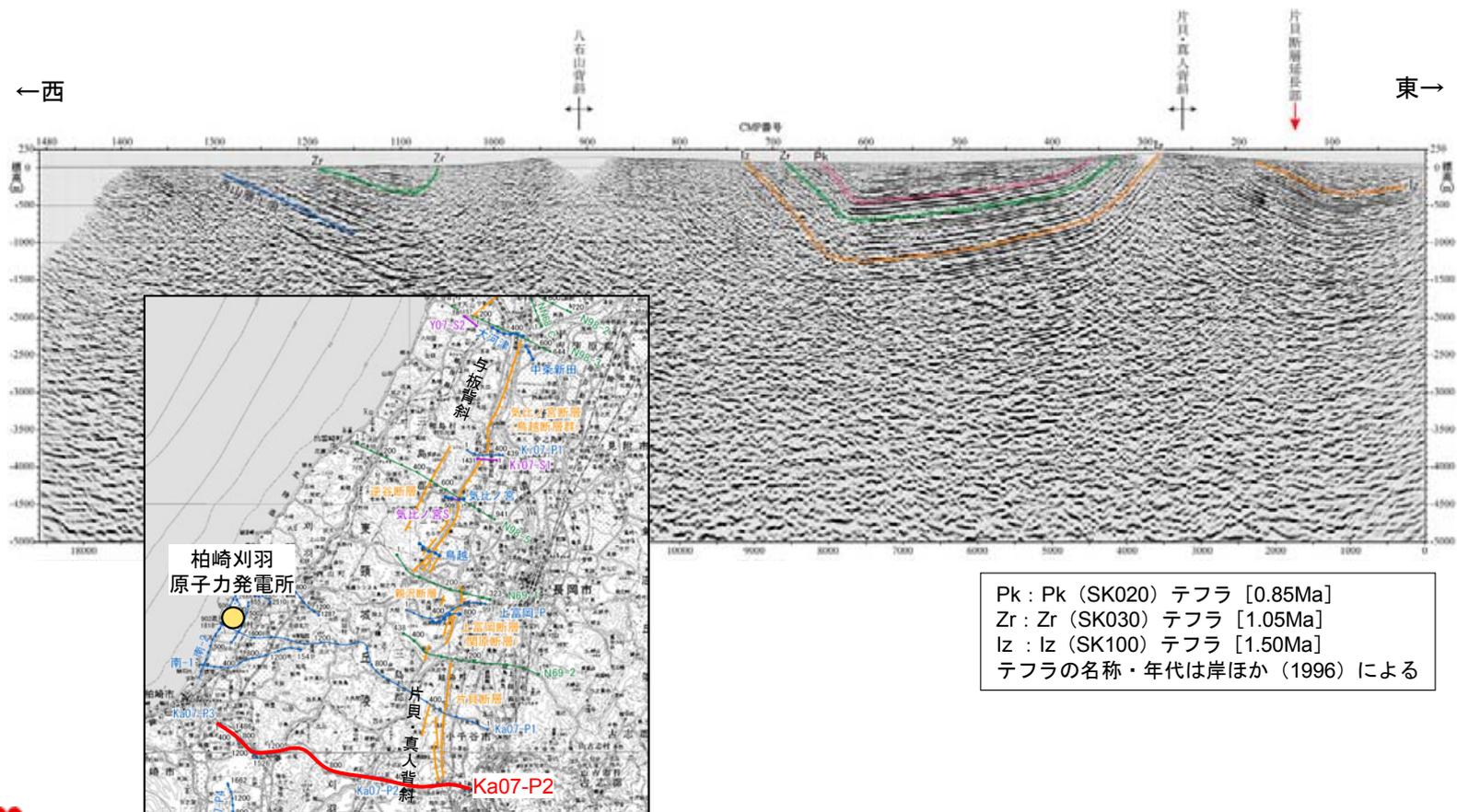
片貝断層北部における段丘面分布状況（北方延長の評価）

- 反射法地震探査結果によると、片貝断層は関原町付近に分布するM_{II}面の東側まで北方延長と考えられる撓曲構造が認められる
- 段丘面にみられる変位量は南部に比べて北部では小さくなるものの、変動地形として認識される
- 関原町付近のM_{II}面には、片貝断層北方延長の撓曲構造に関連したと考えられる変動地形が認められることから、宝地町付近までの活動性を考慮することとし、この北側で片貝断層の活動は終息しているものと判断される
- また、片貝断層の北西側には気比ノ宮断層が位置し、この付近が活動セグメントの境界になっていると考えられる



