

# 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺陸域の地質・地質構造

平成20年4月28日

東京電力株式会社



東京電力

---

# 敷地周辺陸域の地形図



本書に掲載した地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万分の1地形図、5万分の1地形図、20万分の1地勢図を複製したものである。

（承認番号 平20北複、第6号）

# 敷地周辺陸域の地質層序表

- 更新世中期～後期の地層：  
下位より安田層，大湊砂層，番神砂層  
段丘堆積物（M面，L面）等
- 更新世前期末～中期の地層：  
下位より大坪層，青海川層  
段丘堆積物（H面群）等
- 新第三紀～鮮新世初期：  
下位よりグリーンタフ，七谷層，寺泊層，椎谷層
- 新第三紀鮮新世～第四紀更新世前期：  
下位より西山層，灰爪層，魚沼層
- 先第三紀：  
基盤岩類（花崗岩類，超塩基性岩類）

時代	地層名	主な層相・岩質	
第四紀 更新世	完新世	沖積層・新期砂層	礫，砂，シルト，粘土，細～中粒砂
	後期	L II面堆積物	礫，砂
		番神砂層	中粒砂
		L I面堆積物 M II面堆積物	礫，砂 礫，砂
	中期	大湊砂層	中粒砂
		安田層	シルト，粘土，砂
		青海川層	シルト，粘土，礫，砂
	前期	H面群堆積物	礫，砂
		脇野町層・和島層・久米層 大坪層・駒の間層等	シルト，粘土，礫，砂
		魚沼層	砂層・礫層・泥岩五層 安山岩質火山噴出岩類
第三紀 鮮新世	灰爪層	砂岩・泥岩五層 砂質泥岩，凝灰質泥岩	
	後期		
	前期	西山層	泥岩，砂岩・泥岩五層
	中新世	椎谷層	砂岩・泥岩頁岩 安山岩質火山噴出岩類
		寺泊層	黒色頁岩，砂岩・頁岩五層 安山岩質火山噴出岩類
		七谷層	硬質頁岩，砂岩，礫岩
前期	グリーンタフ	緑色凝灰岩，安山岩， デイサイト，流紋岩	
先新第三紀	基盤岩類	花崗岩類 超塩基性岩類	

※米山火山岩類  
(安山岩質火山噴出岩類)

☒ 示標テフラ

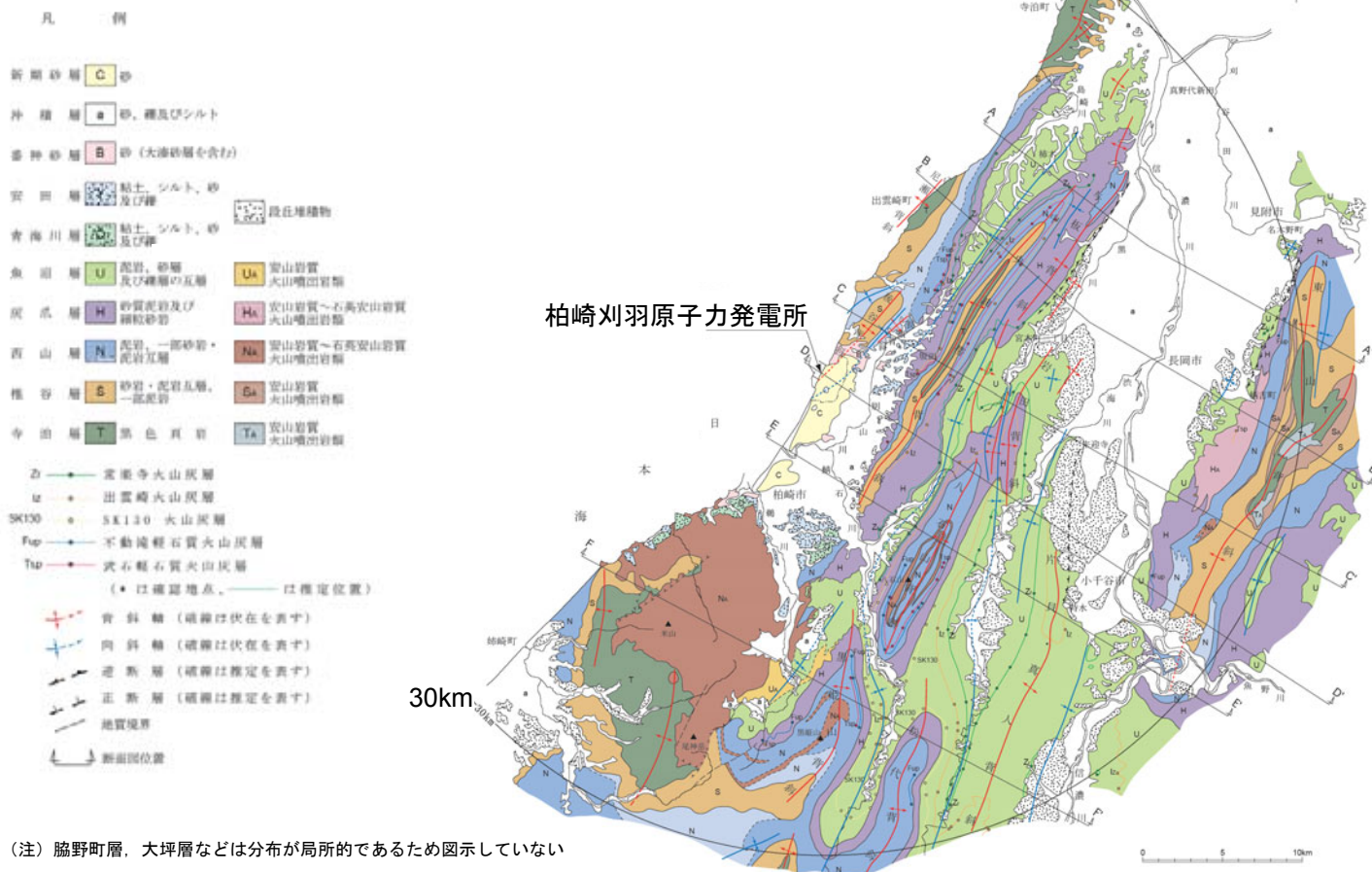
〰 不整合

≡ 同時異相

\*和南津層は，北部では灰爪層に，南部では魚沼層に含めた。

# 敷地周辺陸域の地質図

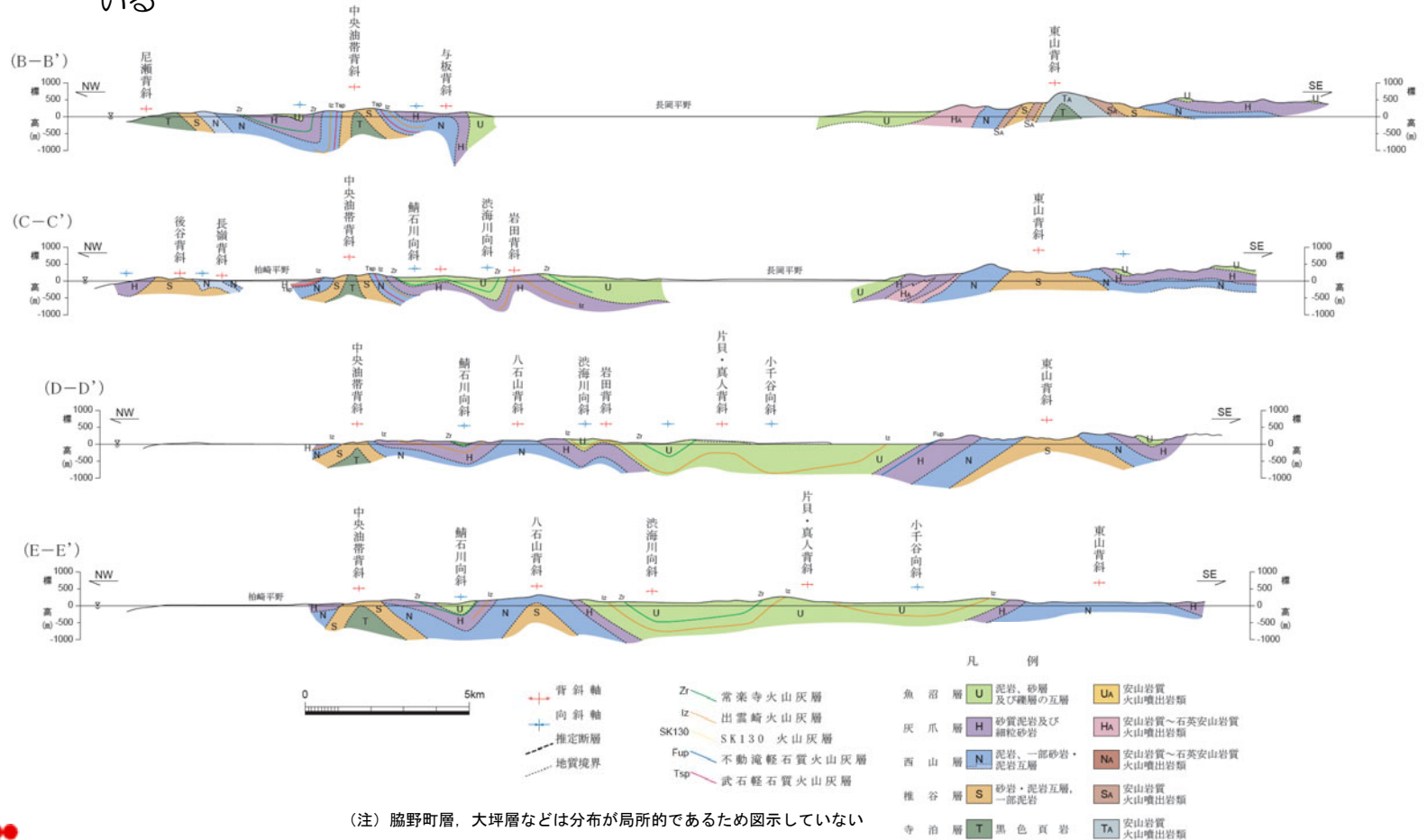
- 敷地を中心とする半径約30kmの陸域には、NNE-SSW方向の褶曲構造が発達し、背斜構造は丘陵部に、向斜構造は低地にそれぞれ位置し、地形と30km褶曲構造とは良い対応を示す



(注) 脇野町層、大坪層などは分布が局所的であるため図示していない

# 敷地周辺陸域の地質断面図

- 敷地周辺陸域の地質構造は、NNE-SSW方向に軸をもつ褶曲構造で特徴づけられ、中央油帯背斜西翼部、与板背斜東翼部、片貝・真人背斜東翼部、東山背斜西翼部等には、それぞれ活断層が示されている

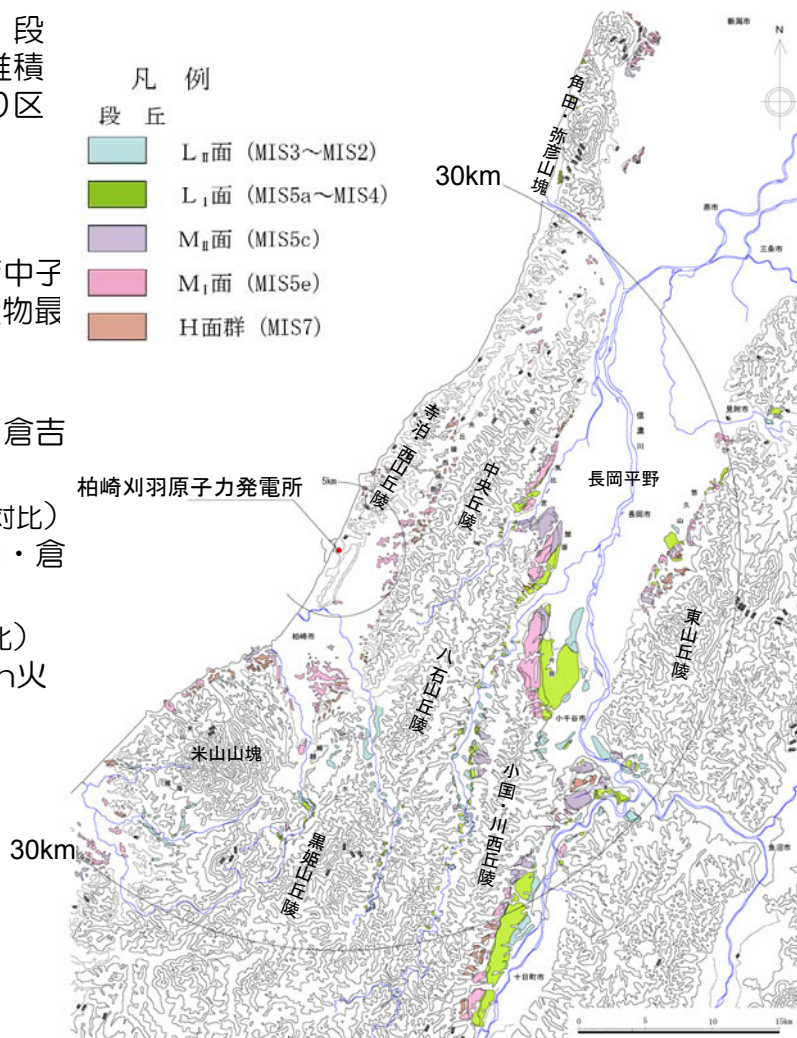


(注) 脇野町層、大坪層などは分布が局所的であるため図示していない

# 敷地周辺陸域の段丘面分布図

■ 空中写真判読，地表地質調査結果等に基づいて，段丘面の性状（分布，形態，面の保存状況等），堆積物の層相及び火山灰層との関係から以下のとおり区分した

- H面群
- M<sub>I</sub>面（MIS5e：南関東の下末吉面に対比）  
段丘堆積物と風成火山灰層の境界付近で中子軽石層（約13～15万年前）を，段丘堆積物最上部で赤沢軽石層（約13万年前）を確認
- M<sub>II</sub>面（MIS5c：南関東の小原台面に対比）  
段丘堆積物を覆うローム層中部で大山・倉吉軽石層（約5万年前）を確認
- L<sub>I</sub>面（MIS5a～MIS4：南関東の三崎面に対比）  
段丘堆積物を覆うローム層下部から大山・倉吉軽石層（約5万年前）を確認
- L<sub>II</sub>面（MIS4～MIS2：南関東の立川面に対比）  
段丘堆積物直上のローム層中から始良Tn火山灰層（約2万年前）を確認



# 空中写真による変動地形判読基準

変動地形 <sup>1)</sup> のランク	山地・丘陵内		段丘面, 扇状地等の平坦面上	
	崖・鞍部等	尾根・水系の屈曲	崖・溝状凹地等	撓み・傾斜面
<p><b>L<sub>A</sub></b></p> <p>変位地形<sup>2)</sup>と認定できる数多くの地形要素が認められ, 他の成因による可能性が否定でき, かつ, 新しい基準地形に累積的な不連続が認められ, その位置が確実に認定できるもの。</p>	<p>新鮮な崖, 鞍部等の連続の良い直線状ないし弧状の配列からなり, 連続区間が長く, 両側の地形形態が類似し, 一様な高度差が認められ, かつ, 延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。</p>	<p>尾根・水系が長い区間で同方向に屈曲し, かつ,</p> <p>(1) 屈曲は鮮明であり, 河川の規模と屈曲量との相関あるいは,</p> <p>(2) 閉塞丘, 風隙等の特異な地形のいずれかが認められるもの。</p>	<p>崖, 溝状凹地等の連続の良い配列からなり, 方向が水系の側刻方向と異なり, 延長が長く, かつ,</p> <p>(1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し, 古い段丘面ほど比高が大きい</p> <p>(2) 崖面が山地, 丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示す</p> <p>(3) 山地, 丘陵内の明瞭な崖, 鞍部等に連続する</p> <p>のいずれかが認められるもの。</p>	<p>a. 撓み状の形態が鮮明であり, その量が大きいもの。</p> <p>b. 平坦面の傾斜角が大きいもの。</p> <p>上記a, bのうち, 量や傾斜角に累積性があり, かつ, 延長が長いもの。</p>
<p><b>L<sub>B</sub></b></p> <p>変位地形と認定できる地形要素及び新しい基準地形に不連続が認められるもの, 位置に不確かさがあるもの, あるいは, 変位地形として認定できる地形要素がやや少なく, その他の成因によるものである可能性が若干残るもの。</p>	<p>崖, 鞍部等の連続の良い直線状ないし弧状の配列からなり, 連続区間が長く, 両側の地形形態が類似し, 一様な高度差が認められ, かつ,</p> <p>(1) 地形形態は鮮明であるもの。</p> <p>あるいは,</p> <p>(2) 地形形態はやや不鮮明であるが, 延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。</p>	<p>尾根・水系が同方向に屈曲し, 屈曲は鮮明であり, かつ,</p> <p>(1) 連続区間は長いが, 河川の規模と屈曲量との相関, あるいは, 閉塞丘, 風隙等の特異な地形のいずれも認められないもの。</p> <p>あるいは,</p> <p>(2) 連続区間は短いが, 河川の規模と屈曲量との相関, あるいは, 閉塞丘, 風隙等の特異な地形が認められるもの。</p>	<p>崖, 溝状凹地等の連続の良い配列からなり, 延長は短い方向が水系の側刻方向と異なるもの, あるいは, 方向が水系の側刻方向であるが延長が長いものうちの,</p> <p>(1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し, 古い段丘面ほど比高が大きい</p> <p>(2) 崖面が山地・丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示す</p> <p>(3) 山地・丘陵内の明瞭な崖, 鞍部等に連続する</p> <p>のいずれかが認められるもの。</p>	<p>上記a, bのうち, 延長は短い, 量や傾斜角に累積性があり, 段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの, あるいは, 累積性は認められないが, 延長の長いもの。</p> <p>撓み状の形態が鮮明であり, その量が小さいが, 延長が長く, 傾斜方向が段丘面の傾斜方向とは逆向きのもの。</p>
<p><b>L<sub>C</sub></b></p> <p>変位地形と認定できる地形要素が認められるが, リニアメントの両側の基準地形が同一であるか否かの認定に不確かさがあり, その他の成因によるものである可能性があるもの, あるいは, 比較的大きな不連続が認められるものの, 新しい地形面での変位が不明瞭なもの。</p>	<p>崖, 鞍部等の直線状ないし弧状の配列からなり, 両側で一様な高度差があるが, 地形形態は一部で不鮮明, 不連続か, あるいは, 延長上の段丘面に崖が認められないもの。</p>	<p>尾根・水系が同方向に屈曲し, かつ,</p> <p>(1) 連続区間は長いが, 屈曲は不鮮明であり, 屈曲量も小さく, 河川の規模と屈曲量との相関が認められないもの。</p> <p>あるいは,</p> <p>(2) 連続区間は短いが, 屈曲は鮮明であり, 河川の規模と屈曲量との相関が認められるもの。</p>	<p>崖, 溝状凹地等の配列からなり, かつ,</p> <p>(1) 方向が水系の側刻方向とやや異なり, 時代の異なる複数の段丘面に連続するが, 延長が短いもの。</p> <p>あるいは,</p> <p>(2) 方向が水系の側刻方向であるが, 延長が長いもの。</p>	<p>撓み状の形態が鮮明なもののうち, 上記以外のもの。</p> <p>撓み状の形態が不鮮明であり, 平坦面の傾斜角も小さいが, 延長が長いもの, あるいは, 延長が短い段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの。</p>
<p><b>L<sub>D</sub></b></p> <p>基準地形が古く, リニアメントをなす地形がやや開析が進んでいるもの, あるいは, 新しい基準地形面上に認められるものの, 延長が短い, その比高や屈曲量が小さいため, 変位地形かその他の成因によるものか識別が困難なもの。</p>	<p>崖, 鞍部等の直線状ないし弧状の配列からなるが, 連続が断続的か, あるいは地形形態が不鮮明であり, 両側の高度差が一様ではないもの。</p>	<p>尾根・水系が同方向に屈曲しているが, 連続区間が短く, 屈曲が不鮮明であり, 屈曲量が小さいもの。</p>	<p>崖, 溝状凹地等の配列からなるが, 延長が短いもの。</p>	<p>撓み状の形態が不鮮明なもの及び平坦面の傾斜角が小さいもののうち, 上記以外のもの。</p>