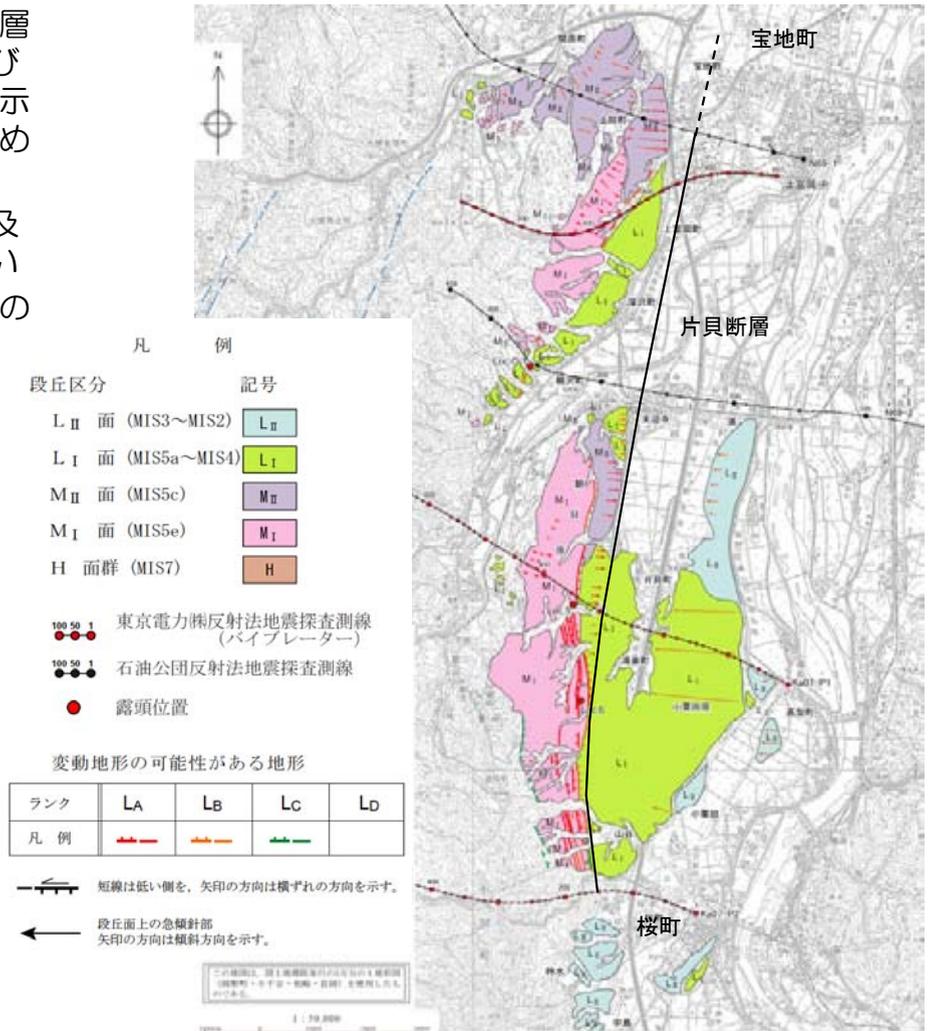
片貝断層の反射法地震探査結果（Ka07-P2測線）

- 片貝断層の南方延長部においては、Izテフラ付近及びそれ以下の地層は東傾斜の同斜構造を示しており、主部（Ka07-P1測線）で確認されたような撓曲構造は認められない



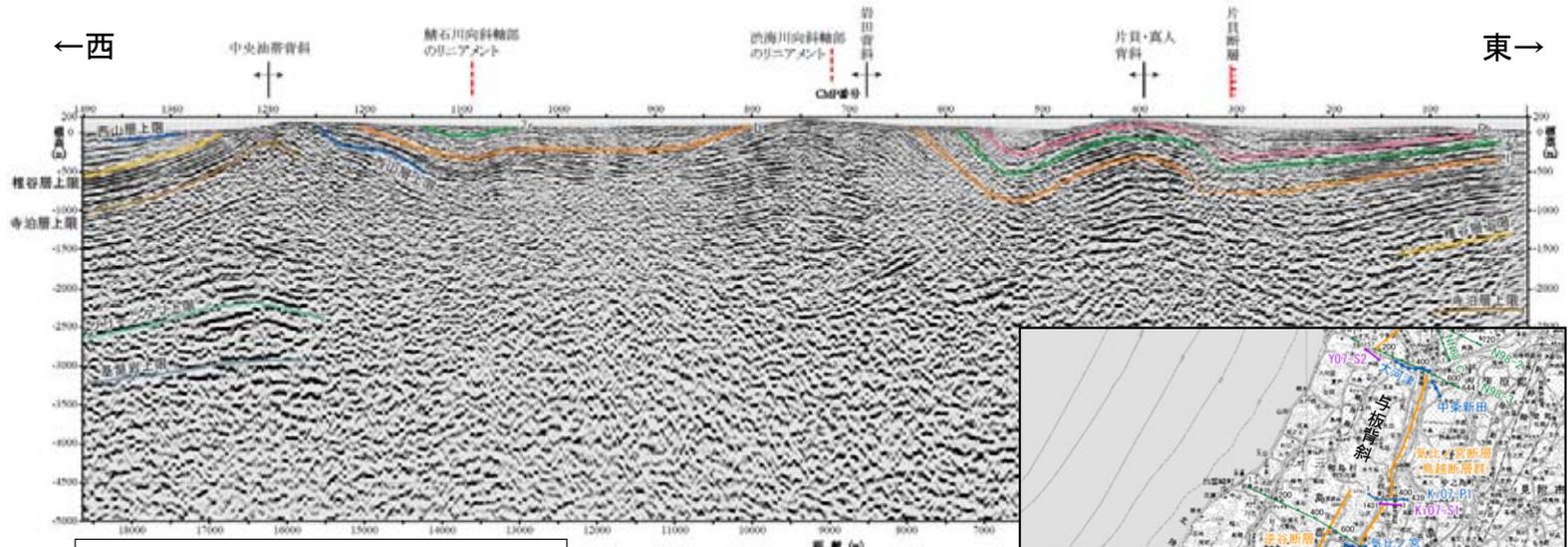
片貝断層南部における活動性

- 反射法地震探査結果によると、片貝断層はKa07-P2測線においてL₂テフラ及びそれ以下の地層は東傾斜の同斜構造を示しており、主部のような撓曲構造は認められなくなる
- その南方の桜町付近に分布するL_{II}面及びL_I面には、変動地形は認められない
- 以上のことから、この付近で片貝断層の活動は終息しているものと判断される



片貝断層に関連した褶曲群

- 片貝断層の上盤側（西側）には、片貝断層に関連した褶曲構造が存在し、中央油帯背斜と岩田背斜の間には鯖石川向斜部のリニアメント及び渋海川向斜部のリニアメントがそれぞれ示されている