※ 井上ほか(2002)及び武田ほか(2006)に基づき作成

- 1) 活断層や活褶曲に起因した変動地形である可能性がある地形  
2) 変位地形: 活断層や活褶曲に起因した変動地形



# 敷地周辺陸域の地形調査結果

- 凡例
- 段丘
- L<sub>2</sub>面 (MIS3～MIS2)
  - L<sub>1</sub>面 (MIS5a～MIS4)
  - M<sub>2</sub>面 (MIS5c)
  - M<sub>1</sub>面 (MIS5e)
  - H面群 (MIS7)

変動地形の可能性がある地形

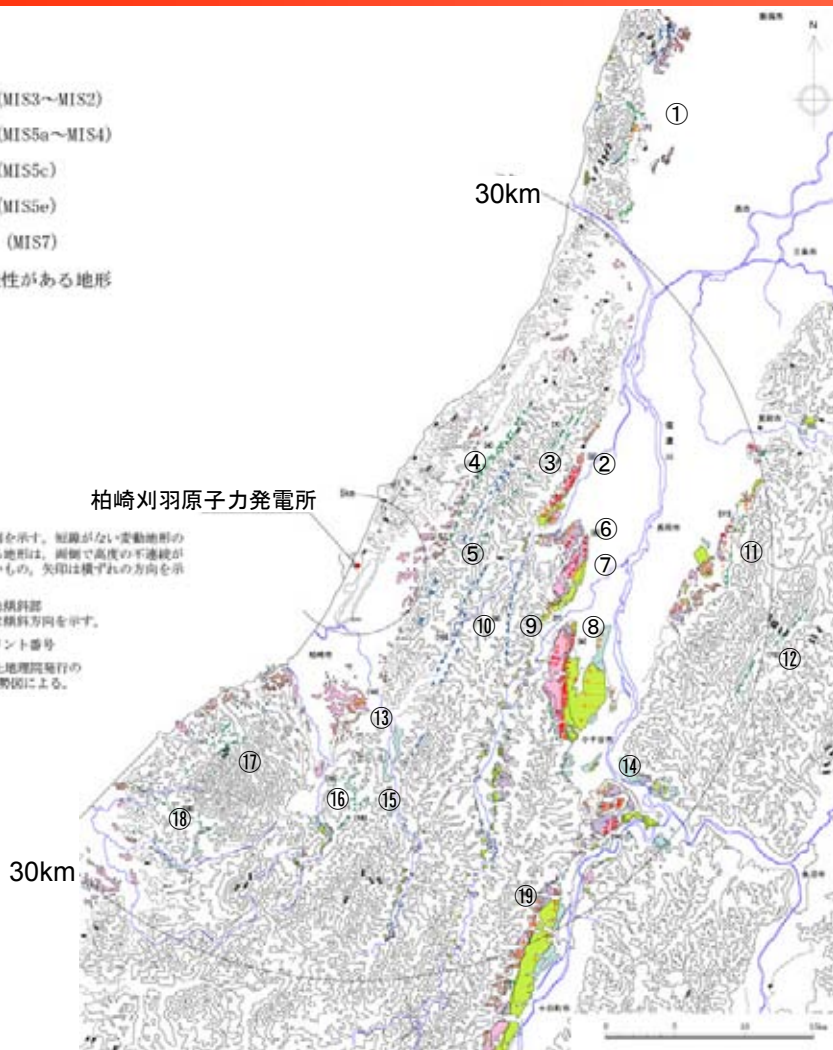
凡例	ランク
	L <sub>A</sub>
	L <sub>B</sub>
	L <sub>C</sub>
	L <sub>D</sub>

短線は矢印を示す。短線がない変動地形の可能性のある地形は、両側で高度の不連続が認められないもの、矢印は横ずれの方向を示す。

段丘面上の急傾斜部  
矢印の方向は傾斜方向を示す。

[ ] 内はリニアメント番号

(注) 等高線は国土地理院発行の20万分の1地形図による。



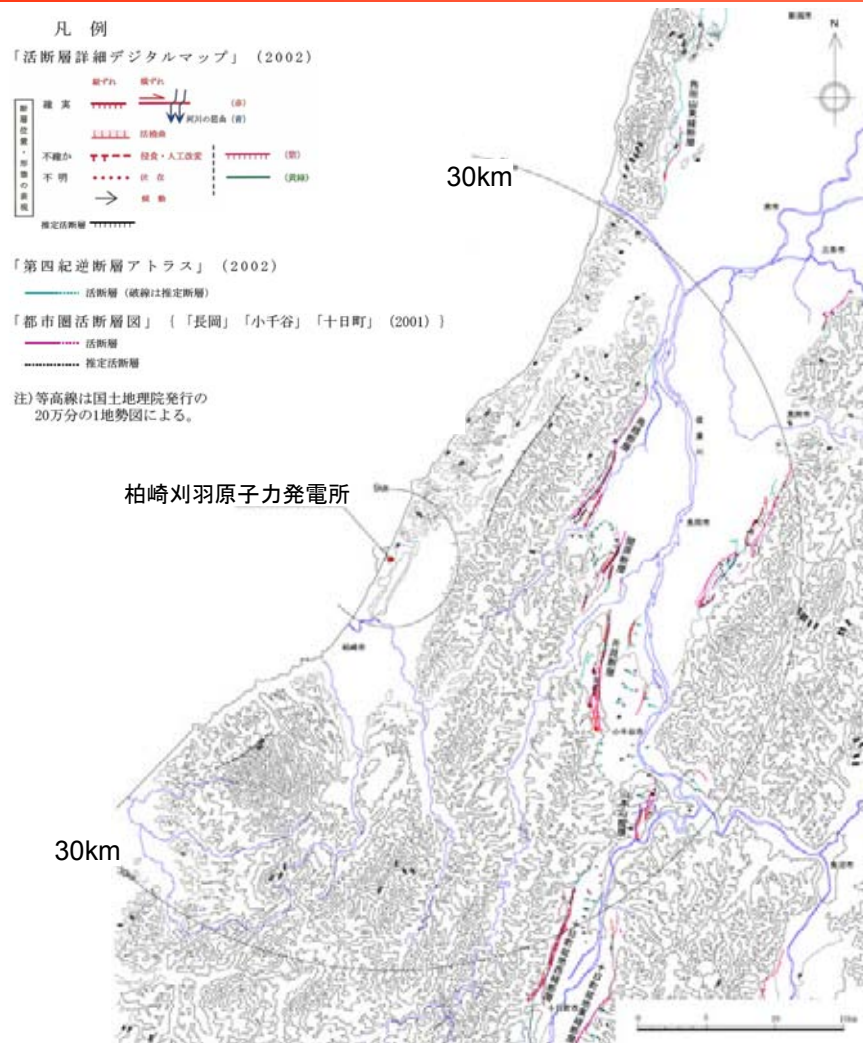
- ①角田・弥彦断層
- ②気比ノ宮断層
- ③逆谷断層
- ④中央丘陵西縁部断層
- ⑤中央油帯背斜軸部のリニアメント
- ⑥上富岡断層
- ⑦親沢断層
- ⑧片貝断層
- ⑨渋海川向斜部のリニアメント
- ⑩鯖石川向斜部のリニアメント
- ⑪悠久山断層
- ⑫半蔵金付近のリニアメント
- ⑬柏崎平野南東縁のリニアメント
- ⑭山本山断層
- ⑮水上断層
- ⑯細越断層
- ⑰上米山断層
- ⑱雁海断層
- ⑲十日町盆地西縁断層



# 文献による敷地周辺陸域の活断層・リニアメント分布図



# 文献による敷地周辺陸域の活断層分布図



## 他機関による長岡平野西縁断層帯の評価

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）によると，長岡平野西縁断層帯は，北から新潟市沖合と日本海沿岸付近の断層及び角田山東縁断層（角田・弥彦断層），鳥越断層（気比ノ宮断層），逆谷断層，関原断層（上富岡断層），親沢断層並びに片貝断層から構成され，断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層帯であり，その長さは新潟市の沖合から小千谷市に至る約83kmとしている

項目		特性
断層帯の位置・形態	長さ／幅	約83km／不明
	走向／傾斜	N10° E/50° ~60° 程度西傾斜
	ずれの向きと種類	西側隆起の逆断層
断層帯の過去の活動	平均的なずれの速度（上下変位成分）	3m/千年程度（角田山東縁断層，鳥越断層）
	過去の活動時期	最新活動時期は13世紀以後（鳥越断層）
	1回当たりずれの量（上下成分）	約2m以上（鳥越断層）
	平均活動間隔	約1,200～約3,700年（鳥越断層）
	過去の活動区間	不明
断層帯の将来の活動	活動区間	断層帯全体で1区間
	地震の規模	M8.0程度

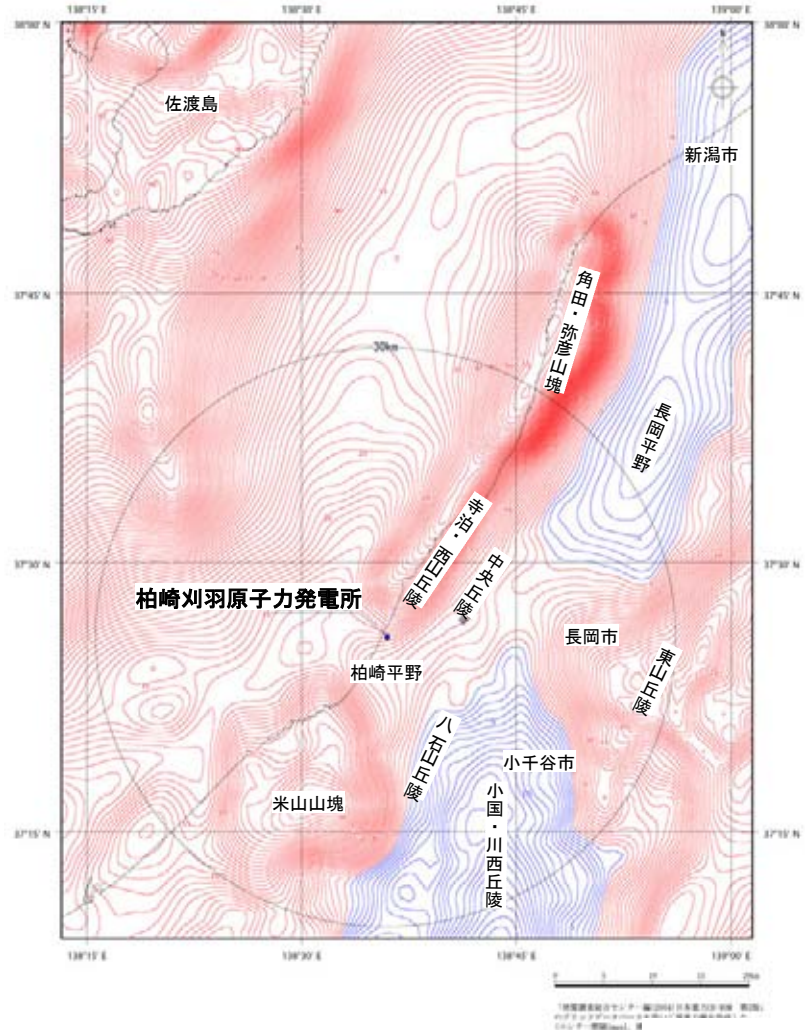
- 産業技術総合研究所活断層データベース（2007）は，本断層帯を弥彦（49km），鳥越（19km）及び片貝（15km）の3つの活動セグメントに区分している



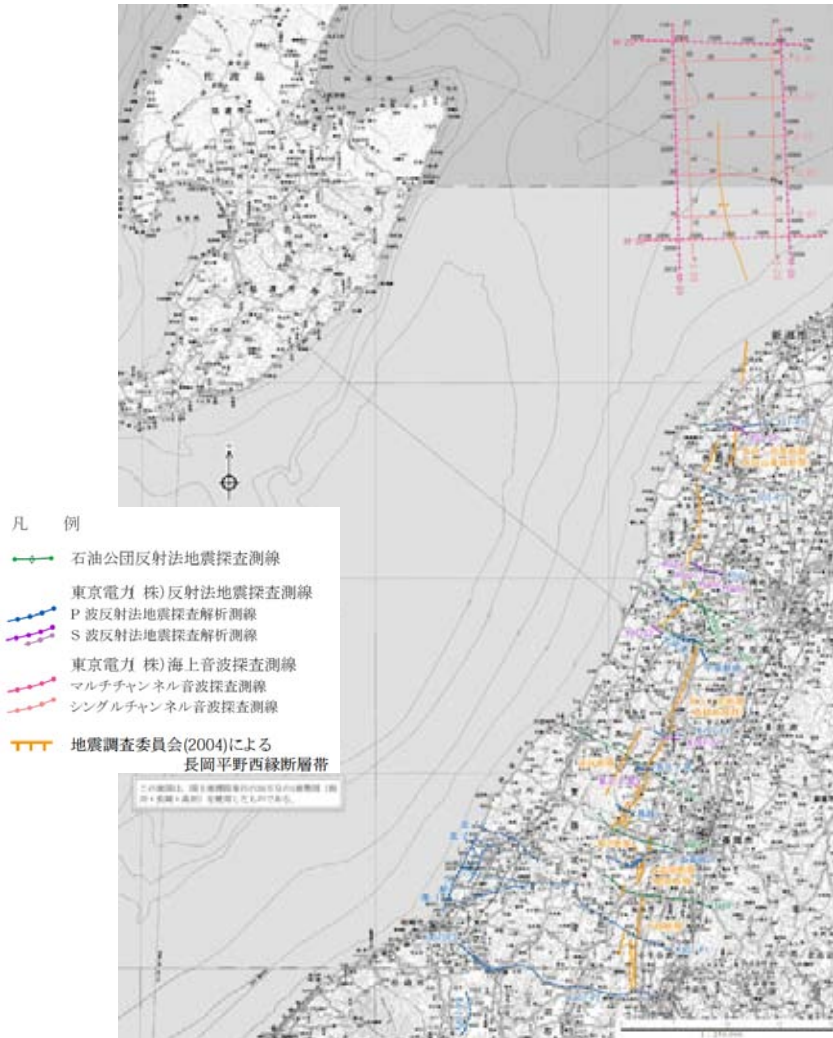
地震調査研究推進本部HPIに加筆

## 敷地周辺陸域の重力異常図

- 信濃川沿いに東西幅が約10km～約20kmの低重力異常域がNNE-SSW方向に連続しており、長岡市付近のやや高重力異常域によって南北に2分されている
- 角田・弥彦山塊とその東側の平野との境界部では、東側低下の重力異常急変帯がNNE-SSW方向に寺泊・西山丘陵東縁へ直線的に連続する
- 中央丘陵東縁部では、重力異常の変化が比較的緩やかになっている
- 長岡市以南の信濃川左岸の小国・川西丘陵、八石山丘陵は、低重力異常域となっているものの、その境界は直線性に欠ける



# 調査位置図



## 共通

- 空中写真判読
- 地表地質調査

## 角田・弥彦断層

- 音波探査
- 反射法地震探査
- ボーリング調査

## 気比ノ宮断層ほか

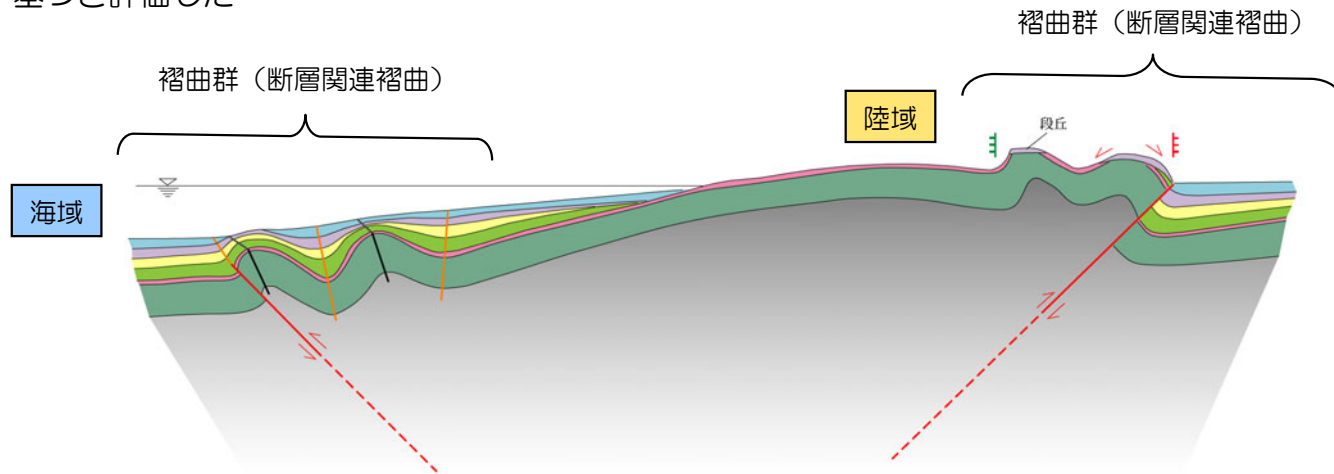
- 反射法地震探査
- ボーリング調査

## 片貝断層ほか

- 反射法地震探査

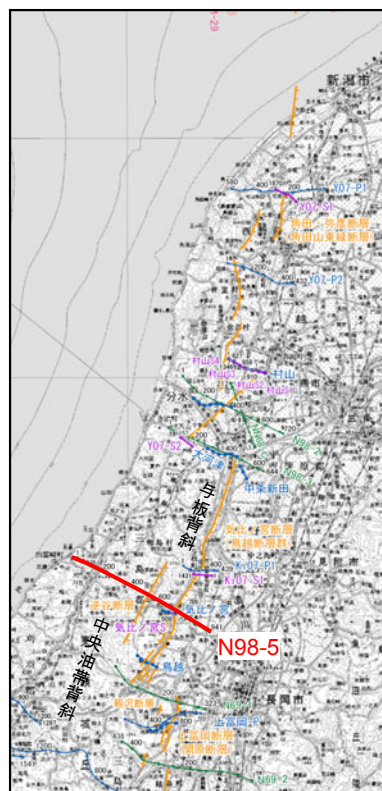
# 断層及び褶曲の活動性評価の考え方

- 本地域は褶曲が発達した地質構造であることから、断層構造のみでなく断層運動に伴って形成される褶曲構造にも着目して評価を行った
- 耐震設計において考慮すべき活構造の評価にあたっては、断層関連褶曲の考え方に基づき、震源として想定すべき断層とそれに関連する褶曲群の活動性について検討した
- 陸域と海域では、それぞれ適用する調査手法に違いがあること、地層の堆積作用、侵食作用が異なることなどを踏まえて評価した
- 具体的には、陸域では空中写真判読、地表踏査、反射法地震探査等により地表地質・地下構造の詳細なデータを取得し、断層及び褶曲の活動性については、変動地形の有無及び新しい地層の変位・変形に基づき評価した
- 一方、海域では音波探査等により地下構造の詳細なデータを取得し、断層及び褶曲の活動性については、地層が受けた変形の履歴をgrowth triangle (strata)として認識し、新しい地層の変位・変形に基づき評価した

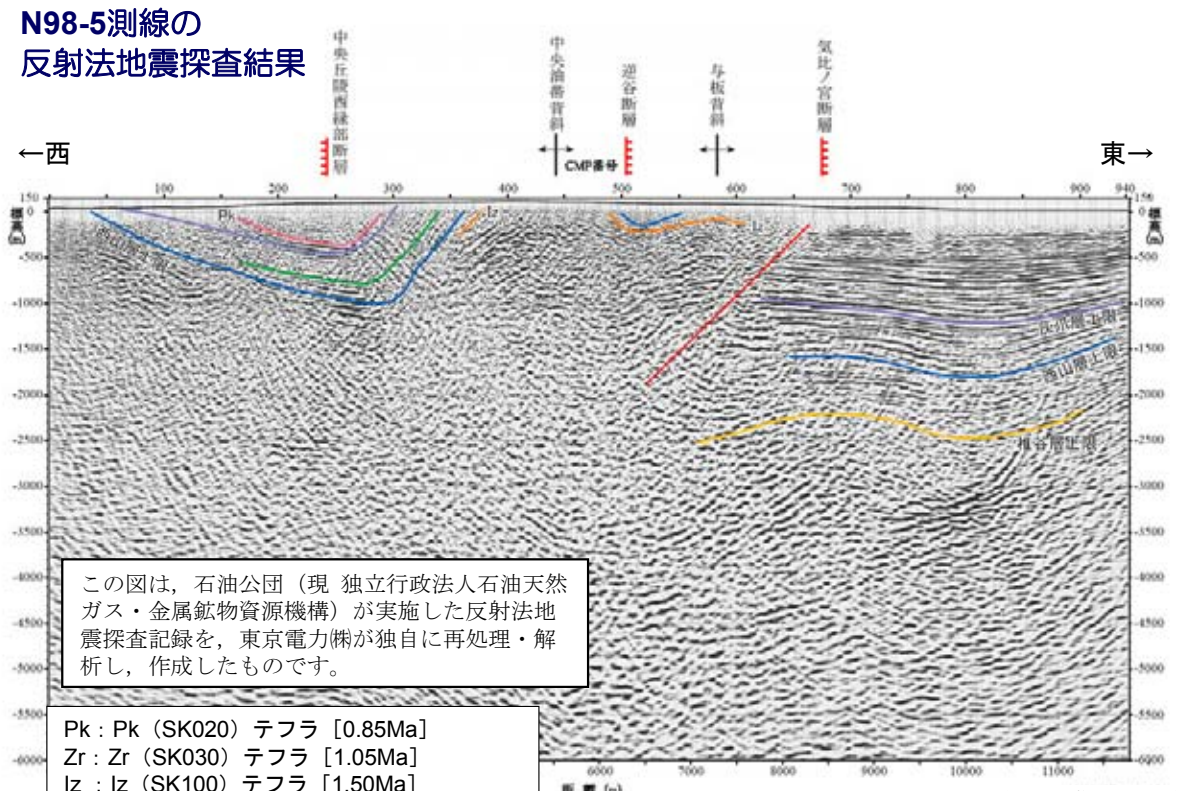


# 気比ノ宮断層に関連した褶曲群

- 気比ノ宮断層は、与板背斜東翼に分布する西上がりの逆断層であり、西山層上限面での鉛直変位量が1,500m程度に達する長岡平野西縁断層帯の主要な活断層の1つである
- 気比ノ宮断層の上盤側（西側）には、気比ノ宮断層に関連した褶曲構造が分布し、中央油帯背斜の後翼には中央丘陵西縁部断層が、中央油帯背斜と与板背斜との間には逆谷断層が示されている



N98-5測線の  
反射法地震探査結果



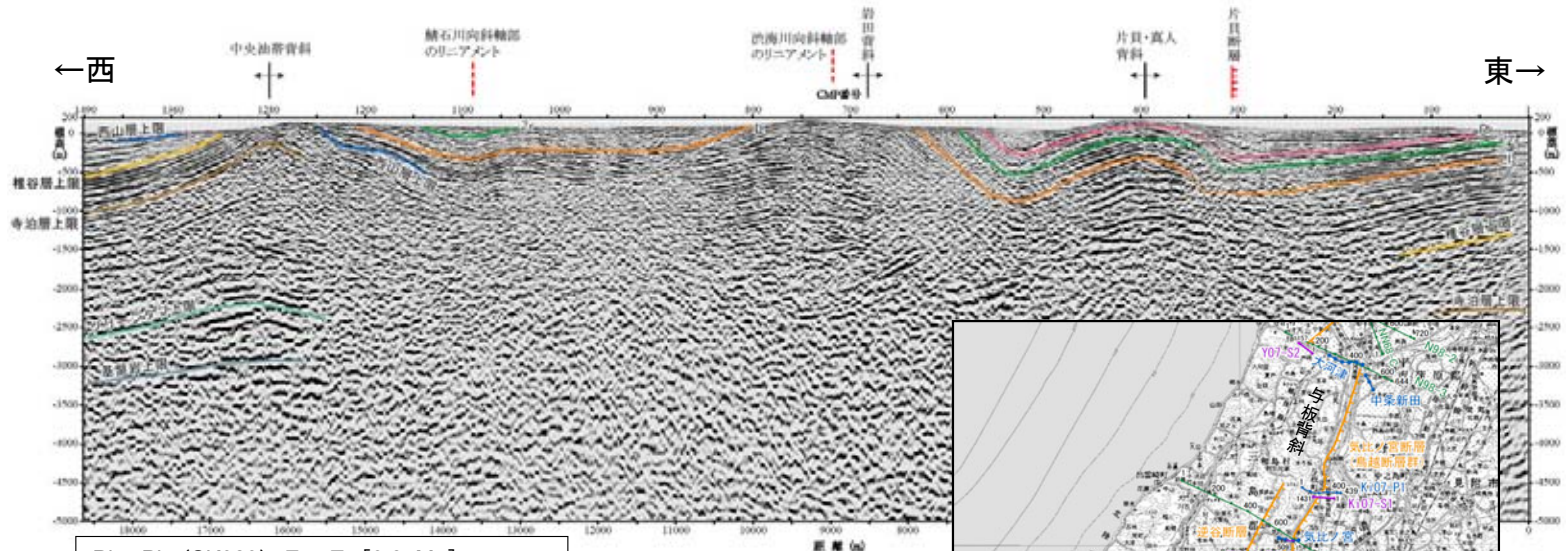
この図は、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が実施した反射法地震探査記録を、東京電力㈱が独自に再処理・解析し、作成したものです。

Pk : Pk (SK020) テフラ [0.85Ma]  
 Zr : Zr (SK030) テフラ [1.05Ma]  
 Iz : Iz (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)

# 片貝断層に関連した褶曲群

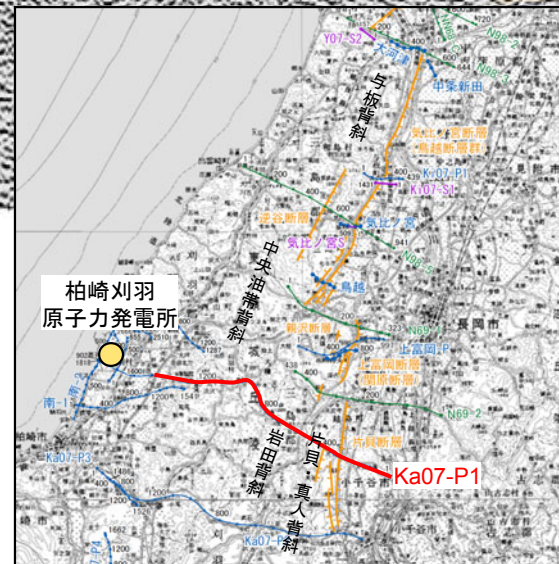
- 片貝断層は、片貝・真人背斜東翼で撓曲構造を示し、その鉛直変位量はPkテフラ（0.85Ma）で300m程度以上である
- 片貝断層の上盤側（西側）には、片貝断層に関連した褶曲構造が存在し、中央油帯背斜と岩田背斜との間には鯖石川向斜部のリニアメント及び渋海川向斜部のリニアメントがそれぞれ示されている



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**





# 長岡平野西縁断層帯に関連する褶曲群

凡例

段丘

- L<sub>II</sub>面 (MIS3~MIS2)
- L<sub>I</sub>面 (MIS5a~MIS4)
- M<sub>II</sub>面 (MIS5c)
- M<sub>I</sub>面 (MIS5e)
- H面群 (MIS7)

変動地形の可能性がある地形

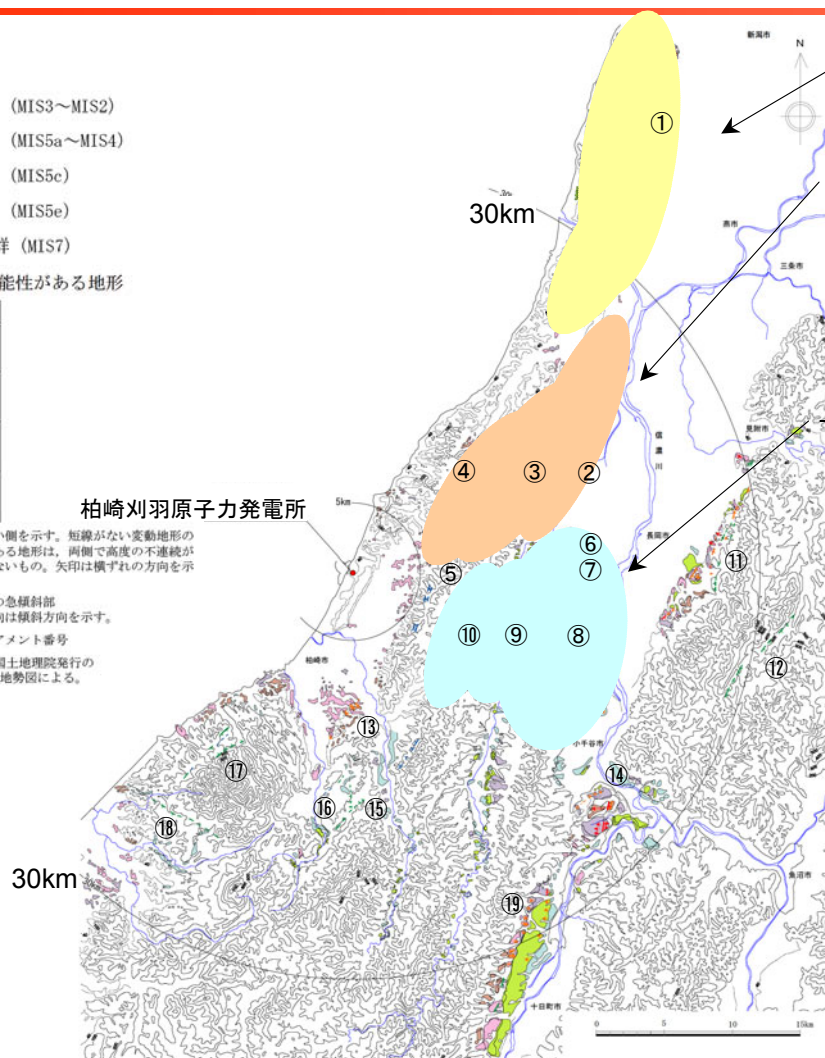
凡例	ランク
	L <sub>A</sub>
	L <sub>B</sub>
	L <sub>C</sub>
	L <sub>D</sub>

短線は低い側を示す。短線がない変動地形の可能性のある地形は、両側で高度の不連続が認められないもの。矢印は横ずれの方向を示す。

段丘面上の急傾斜部  
矢印の方向は横斜方向を示す。

[ ] 内はリニアメント番号

注)等高線は国土地理院発行の20万分の1地勢図による。



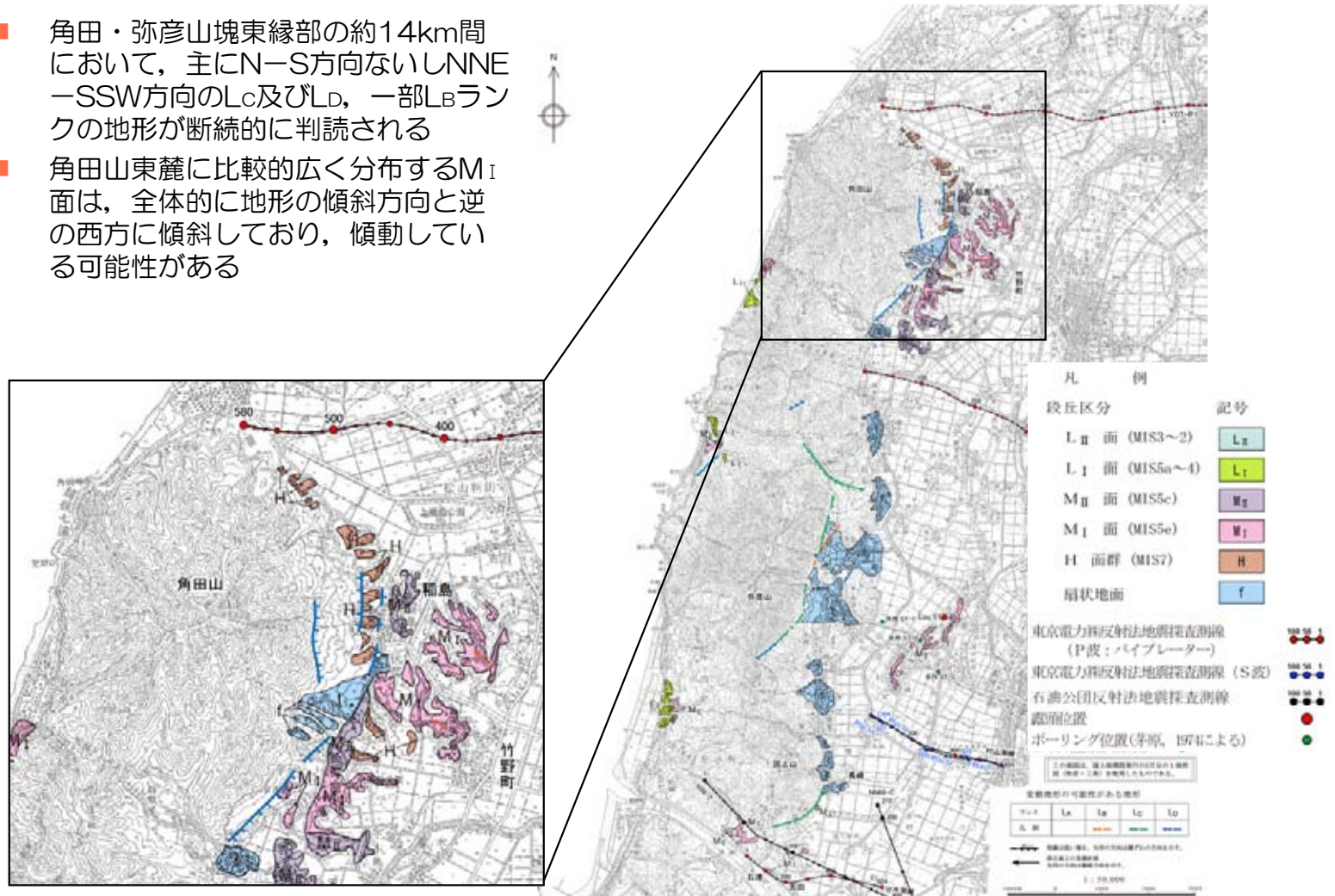
- ①角田・弥彦断層
- ②気比ノ宮断層
- ③逆谷断層
- ④中央丘陵西縁部断層
- ⑤中央油帯背斜軸部のリニアメント
- ⑥上富岡断層
- ⑦親沢断層
- ⑧片貝断層
- ⑨渋海川向斜部のリニアメント
- ⑩鯖石川向斜部のリニアメント
- ⑪悠久山断層
- ⑫半蔵金付近のリニアメント
- ⑬柏崎平野南東縁のリニアメント
- ⑭山本山断層
- ⑮水上断層
- ⑯細越断層
- ⑰上米山断層
- ⑱雁海断層
- ⑲十日町盆地西縁断層

---

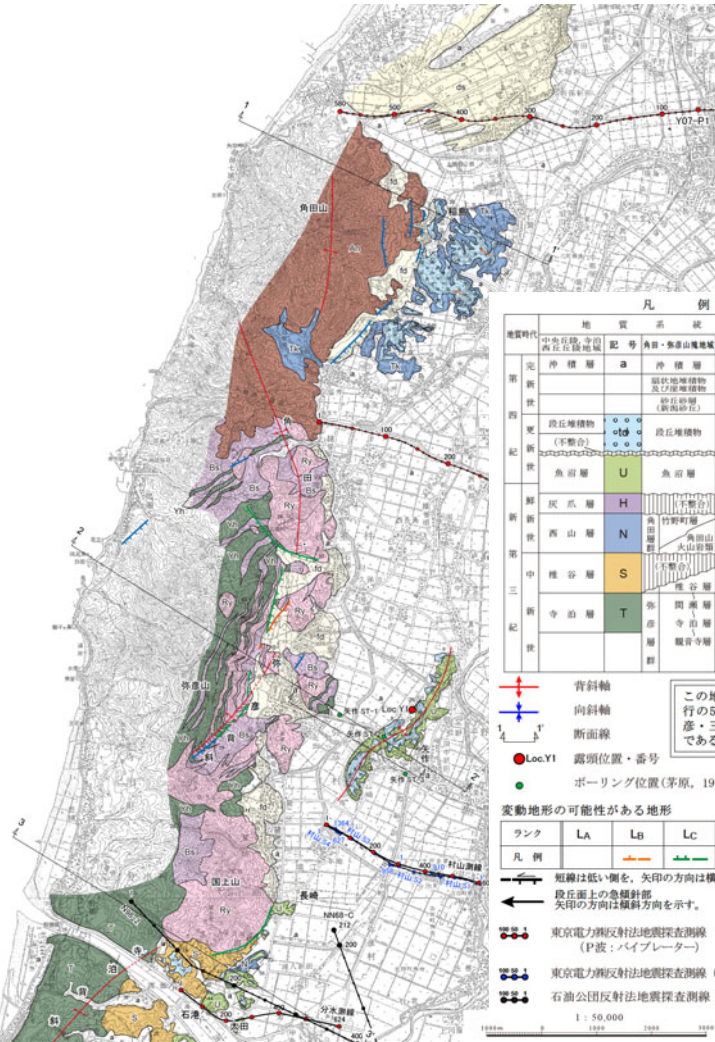
## 角田・弥彦断層の評価

# 角田・弥彦断層周辺の地形調査結果

- 角田・弥彦山塊東縁部の約14km間において、主にN-S方向ないしNNE-SSW方向のL<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>、一部L<sub>B</sub>ランクの地形が断続的に判読される
- 角田山東麓に比較的広く分布するM<sub>I</sub>面は、全体的に地形の傾斜方向と逆の西方に傾斜しており、傾動している可能性がある



# 角田・弥彦断層周辺の地表地質調査結果（地質図）



- 角田山・弥彦山東麓には、中新統のグリーンタフ、七谷層、寺泊層及び椎谷層に対比される弥彦層群、鮮新統の西山層に対比される角田層群、更新統の魚沼層、段丘堆積物等が分布する

凡例

地質時代	地質系		記号	地質系	記号	層相および岩相
中新統	沖積層	a	沖積層	a		砂、礫、シルト
新第四紀	段丘堆積物及び崖堆積物	fd	段丘堆積物 (砂質砂)	ds		砂、礫、シルト
		ds	砂			砂
第四紀	段丘堆積物 (不整合)	td	段丘堆積物	td		砂、円礫
第三紀	魚沼層	U	魚沼層	U		砂、礫、シルト
新第三紀	灰爪層	H	灰爪層	Tk		砂質シルト岩、砂岩
				An		凝結砂岩質層
新第三紀	西山層	N	西山層	S		砂岩～砂岩質層
				S		凝結砂岩質層
中新第三紀	椎谷層	S	椎谷層	Ry		凝結砂岩質層
第三紀	寺泊層	T	寺泊層	Yh		黑色頁岩
				Bs		玄武岩質頁岩
第三紀	彌彦層群	Yh	彌彦層群	Yh		硬質頁岩
				Ry		凝結砂岩質層