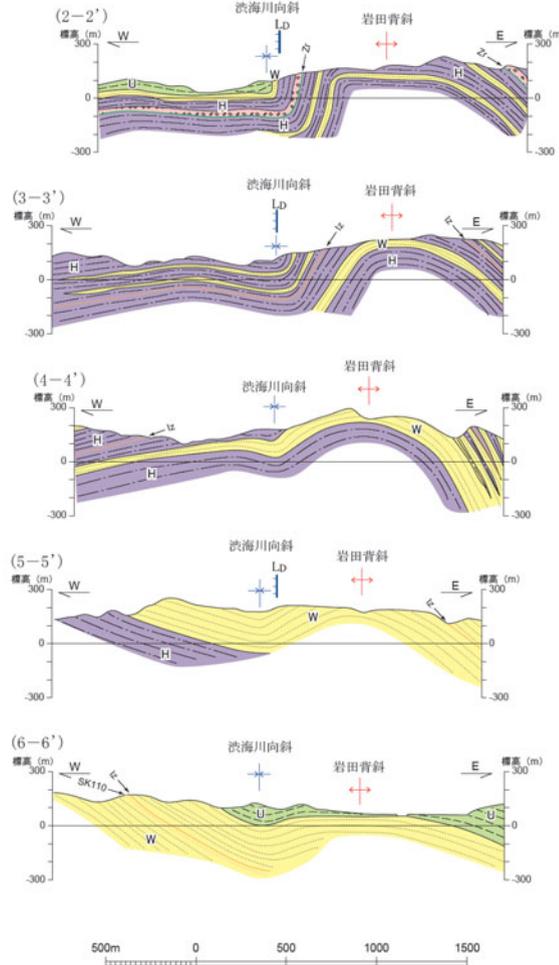
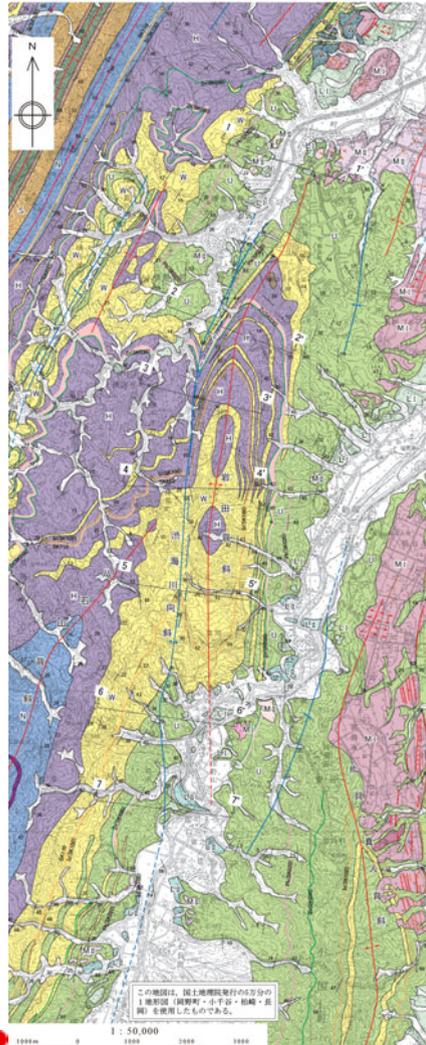
Pk : Pk (SK020) テフラ [0.85Ma]
 Zr : Zr (SK030) テフラ [1.05Ma]
 lz : lz (SK100) テフラ [1.50Ma]
 テフラの名称・年代は岸ほか (1996) による

(縦 : 横 = 1 : 1)