- 青斜軸
- 向斜軸
- 断面線
- Loc.Y1 露頭位置・番号
- ボーリング位置 (茅原, 1974による)

この地図は、国土地理院発行の5万分の1地形図(弥彦・三条)を使用したものである。

変動地形の可能性がある地形

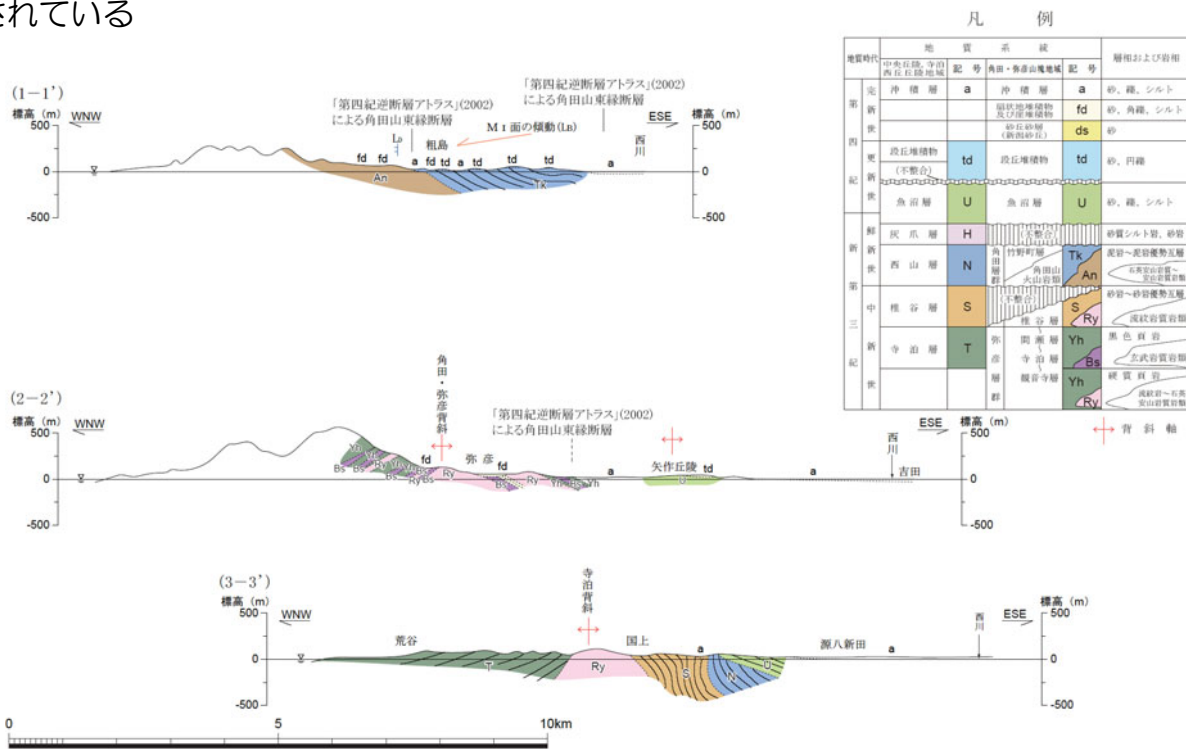
ランク	LA	LB	LC	LD
凡例	—	—	—	—

- 短縮は低い側を、矢印の方向は横ずれの方向を示す。
- 段丘面上の急傾斜部 矢印の方向は傾斜方向を示す。
- 東京電力測反射法地震調査測線 (P波: バイブレーター)
- 東京電力測反射法地震調査測線 (S波)
- 石油公団反射法地震調査測線

1:50,000

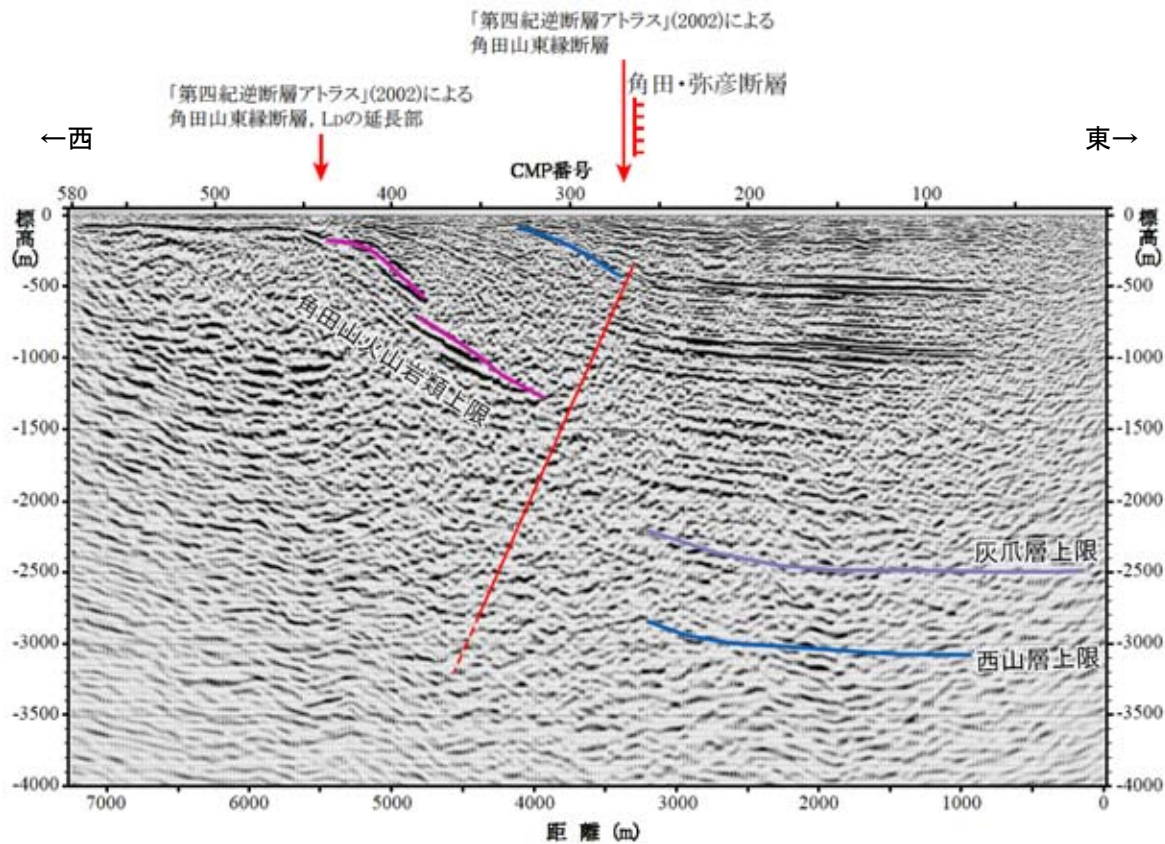
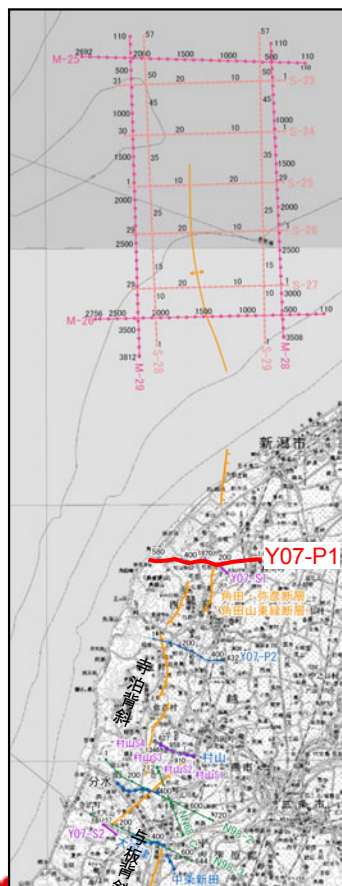
# 角田・弥彦断層周辺の地表地質調査結果（地質断面図）

- 「第四紀逆断層アトラス」（2002）等により角田山麓に示されている角田山麓断層（推定活断層）は、角田山火山岩類と竹野町層（西山層相当）との境界付近に対応している
- 角田・弥彦断層の位置は、竹野町層が20°～30°程度東傾斜の同斜構造を示し、東側の沖積層分布域に接していること、竹野町層を覆うM<sub>I</sub>面には東上りの傾動が認められることから、沖積層分布域と推定される
- 弥彦山麓においても、茅原（1974）によると、東西両側で層序的に大きな不連続は認められないとされている



# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（Y07-P1測線）

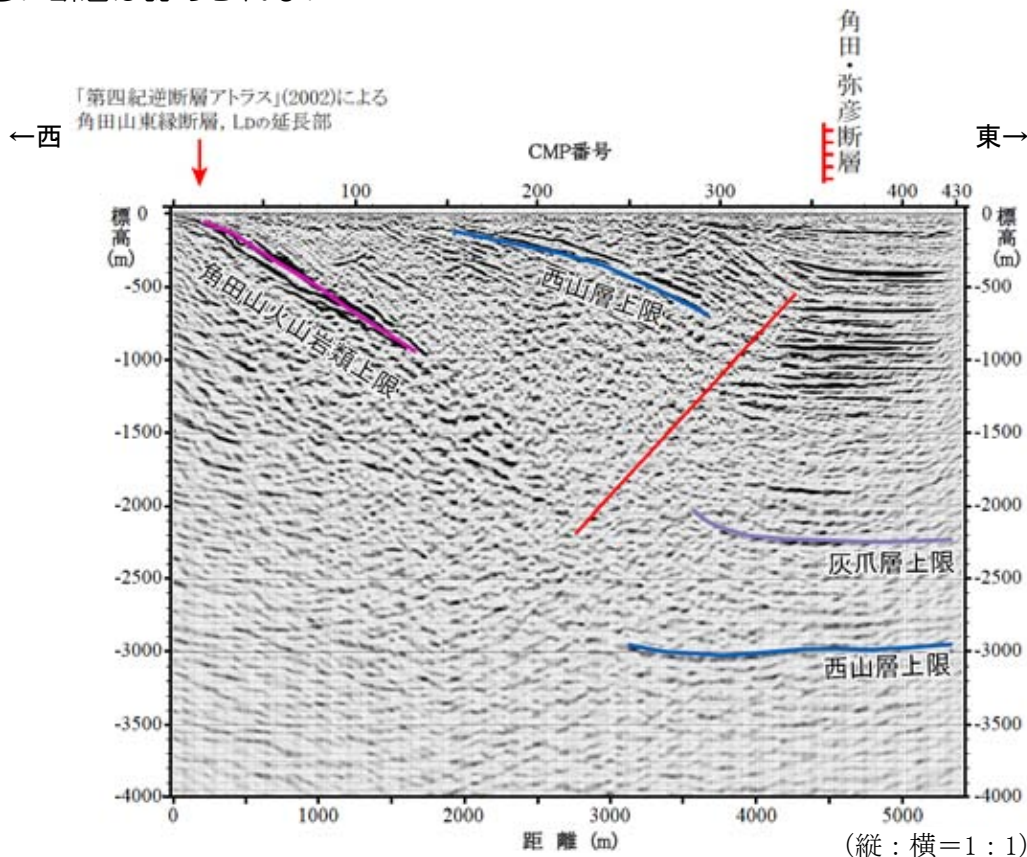
- 西上がりの逆断層が認められ、標高-400m程度以浅では撓曲変形になっている
- 断層面は65°程度の西傾斜と推定され、西山層上限面での鉛直変位量は3,000mに達しており、北方海域への延長が示唆される



(縦：横＝1：1)

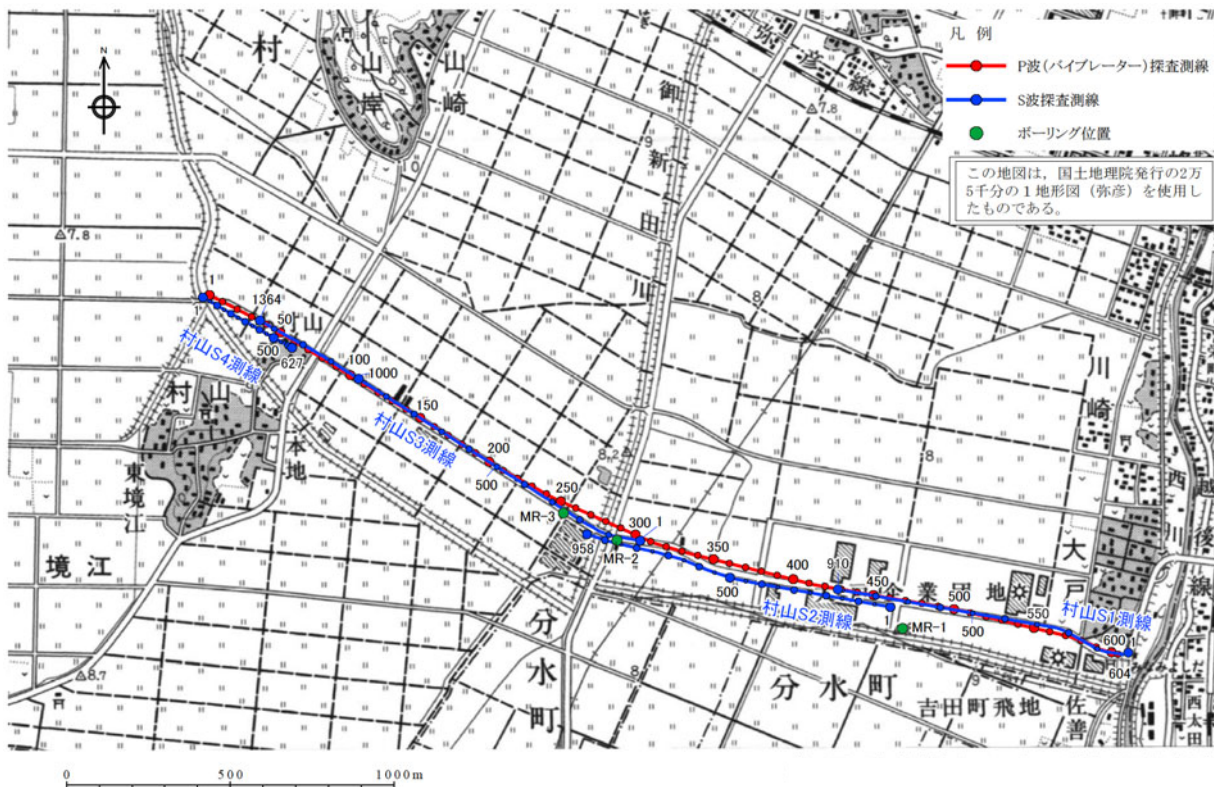
# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（Y07-P2測線）

- 西上がりの逆断層が認められ、標高-500m程度以浅では撓曲変形になっている
- 断層面は40°程度の西傾斜と推定され、西山層上限面での鉛直変位量は3,000mに達している
- 測線の西端付近には「第四紀逆断層アトラス」（2002）等により角田山東縁断層が示されているが、それに相当する規模の大きい断層は認められない



# 角田・弥彦断層の探査測線及びボーリング位置図（村山測線）

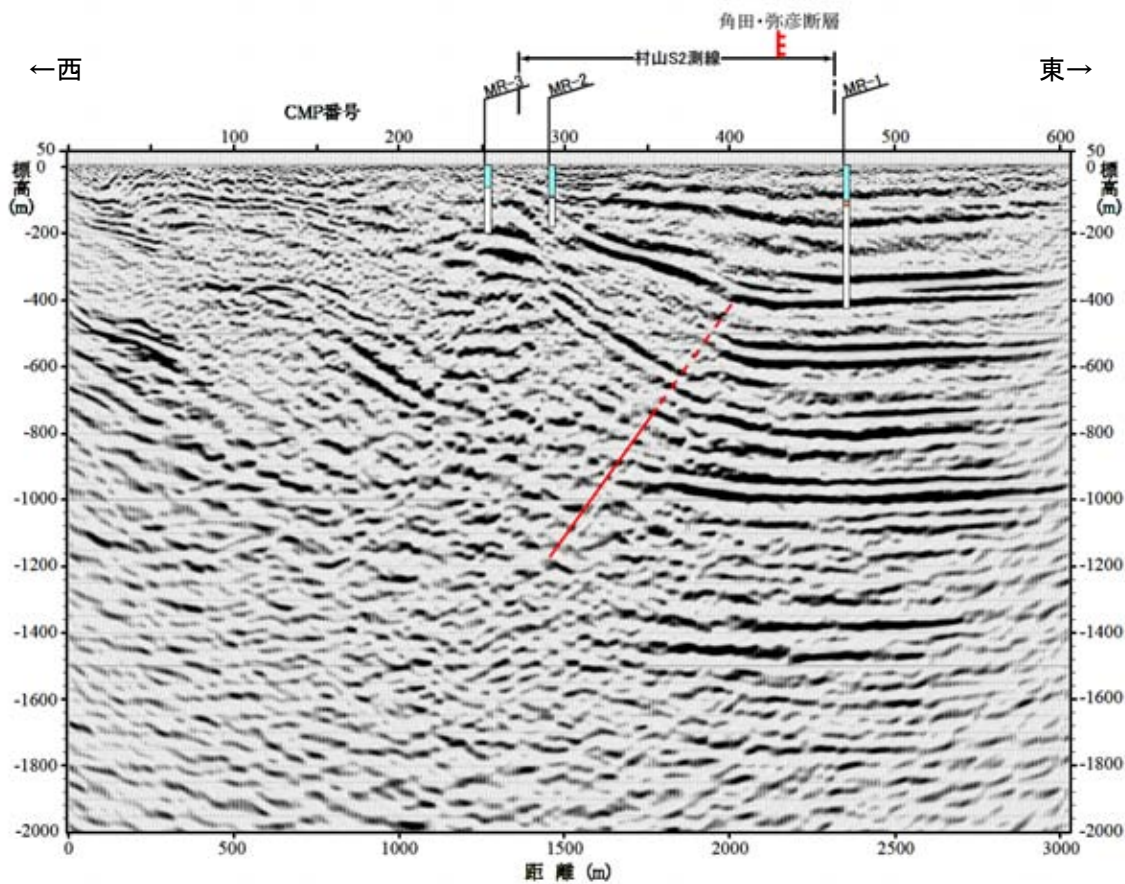
- 村山測線においては、P波探査、S波探査及びボーリング調査を実施した





# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（村山測線）

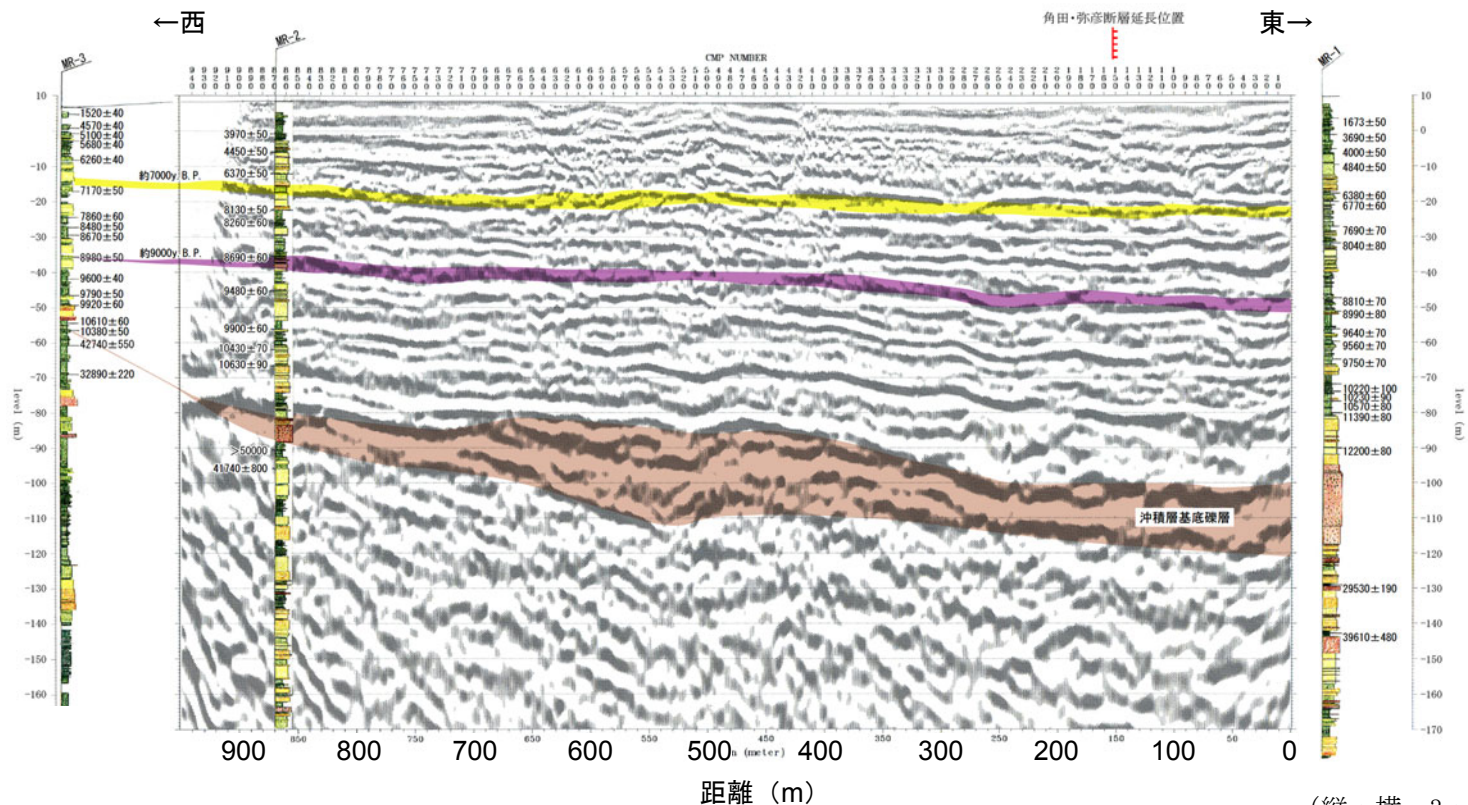
- 西上がりの逆断層が認められ、標高-400m程度以浅では撓曲変形になっている
- 断層面は55°程度の西傾斜と推定される