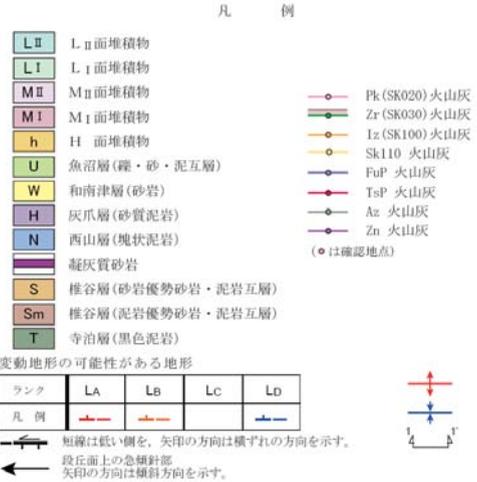
Ka07-P1測線の反射法地震探査結果



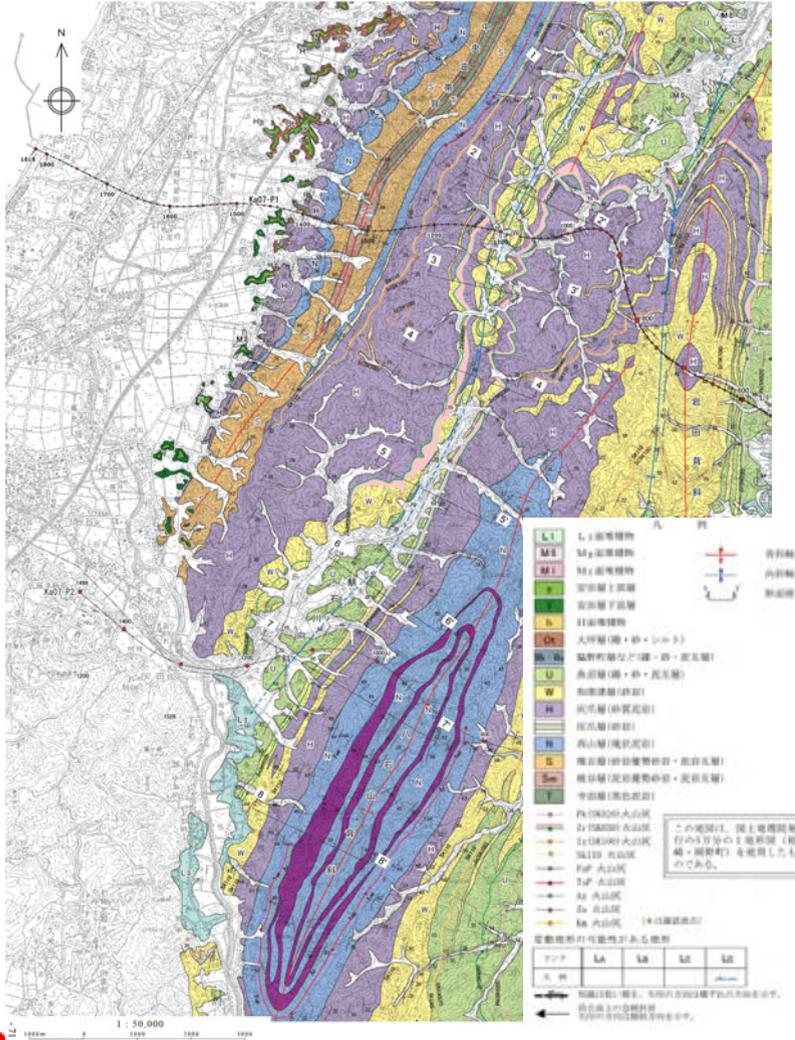
渋海川向斜部のリニアメントの地形調査・地表地質調査結果



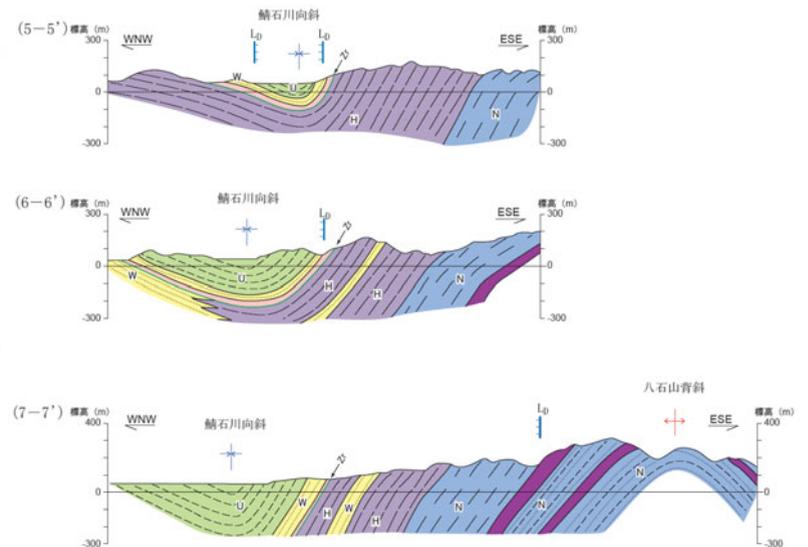
- 渋海川向斜部のリニアメントが指摘される位置は向斜構造となっており、この向斜の東側に分布する片貝断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断される
- 渋海川向斜沿いに判読されたLdランクの地形については、北部では撓曲構造が認められるが、南部では緩い向斜構造となっている



鯖石川向斜部のリニアメントの地形調査・地表地質調査結果



- 鯖石川向斜部のリニアメントが指摘される位置は向斜構造となっており、この向斜の東側に分布する片貝断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断される
- 判読された鯖石川向斜部の東西両側に並走する2条のL₀ランクの地形は、向斜部に帯状に分布する和南津層の砂岩とそれを取り巻く固結した灰岩層の泥質砂岩あるいは魚沼層の泥岩優勢互層の境界にほぼ対応していることから、岩質の差に起因した侵食地形であると判断される

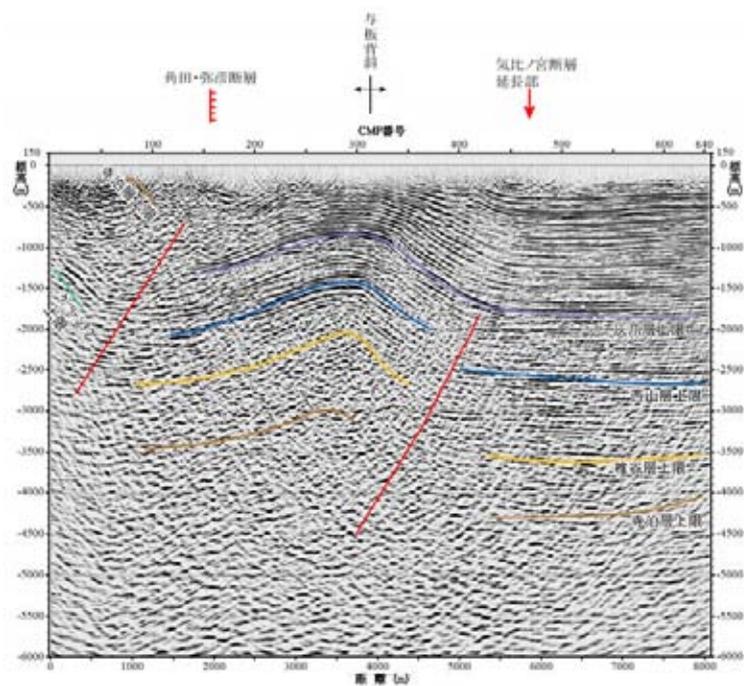


片貝断層・上富岡断層・親沢断層及び関連する褶曲群の評価

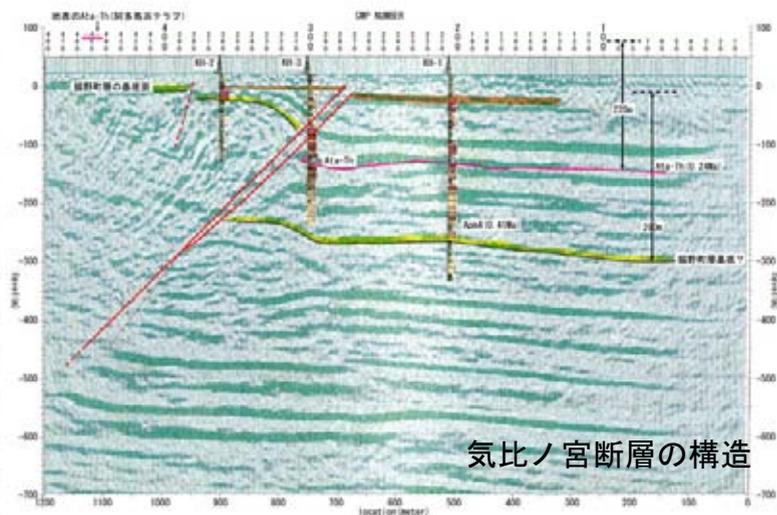
- 片貝断層は、片貝・真人背斜東翼部に撓曲構造が連続し、M_I面、M_{II}面、L_I面、L_{II}面及びそれらの段丘堆積物に変形が認められることから、後期更新世以降における活動があったものと判断される
- 上富岡断層及び親沢断層の東側の沖積面下では、片貝断層の北方延長に変位量は小さいものの、深部で片貝断層と類似した撓曲構造が認められることから、この撓曲構造を片貝断層として評価する
- 片貝断層の北部（上富岡断層及び親沢断層が示されている付近）については、関原台地東側の沖積面下に撓曲構造は認められるものの、その変形は非常に緩やかであり、片貝断層の活動はほぼ終息しているように見える。しかしながら、関原町付近における段丘面の波状変形は、片貝断層の上盤における断層関連褶曲と考えられ、この段丘面にみられる変形が認められなくなる小千谷市桜町付近において、片貝断層の活動が終息しているものと判断される
- 親沢断層及び上富岡断層については、反射法地震探査結果によると、断層の地下深部への連続は認められないことから、片貝断層の上盤側の変形に伴う副次的な断層であると判断される
- 以上のことから、片貝断層の長さは、長岡市宝地町付近から小千谷市桜町付近に至る間の約16kmと評価する
- なお、片貝断層の上盤側には、片貝断層に関連した褶曲構造が存在し、渋海川向斜部のリニアメント、鯖石川向斜部のリニアメント等が示されているが、これらの位置にみられる地質構造は、いずれも片貝断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断されることから、主要な活構造としては片貝断層を考慮する

角田・弥彦断層／気比ノ宮断層／片貝断層の連続性（1）

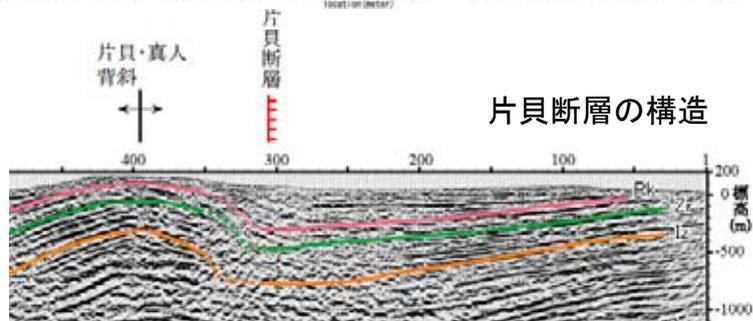
- 角田・弥彦断層，気比ノ宮断層及び片貝断層は，それぞれ異なる丘陵の東翼に位置し，地下構造としても連続しない
- 角田・弥彦断層及び気比ノ宮断層は，鮮新統に数千mの断層変位を与える西上がりの逆断層であるのに対して，片貝断層は，少なくとも地下1,500m以浅には断層変位が及んでおらず撓曲構造が認められるのみである