(縦：横=1：1)

# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（村山S2測線）

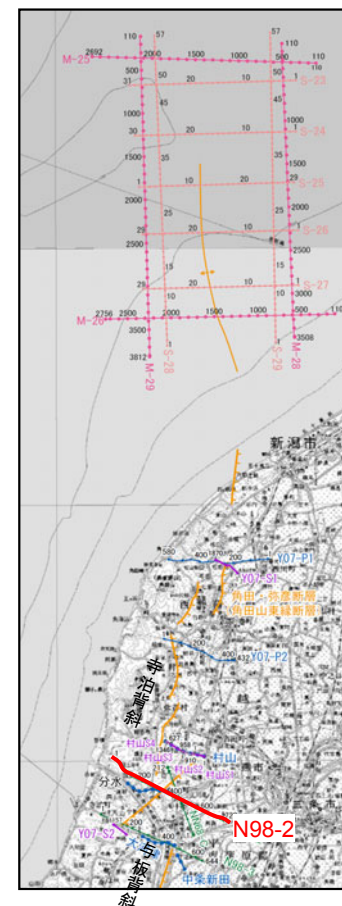
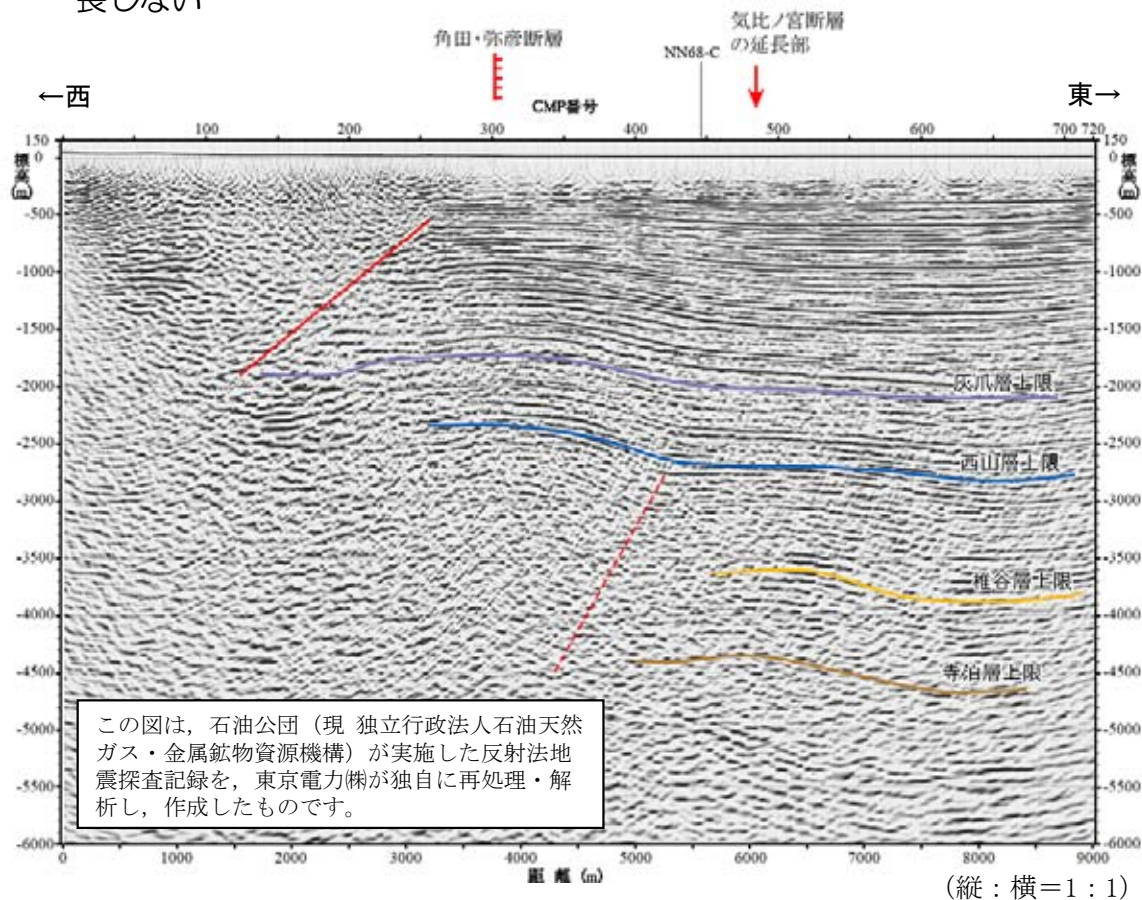
- S波探査結果及びボーリング調査結果によると、P波探査結果から推定された断層の上部では、沖積層及びその基底礫層は緩く東方に傾斜しており、傾動している可能性は否定できないものの、沖積層基底面に大きな断層変位は認められない



(縦：横=3：1)

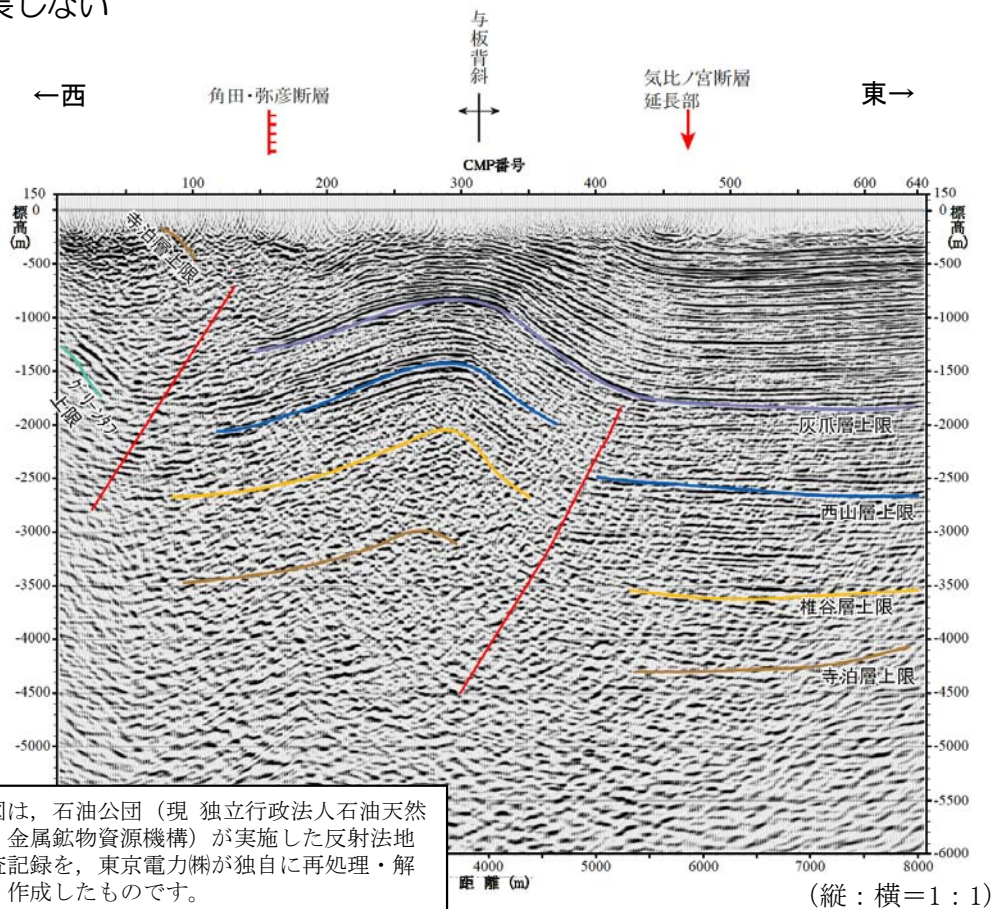
# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（N98-2測線）

- 浅部まで角田・弥彦断層が、その東側の深部に気比ノ宮断層の延長が認められる
- 角田・弥彦断層は寺泊背斜の東翼に連続しており、気比ノ宮断層が想定される与板背斜の東翼には延長しない



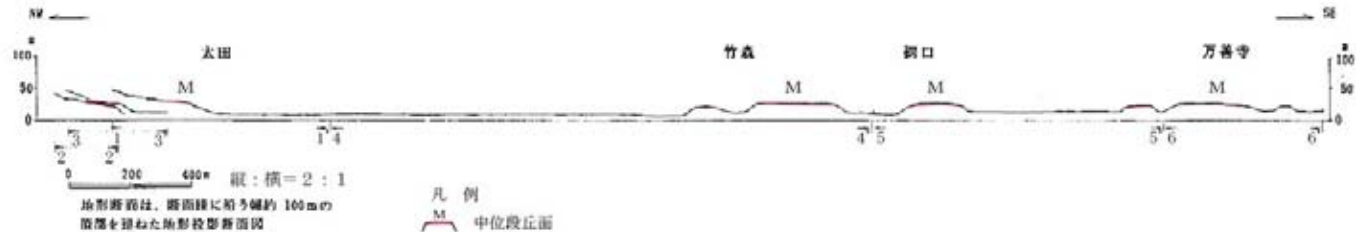
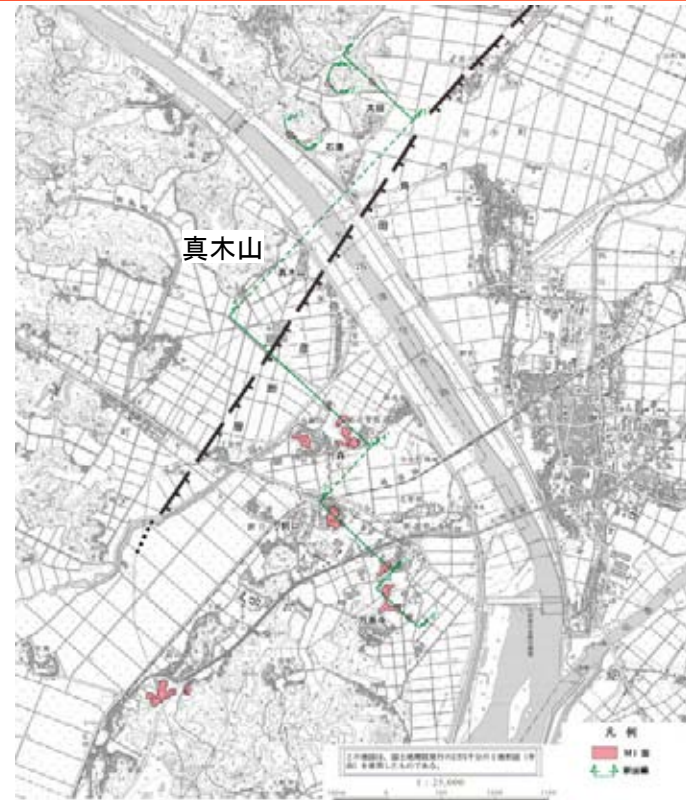
# 角田・弥彦断層の反射法地震探査結果（N98-3測線）

- 浅部まで角田・弥彦断層が、その東側の深部に気比ノ宮断層の延長が認められる
- 角田・弥彦断層は寺泊背斜の東翼に連続しており、気比ノ宮断層が想定される与板背斜の東翼には延長しない



# 角田・弥彦断層南部における段丘面分布状況（南方延長の評価）

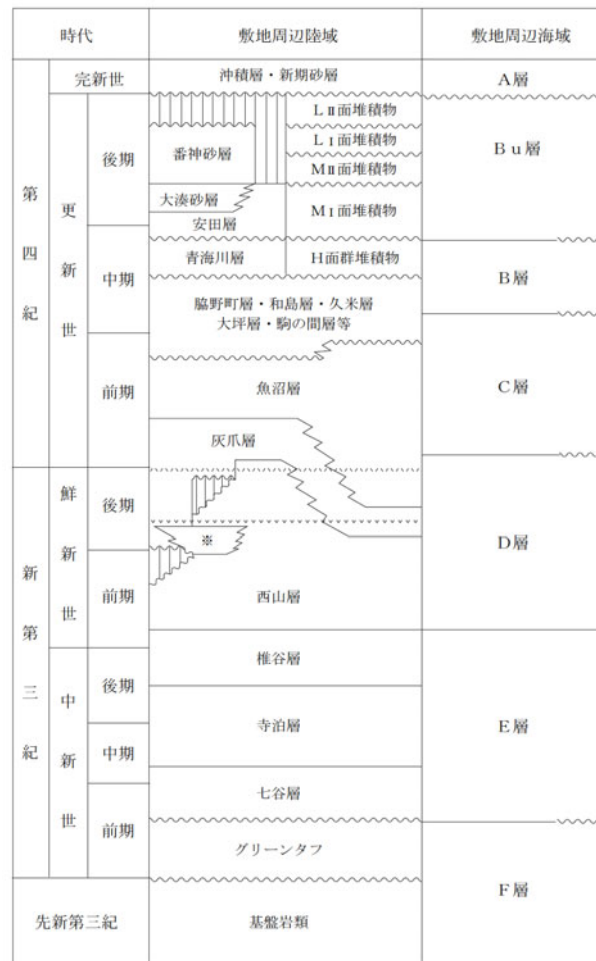
- 反射法地震探査結果に基づく角田・弥彦断層の南方延長には、小規模であるがM<sub>I</sub>面が比較的広い範囲に分布している
- 角田・弥彦断層の西隆起側に分布するM<sub>I</sub>面は、東低下側に分布するM<sub>I</sub>面とほぼ同一の高度を示していることから、真木山付近で角田・弥彦断層のM<sub>I</sub>面形成以降における活動は認められず、角田・弥彦断層の活動は終息しているものと判断される
- また、この南東側には気比ノ宮断層が位置し、この付近が活動セグメントの境界となっており、活動が東側へステップしているものと考えられる



# 敷地周辺陸域と海域の地質層序の対比

## (角田・弥彦断層の北方海域延長の評価)

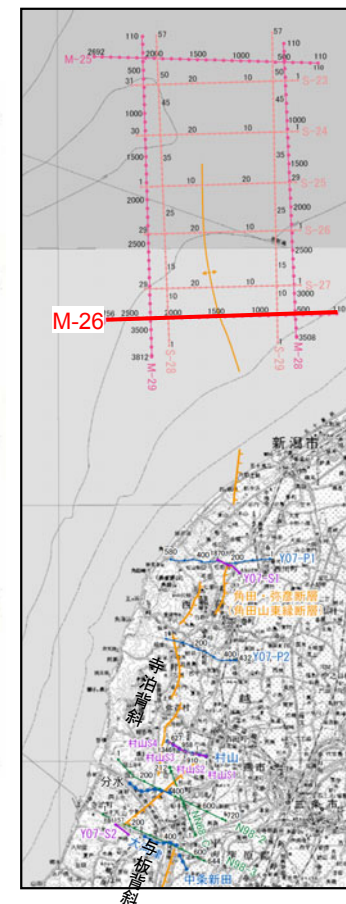
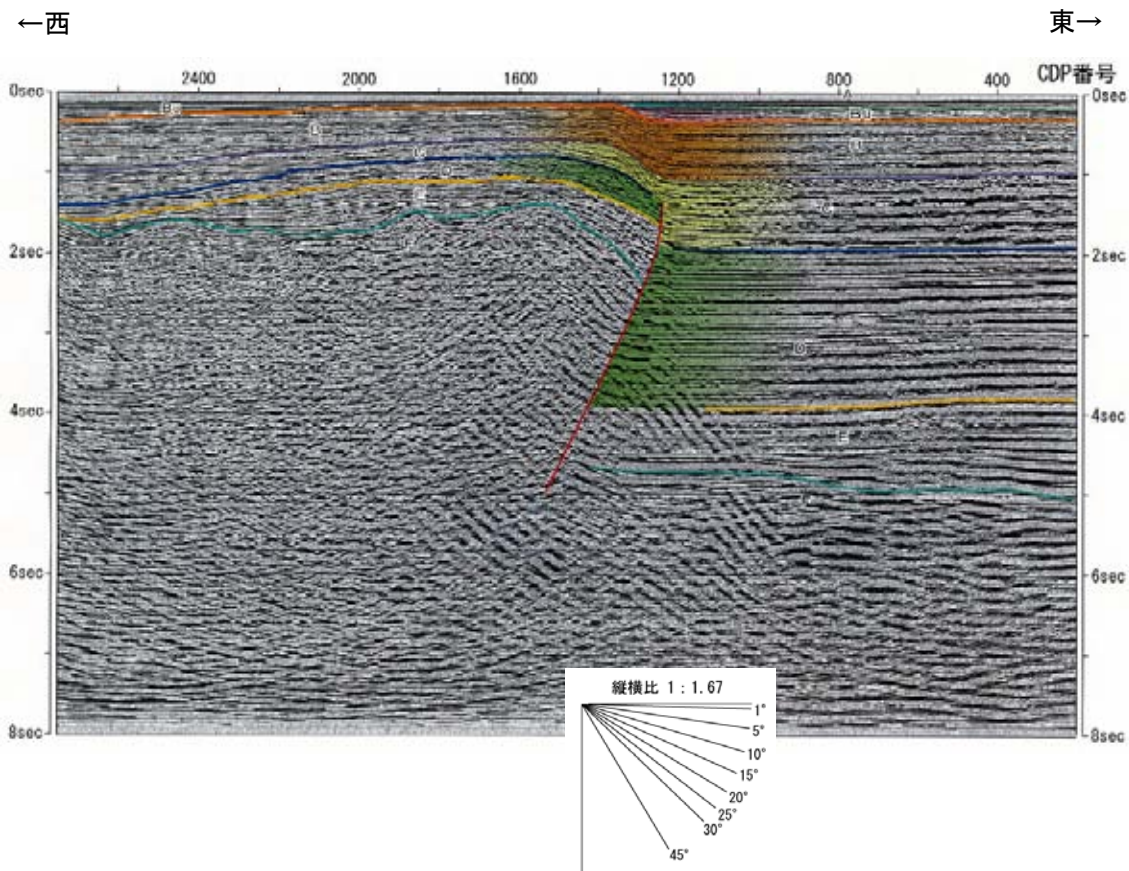
- 陸域と海域の地質層序の対比を示す
- 海域については、基礎試錐「佐渡沖」の層序（天然ガス鉱業会ほか編，1992），基礎試錐「柏崎沖」（天然ガス鉱業会ほか編，1992；石油技術協会，1993）及び基礎試錐「直江津沖北」の層序（天然ガス鉱業会ほか編，1992；石油技術協会，1993）と今回実施したエアガン・マルチチャンネル音波探査結果とを対比
  - A層：沖積層相当層
  - Bu層：低位～中位段丘堆積物相当層
  - B層：高位段丘堆積物相当層
  - C層：灰爪層相当層
  - D層：西山層相当層
  - E層：椎谷～七谷層相当層
  - F層：グリーンタフ相当層



※米山火山岩類 (安山岩質火山噴出岩類)      〰 示標テフラ  
 和南津層は、北部では灰爪層に、南部では魚沼層に入れた。      〰 不整合  
 〰 同時異相

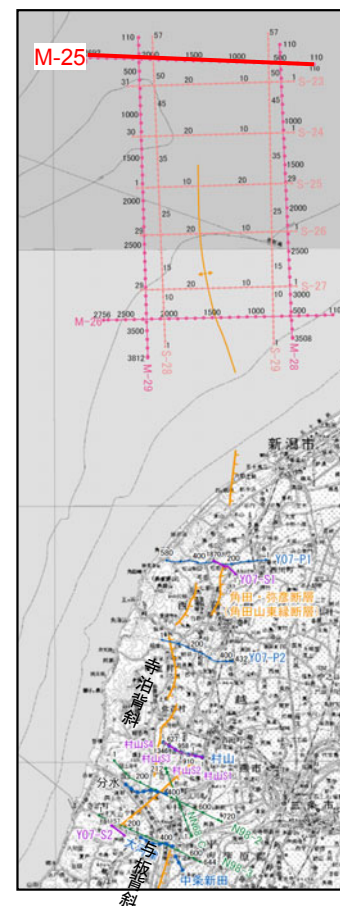
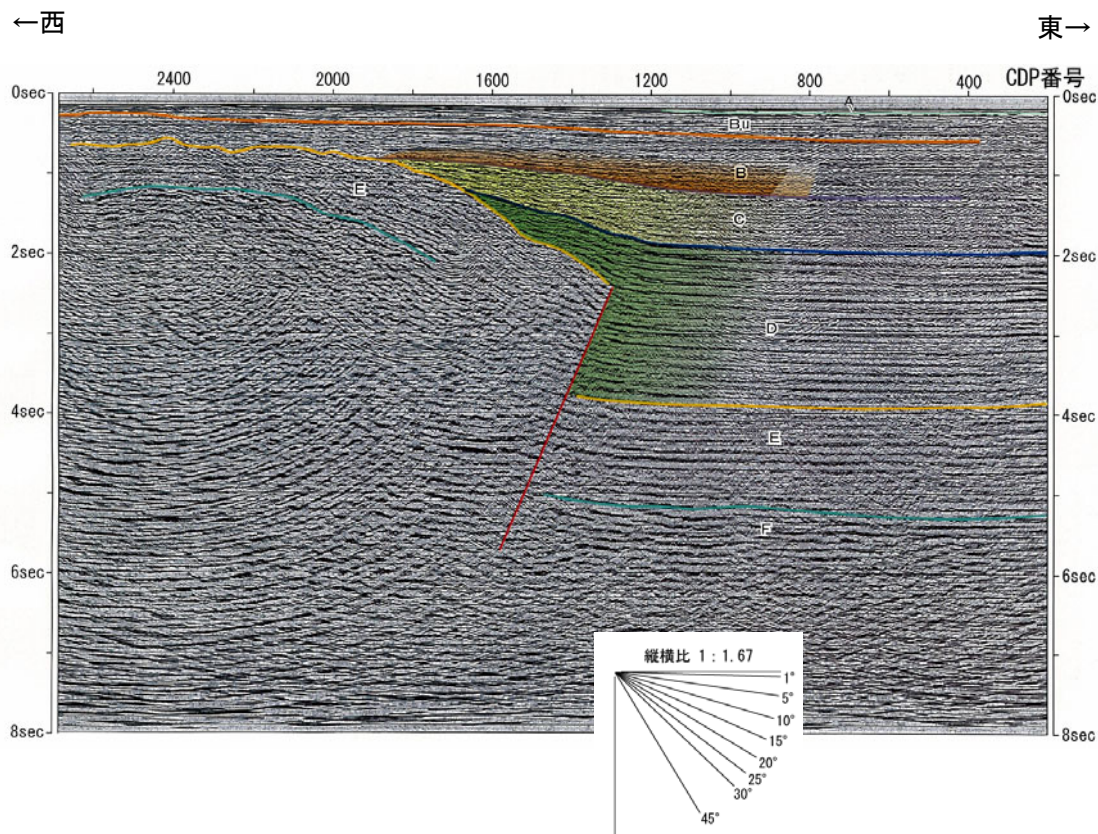
# 角田・弥彦断層の音波探査結果（M-26測線）

- 西上がりの逆断層が認められ、C層（下部更新統）中部以下の地層に変位が認められる
- 断層上盤の背斜後翼部にBu層（上部更新統）までgrowth triangleが認められ、A層（完新統）にも変形が認められる



# 角田・弥彦断層の音波探査結果（M-25測線）

- 西上りの逆断層が認められ、D層（鮮新統）中部以下の地層に変位が認められる
- D層上部及びC層（下部更新統）に撓曲変形が認められるものの、B層上部層（中部更新統）以上の地層に変位・変形は認められないことから、この付近で角田・弥彦断層の活動は終息しているものと判断される





## 角田・弥彦断層の評価

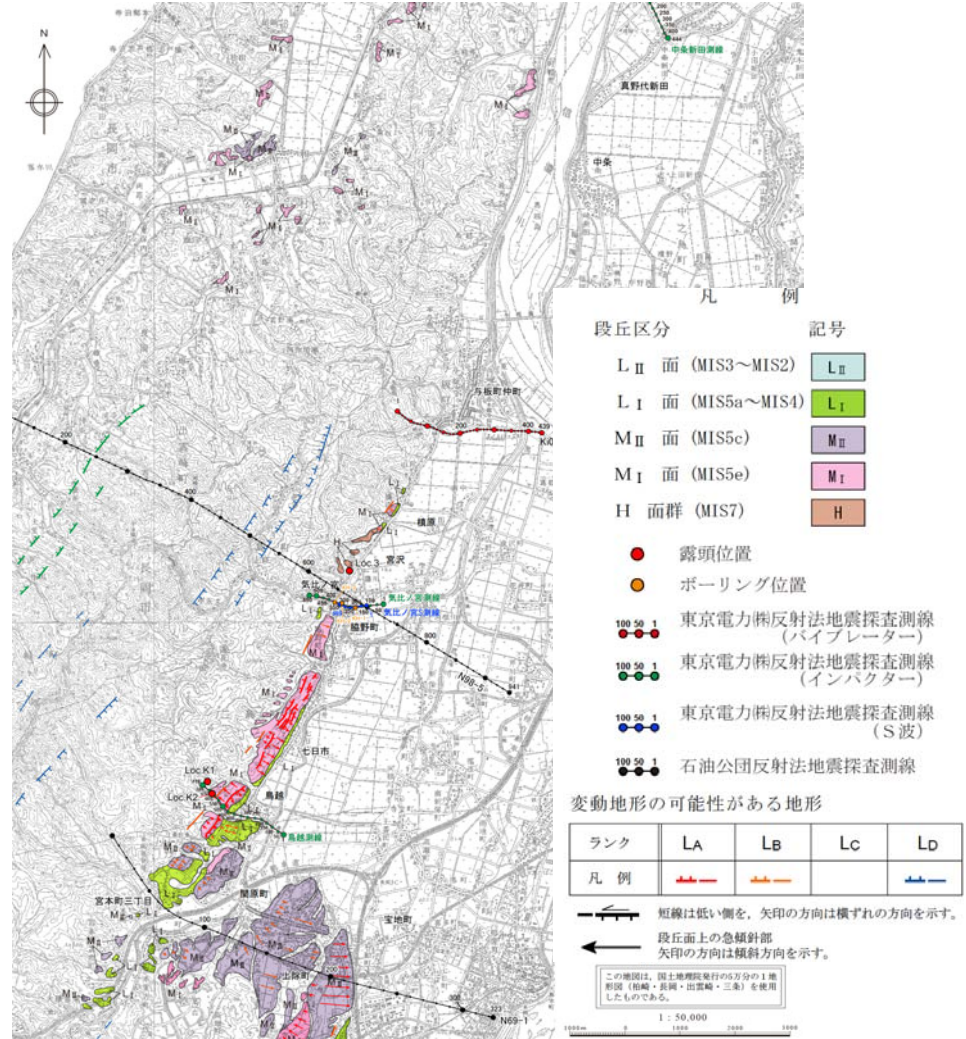
- 角田・弥彦断層は、沖積層分布域に伏在しており、西山層上限面の鉛直変位量が3,000mに達する西上がりの逆断層である
- 文献では角田・弥彦山塊東麓に角田山東縁断層が示されているが、当該位置に連続性のある規模の大きな断層は存在しない。
- 空中写真判読結果によると、角田山東麓の断層上盤側の竹野町付近においてM<sub>I</sub>面に西方への逆傾斜が認められ、傾動の可能性がある
- 村山地点においては、S波探査結果及びボーリング調査結果によると、沖積層基底面に大きな断層変位は認められない
- 角田・弥彦断層の南部では、地表地質調査結果、反射法地震探査結果等によると、同断層の南方延長は寺泊背斜東翼の寺泊町真木山付近まで連続しているが、西隆起側と東低下側に分布するM<sub>I</sub>面がほぼ同一の高度を示していることから、この付近で活動は終息しているものと判断される
- 角田・弥彦断層の北方延長海域では、新潟市沖のM-25測線においてB層上部層（中部更新統）以上の地層に変位・変形が認められないことから、この付近で活動は終息しているものと判断される
- 以上のことから、角田・弥彦断層は、後期更新世以降における活動の可能性があり、その長さを新潟市沖のM-25測線から寺泊町真木山付近に至る間の約54kmと評価する

---

# 気比ノ宮断層及び関連する褶曲群の評価

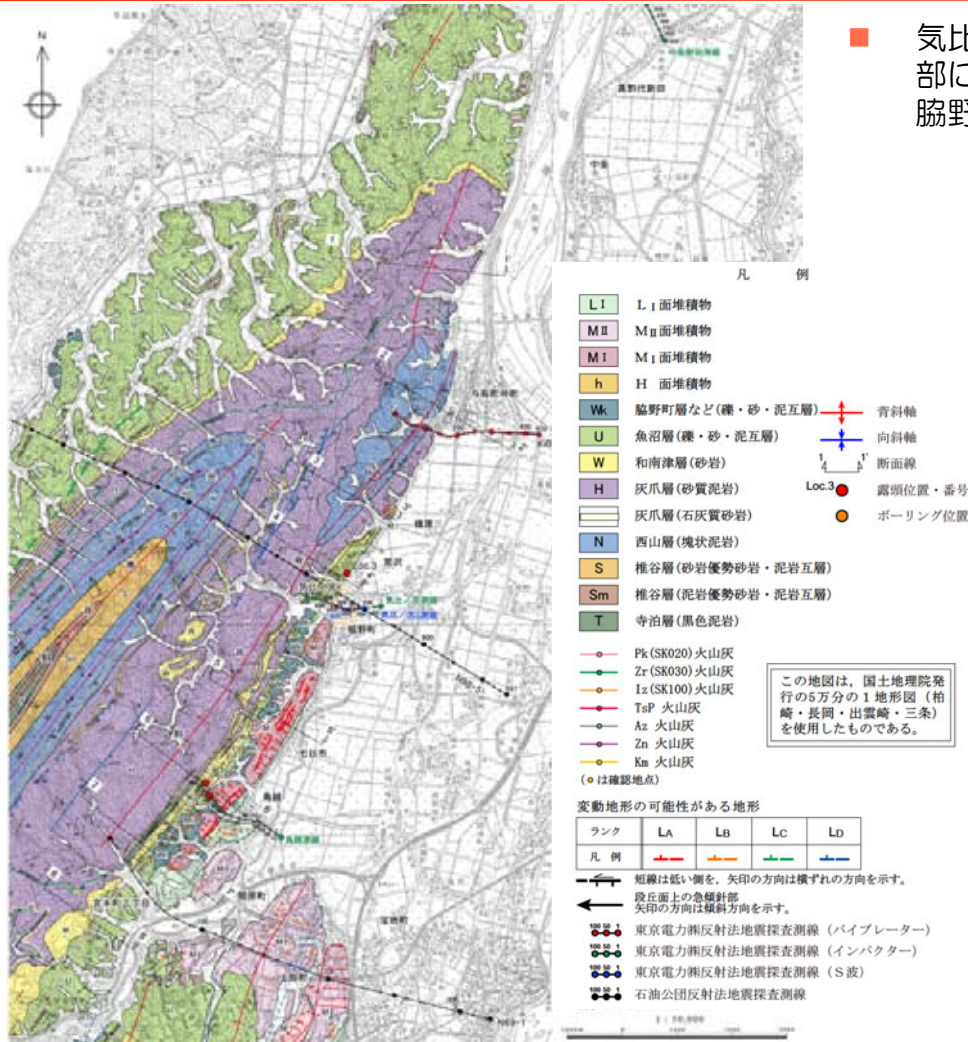
# 気比ノ宮断層周辺の地形調査結果

- 与板背斜東縁部（与板町榎原から宮本町三丁目に至る約8km）において、NNE-SSW方向に並走する数条のL<sub>A</sub>及びL<sub>B</sub>ランクの地形が判読される
- 西側のL<sub>B</sub>ランクの地形は、丘陵と段丘の境界付近における直線的な谷、鞍部等からなる
- 東側の三島町脇野町から宮本町三丁目に至る間に判読されるL<sub>A</sub>及びL<sub>B</sub>ランクの地形は、長ドーム状（蒲鉾型）を示すM<sub>I</sub>面、M<sub>II</sub>面及びL<sub>I</sub>面上の撓み状の傾斜面あるいは低崖、急崖の連続からなる
- 宮本町三丁目以南では、変動地形の可能性ある地形は判読されない



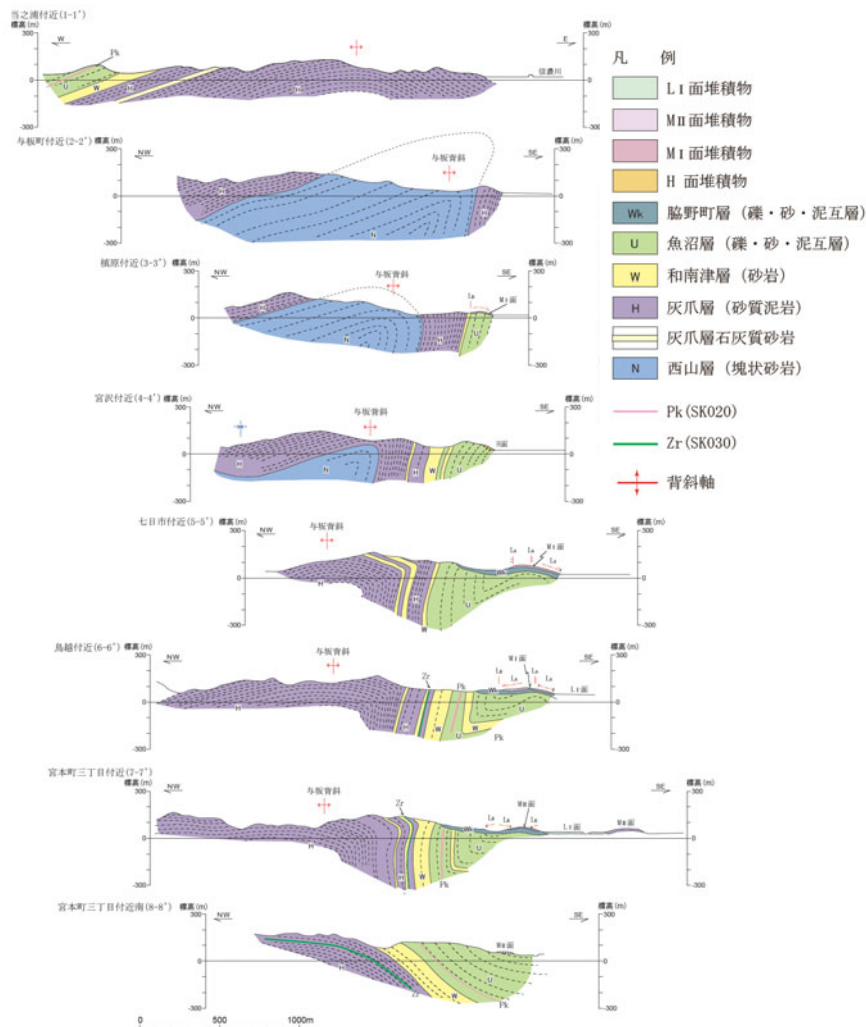
# 気比ノ宮断層周辺の地表地質調査結果（地質図）

- 気比ノ宮断層が示されている中央丘陵東縁部には、下位より西山層，灰爪層，魚沼層，脇野町層及び段丘堆積物が分布する



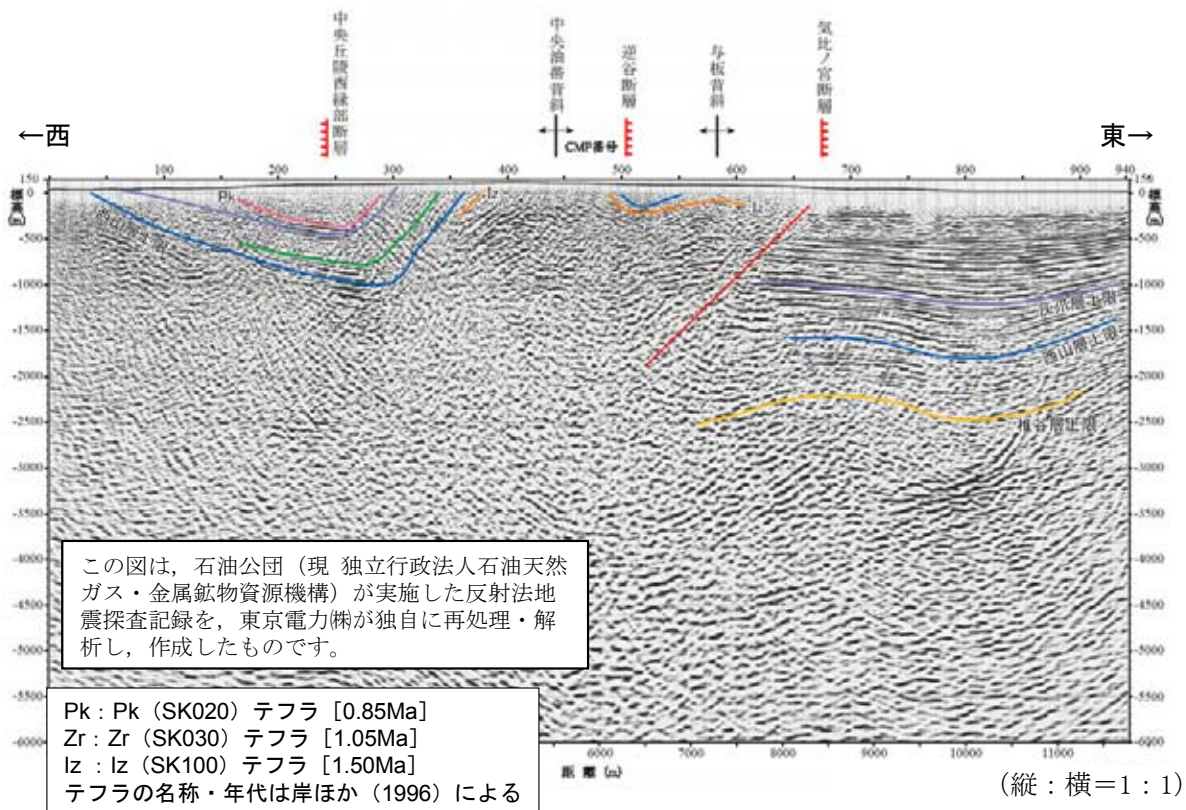
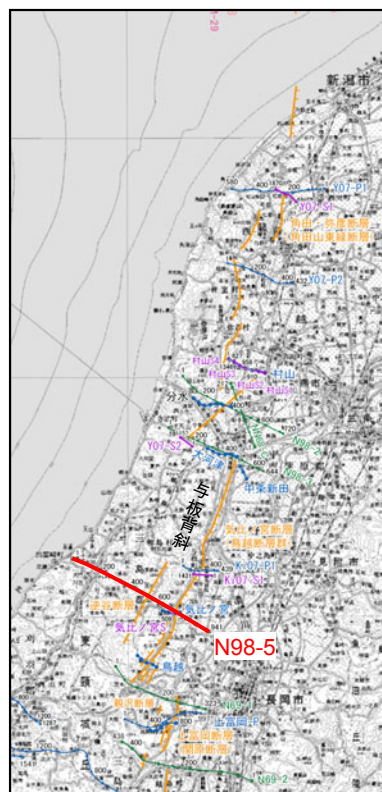
# 気比ノ宮断層周辺の地表地質調査結果（地質断面図）