角田・弥彦断層と気比ノ宮断層の構造



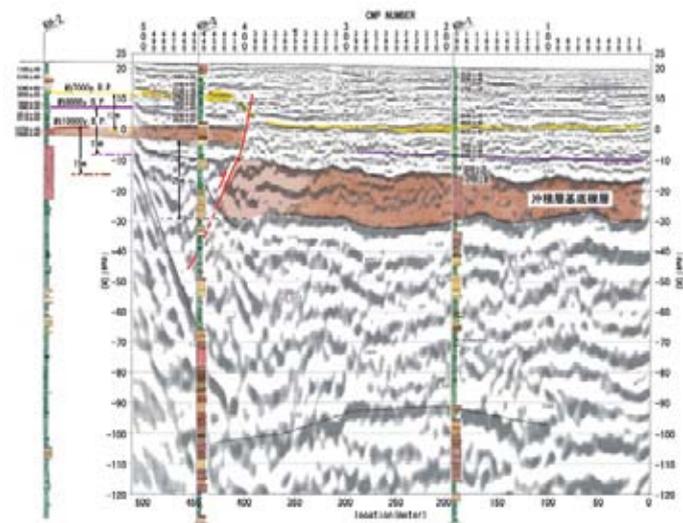
気比ノ宮断層の構造



片貝断層の構造

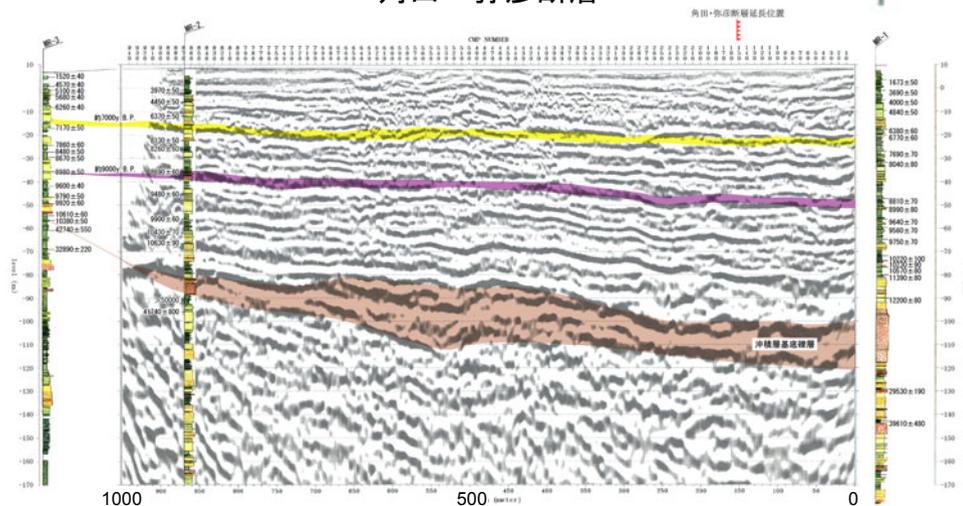
角田・弥彦断層／気比ノ宮断層／片貝断層の連続性 (2)

- 気比ノ宮断層は、沖積層の上面に約15mの鉛直変位が推定され、完新世以降も活動が活発であり、トレンチ調査によって13世紀以降の活動が示唆されるとの指摘もある
- 一方、角田・弥彦断層は、完新世以降の活動はあまり顕著ではなく、沖積層の基底は傾動は否定できないものの、気比ノ宮断層のような断層変位は認められないことから、気比ノ宮断層と比較して活動性が小さいと考えられる



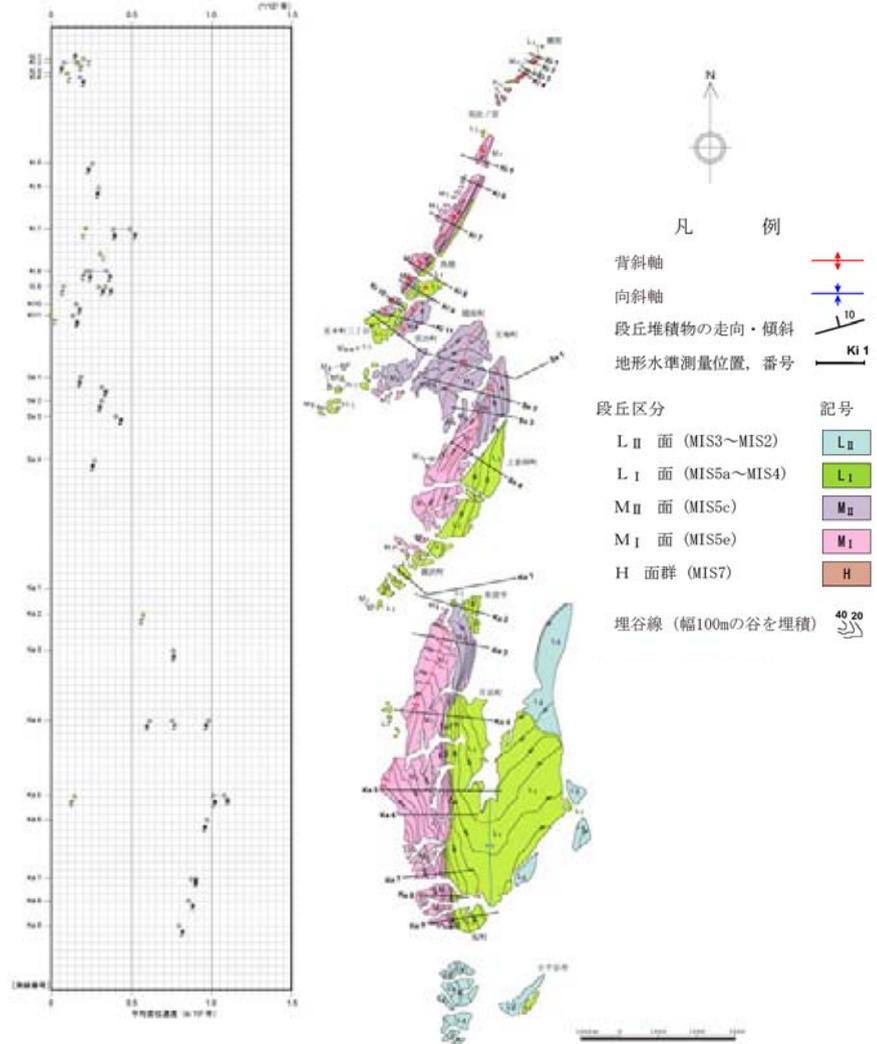
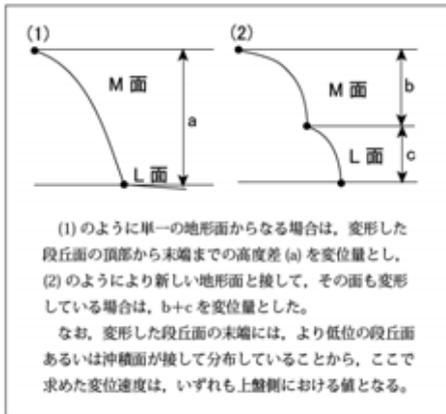
気比ノ宮断層

角田・弥彦断層



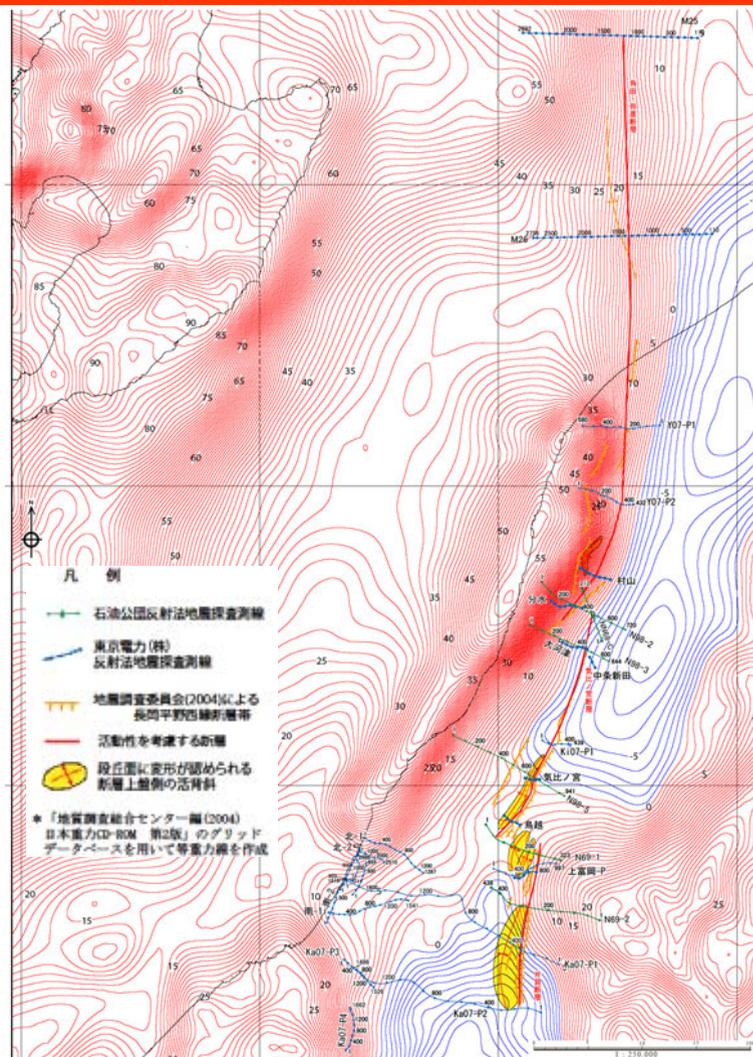
角田・弥彦断層／気比ノ宮断層／片貝断層の連続性 (3)

- 気比ノ宮断層及び片貝断層は、断層の上盤側における段丘面の変形が顕著であることに対して、角田・弥彦断層は、その前線が沖積面下に伏在しており、地形上の特徴が異なる
- 気比ノ宮断層及び片貝断層の上盤側における段丘面の変形から両断層の平均変位速度を求めた結果、最大値は気比ノ宮断層の約0.5m／千年に対して、片貝断層は約1.2m／千年の値を示し、活動性に大きな差異が認められる



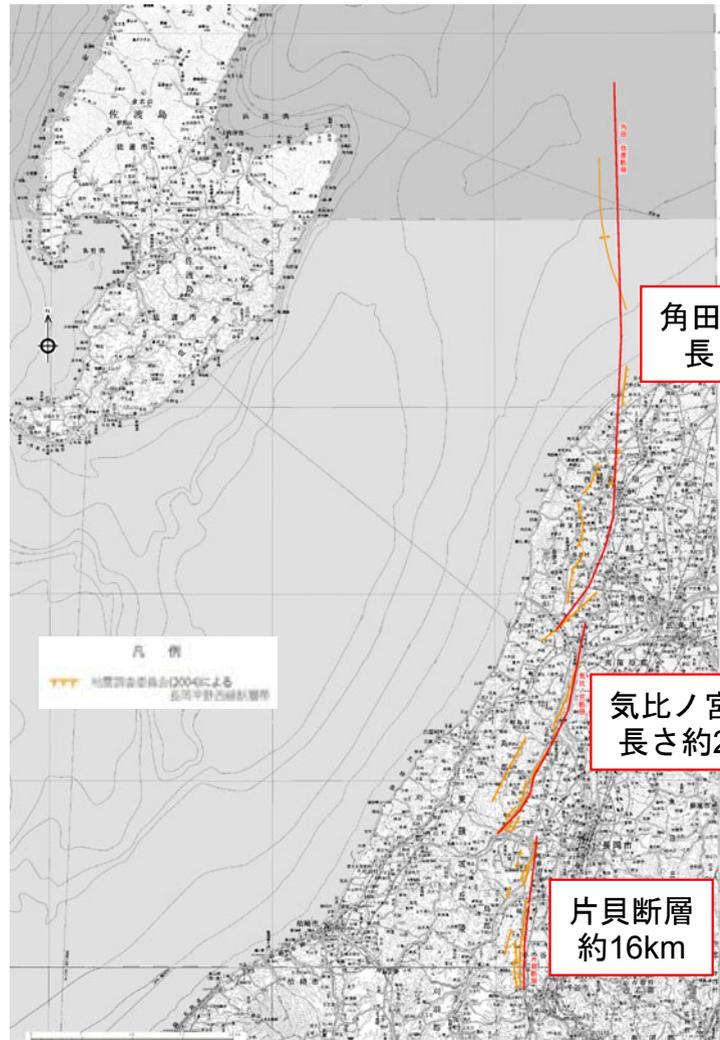
角田・弥彦断層／気比ノ宮断層／片貝断層の連続性（4）

- 角田・弥彦断層は、西側の角田・弥彦山塊付近の高重力異常域と東側の低重力異常域の境界部となる直線的に連続する重力異常の急変域に位置していることから、比較的古い時代に活発な活動があり、地質構造の形成に寄与したものと推定される
- 気比ノ宮断層は、信濃川沿いの低重力異常域の西縁付近に位置しているものの、急変帯は認められず、等重力線の走向ともやや斜交する
- 片貝断層は、断層の東低下側は高重力異常域、西隆起側は低重力域となっており、重力異常との対応は認められない