- 与板背斜東翼においては、西山層、灰爪層及び魚沼層が過褶曲を示す撓曲構造を形成しており、三島町脇野町から宮本町三丁目に至る間においては、M<sub>I</sub>面及びM<sub>II</sub>面に長ドーム状の形態を示す変動地形が認められる
- 宮本町三丁目以南においては、魚沼層が緩やかな褶曲構造を示し、過褶曲構造や断層は認められない
- 与板町以北においては、沖積層が分布するため、過褶曲構造の連続は不明であるが、中央丘陵東縁部では緩い褶曲構造となっている



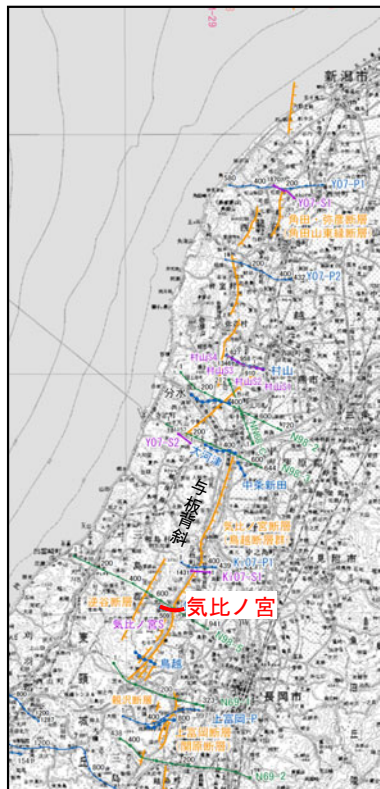
# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果（N98-5測線）

- 西上がりの逆断層が認められる
- 断層面は45°程度の西傾斜と推定され、西山層上限面での鉛直変位量は1,500m程度に達している



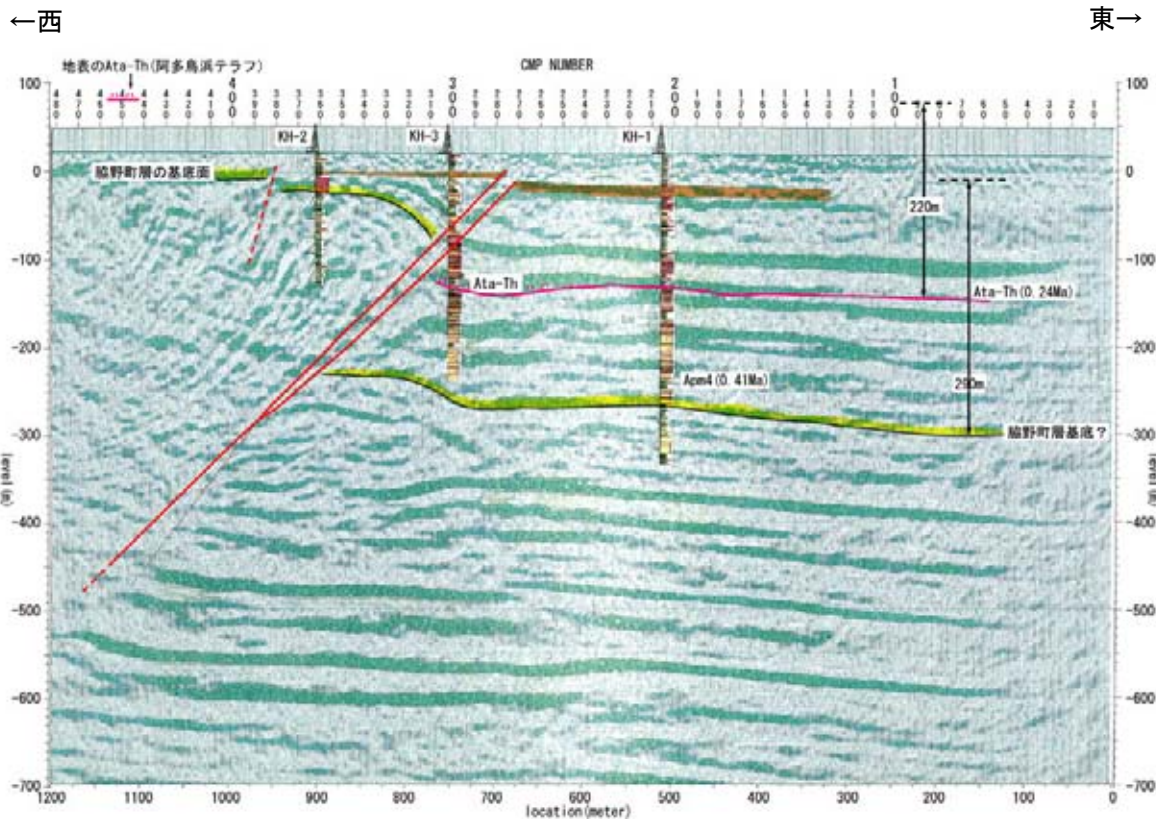
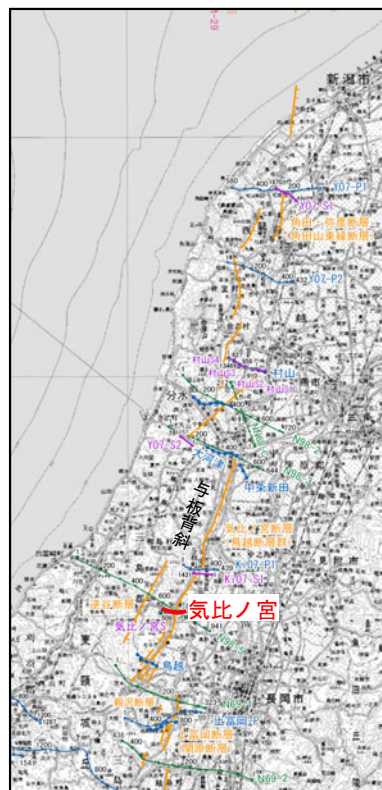
# 気比ノ宮断層での探査測線及びボーリング調査位置図（気比ノ宮測線）

- 気比ノ宮測線においては、P波探査、S波探査及びボーリング調査を実施した



# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果（気比ノ宮測線）

- 西上がりの逆断層が認められ、断層面は45°程度の西傾斜と推定される
- 阿多鳥浜テフラ（Ata-Th, 約0.24Ma）が、断層下盤側の標高-150m付近に、断層上盤側の標高70m付近にそれぞれ確認されており、鉛直変位量は約220mと見積もられ、過去20数万年間の平均的な変位速度は約1m/千年と推定される

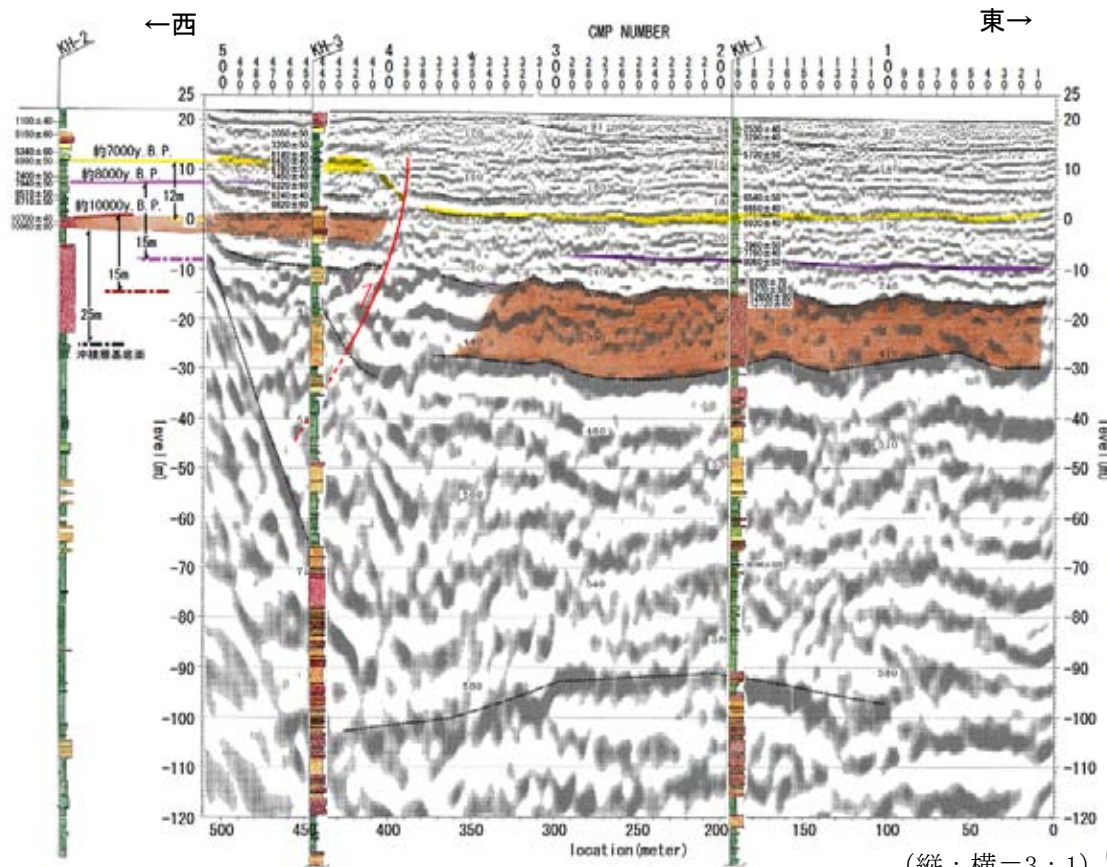
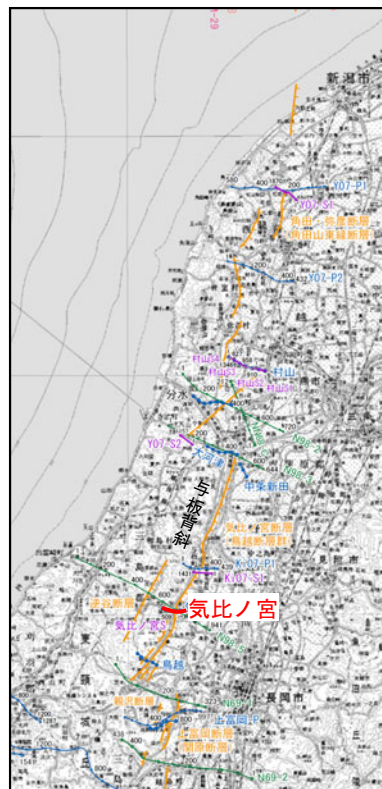


(縦：横=1：1)



# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果（気比ノ宮S測線）

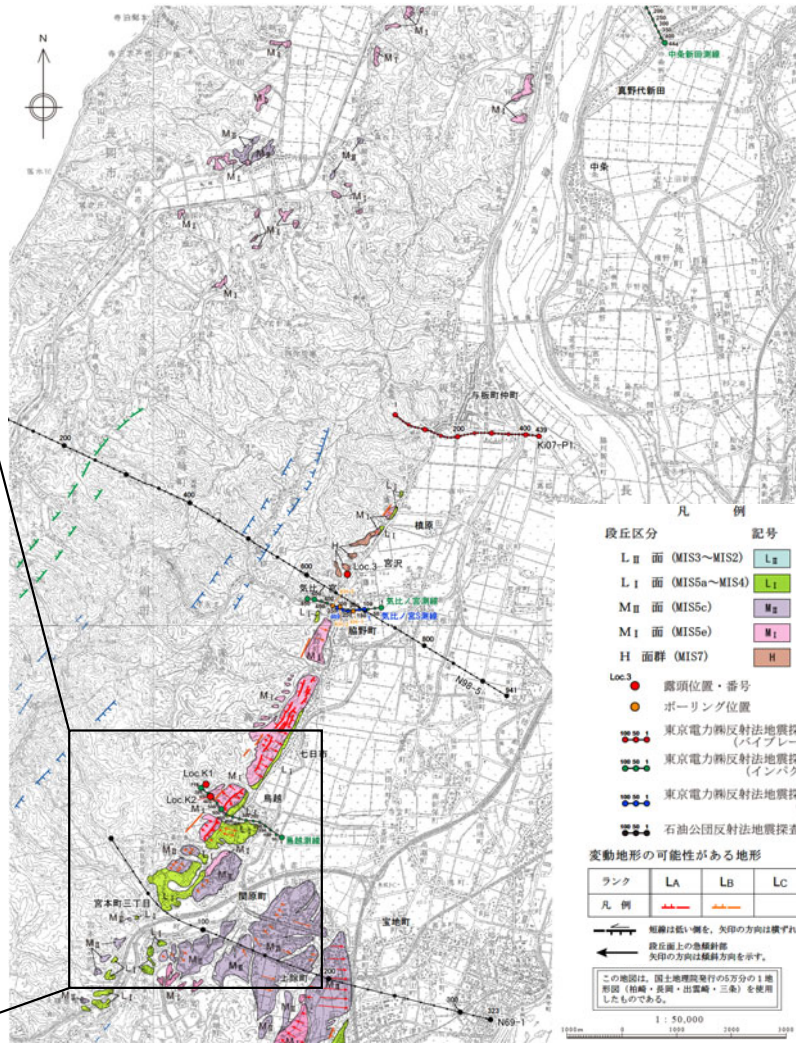
- 断層による不連続は沖積層まで認められ、その鉛直変位量は約7千年前の層準で約12m、約8千年前及び約1万年前の層準でいずれも約15mであることから、約8千年前～約7千年前の間に鉛直変位量が約3mの活動があったことが推定される



(縦：横=3：1)

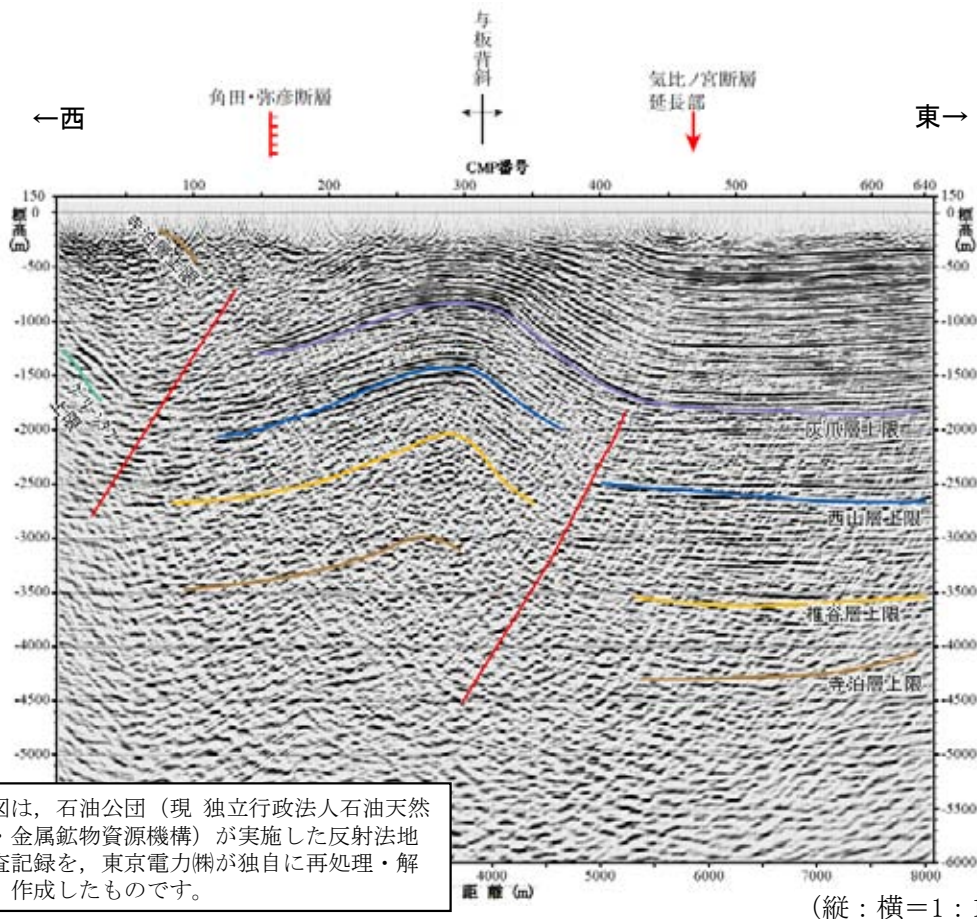
# 気比ノ宮断層南部における段丘面分布状況（南方延長の評価）

- 宮本町三丁目以南においては、L<sub>I</sub>面および一部M<sub>II</sub>面が広く分布しており、同面に変動地形またはその可能性がある地形が認められないことから、この付近で気比ノ宮断層の活動は終息しているものと判断される
- また、この南東側には片貝断層が位置し、この付近が活動セグメントの境界となっており、活動が東方へステップしていると考えられる



# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果 (N98-3測線)