長岡平野西縁断層帯の評価

- 角田・弥彦断層，気比ノ宮断層及び片貝断層は，それぞれ個別の断層として評価することを基本とする
- なお，これらの断層の同時活動についても不確かさの検討として，念のため，考慮することとし，その長さは約90kmとする



その他断層の評価

その他断層の評価一覧

断層・リニアメント名	空中写真判読結果				文献調査結果		評価
	ランク	長さ	地形形態	変位基準	新編「日本の活断層」	活断層詳細デジタルマップ	
⑪ 悠久山断層	L _A 、L _B 及びL _C	10 (北部)	逆傾斜・傾斜変換部	M _I 面	確実度Ⅰ・Ⅲ [15km]	活断層 12.5km	・名木野町から栖吉町に至る間に認められる東上がりの撓曲構造は、後期更新世以降における活動があったものと判断され、悠久町から鷺巣町に至る間に認められる東落ちの断層が存在するとしても、東上がりの断層に付随したものと考えられることから、両者の活動性を考慮することとし、その長さは名木野町から鷺巣町に至る間の約13kmである。
			撓み状の崖	M _I 面・M _{II} 面			
	L _A 、L _B (南部)	1.2	逆向きの低崖・直線状の谷	M _I 面・M _{II} 面			
			逆傾斜	H面群			
		逆向きの低崖・溝状凹地	M _I 面				
⑫ 半蔵金付近のリニアメント	L _C	9	崖・鞍部・直線状の谷	丘陵斜面	—	—	・判読された変動地形の可能性がある地形は、侵食地形と推定されるが、断層の存在を確実に否定できず、その長さは約9kmである。
⑬ 柏崎平野南東縁のリニアメント	L _B	3.5	撓み状の崖・増傾斜	M _I ⁺ 面	—	—	・柏崎市城之組付近において西山層以下の地層に撓曲構造が認められ、M _I ⁺ 面等に撓み状の形態が認められることから、後期更新世以降における活動があったものと判断され、その長さは約3.5kmである。
			撓み状の崖・直線状の谷	H面群			
⑭ 山本山断層	L _A 、L _B	3.5	逆傾斜	H面群	確実度Ⅱ [3km]	活断層 3.5km	・小千谷市山本山付近から同市池中新田に至る間に認められる撓曲構造には東上がりの断層が推定され、後期更新世以降における活動があったものと判断され、その長さは約3.5kmである。
			撓み状の崖	M _{II} 面			
			崖・撓み状の崖	H面群・M _{II} 面			
⑮ 水上断層	L _C	4	崖・鞍部・溝状凹地	丘陵斜面	確実度Ⅱ [2km]	—	・判読された変動地形の可能性がある地形の一部は、侵食地形と推定されるが、その他部分の成因は不明であり、その長さは約4kmである。
⑯ 細越断層	L _C 、L _D	2	崖・鞍部・直線状の谷	丘陵斜面	確実度Ⅱ [7km]	—	・判読された変動地形の可能性がある地形の一部は、侵食地形と判断される。文献で示されている断層の南東においては、灰爪層以上の地層に北西上がりの撓曲構造が認められるものの、同構造を覆って地表部に広く分布する久米層はほぼ水平な構造を示していることから、久米層堆積以降における活動はないものと判断される。
⑰ 上米山断層	L _C 、L _D	5.5	崖・鞍部	山地斜面	確実度Ⅱ [5km]	—	・判読された変動地形の可能性がある地形は、侵食地形と推定されるが、断層の存在を確実に否定できず、その長さは約5.5kmである。
⑱ 雁海断層	L _C 、L _D	5.5	崖・鞍部・直線状の谷 屈曲	丘陵斜面 尾根・河川	確実度Ⅱ [7km]	推定活断層 5km	・判読された変動地形の可能性がある地形は、その成因が不明であることから、同地形に対応する断層の活動性を否定できず、文献で示される長さは約7kmである。
⑲ 十日町盆地西縁断層	L _B 、L _C	>10	撓曲崖・撓み状の崖	M _I 面・M _{II} 面	傾動	活断層 9km	・M _I 面及びM _{II} 面に認められる撓曲崖、撓み状の崖が認められることから、後期更新世以降における活動があったものと判断され、その長さは10km以上である。
			逆傾斜	M _{II} 面・M _I 面			

第5回合同WGでの報告内容に対する指摘事項

番号	分類	指摘事項	回答
①	角田・弥彦断層	Y07-P2測線及びNN68-C測線において推本が示す長岡平野西縁断層帯の位置を示すとともに、地下構造との関係について見解を示すこと	資料20～22ページで説明
②	上富岡断層	変動地形学的調査から上富岡断層が指摘されているが、上富岡-P測線、N69-1測線においては、地層の不連続あるいは急傾斜が認められないことについて、その理由と上富岡断層の評価を説明すること	資料60～61ページで説明
③	片貝断層	N69-2測線の探査結果を示し、N69-1測線を含め片貝断層の北方延長に係る評価について説明すること	資料59～62ページで説明
④	平均変位速度	上富岡-P測線に関して、推本による長岡平野西縁断層帯の平均的な上下変位の速度は、3m/1000年であり、Zrテフラの堆積年代が約100万年前とすると、Zrテフラの変位・変形は3000mに達するはずであるが、反射記録には、それらしいものが認められないことについて見解を示すこと	資料10ページ、58ページで説明

(参考) 長岡平野西縁断層帯のバランス断面法

- 地表地質調査結果，反射法地震探査結果等に基づき，バランス断面法による地下深部の断層構造の推定を試みた