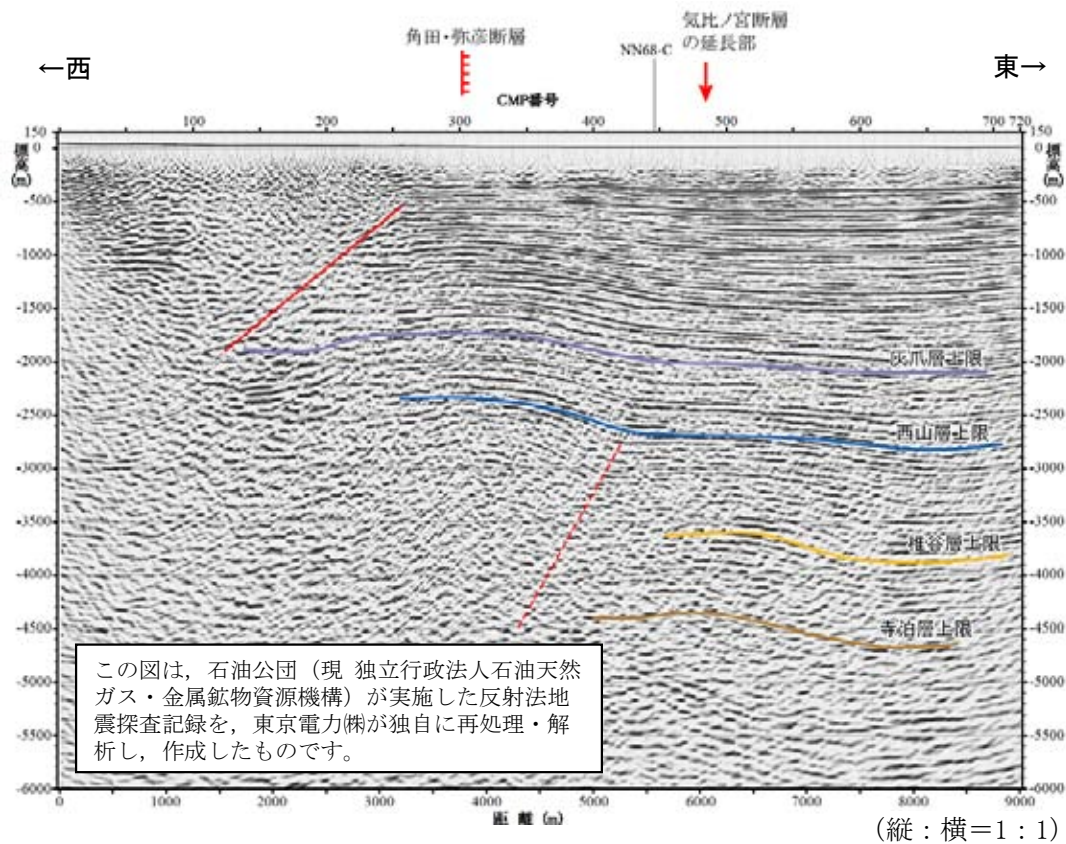
- 与板背斜東翼部の深部に気比ノ宮断層が認められる
- その西側には角田・弥彦断層が浅部まで認められ、両断層は並走している



この図は、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が実施した反射法地震探査記録を、東京電力㈱が独自に再処理・解析し、作成したものです。

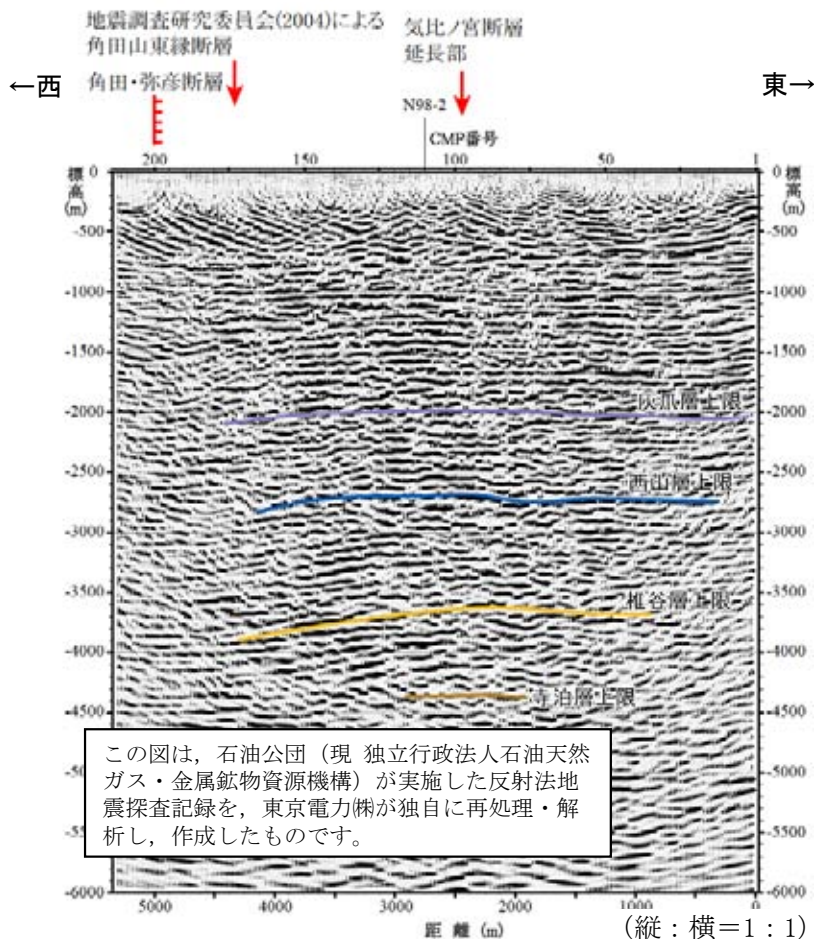
# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果（N98-2測線）

- 与板背斜東翼部の深部に気比ノ宮断層が認められるものの、灰爪層上限より上位の地層に明瞭な変位・変形を与えていないことから、この測線付近（高木村古新田）で気比ノ宮断層の活動は終息しているものと判断される



# 気比ノ宮断層の反射法地震探査結果 (NN68-C測線)

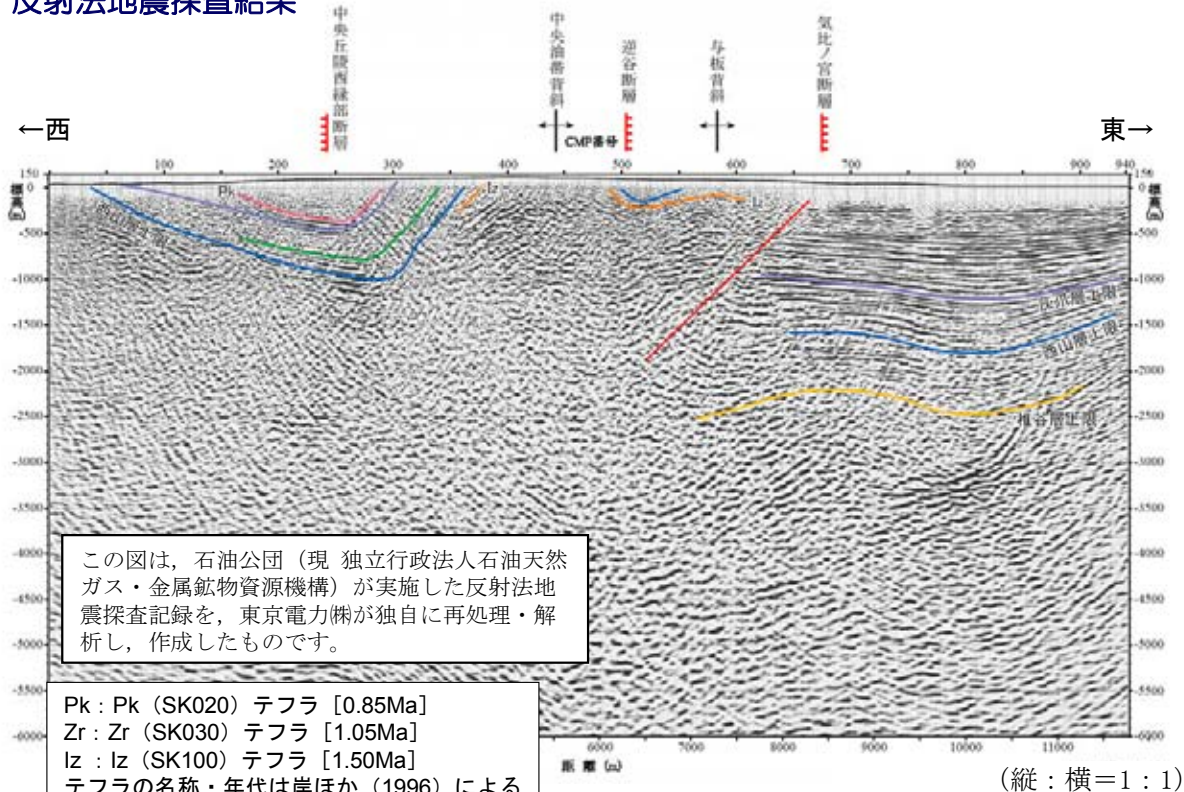
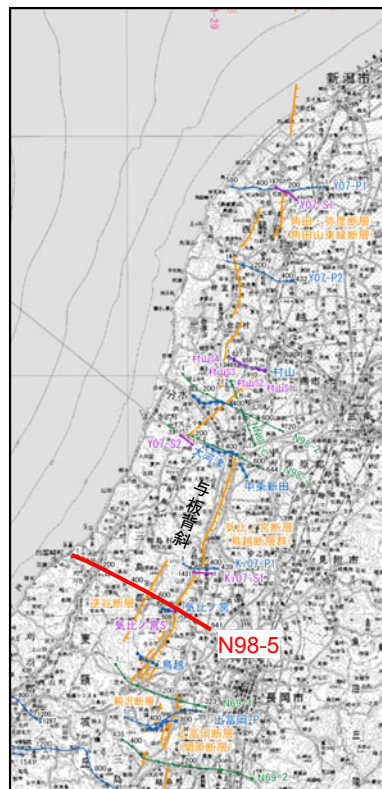
- 地下に明瞭な変位・変形は認められないことから、この測線付近（高木村古新田）で気比ノ宮断層の活動は終息しているものと判断される



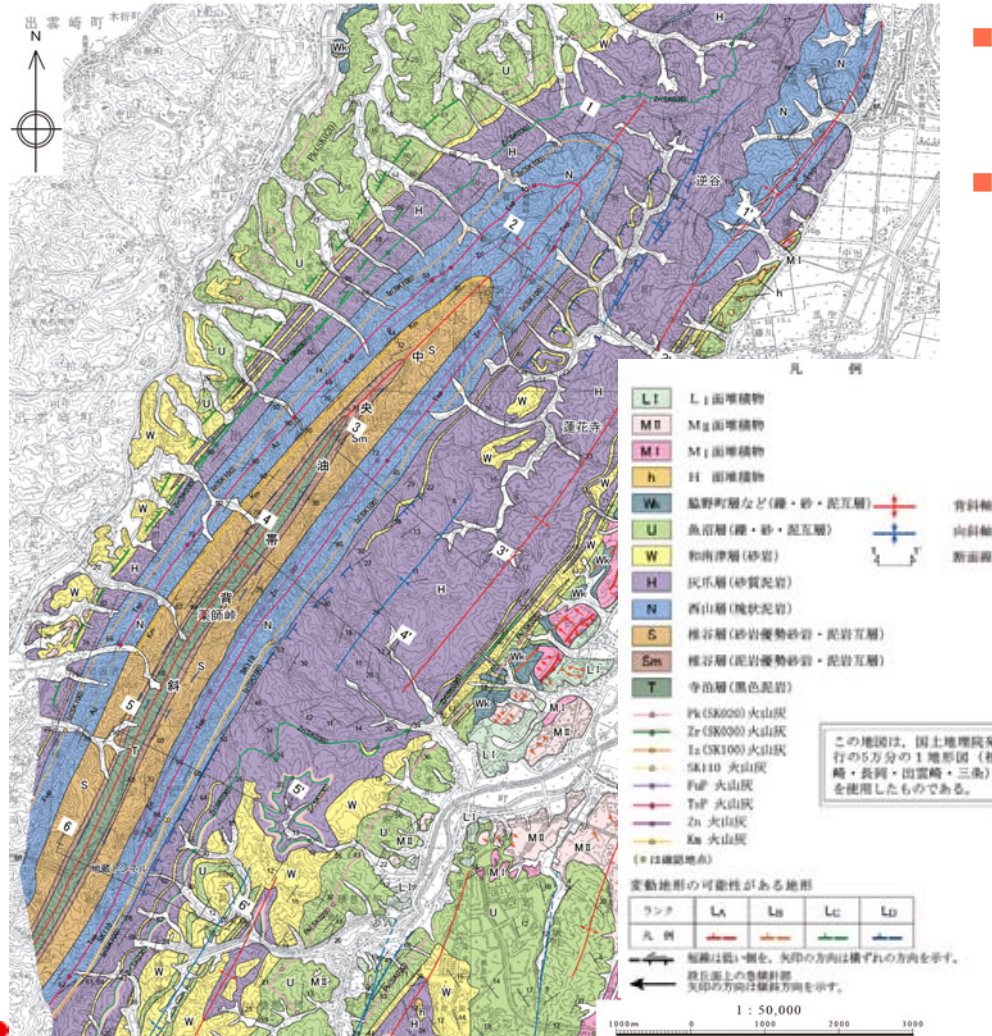
# 気比ノ宮断層に関連した褶曲群

- 気比ノ宮断層の上盤側には関連した褶曲構造が存在し、中央油帯背斜の後翼には中央丘陵西縁部断層が、中央油帯背斜と与板背斜との間には逆谷断層が示されている

## N98-5測線の 反射法地震探査結果



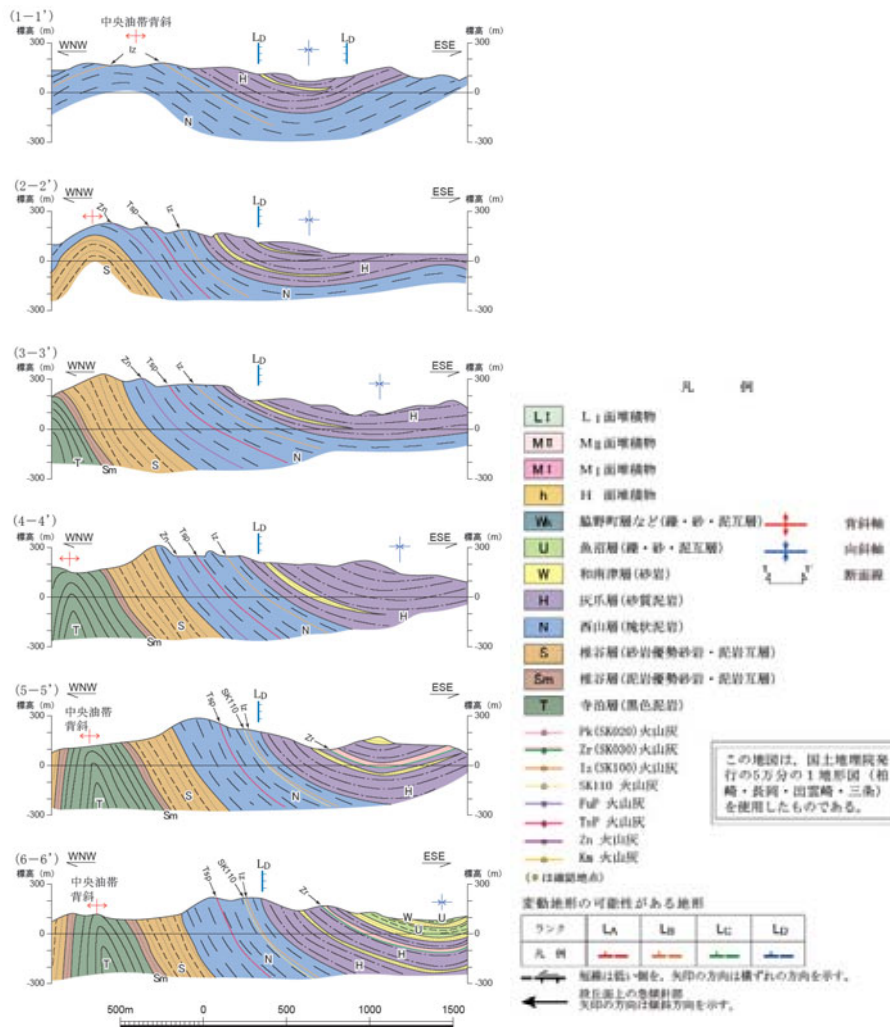
# 逆谷断層周辺の地形調査結果及び地表地質調査結果



- 中央丘陵内にNNE-SSW方向の溝状凹地が連続しており、中央油帯背斜と与板背斜の間の向斜軸となっている
- この溝状凹地の北西側に長さ約13km、南東側に長さ約4kmの並走する2条のL<sub>2</sub>ランクの地形が判読され、いずれも丘陵内の崖、鞍部からなる

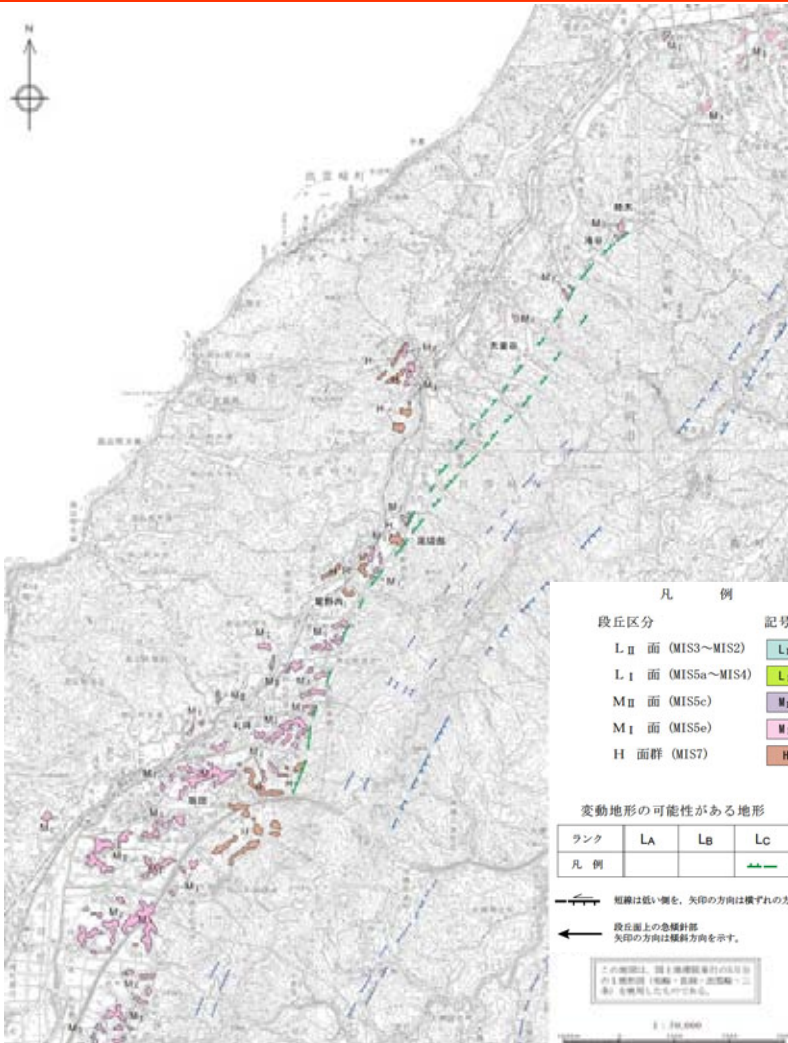
# 逆谷断層の地表地質調査結果

- 逆谷断層が推定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気比ノ宮断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断される
- 向斜軸の北西側においては、地層が $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 程度の東傾斜を示す同斜構造を示しており、L<sub>D</sub>ランクの地形は、薬師峠以北(1-1'~4-4')で灰爪層(砂質泥岩)と固結度の低い和南津層(砂岩)との境界付近に、薬師峠以南(5-5'~6-6')で西山層と灰爪層の境界付近にそれぞれ対応する
- 向斜軸の南東側においては、灰爪層が $20^{\circ}$ 程度の西傾斜を示す同斜構造を示す



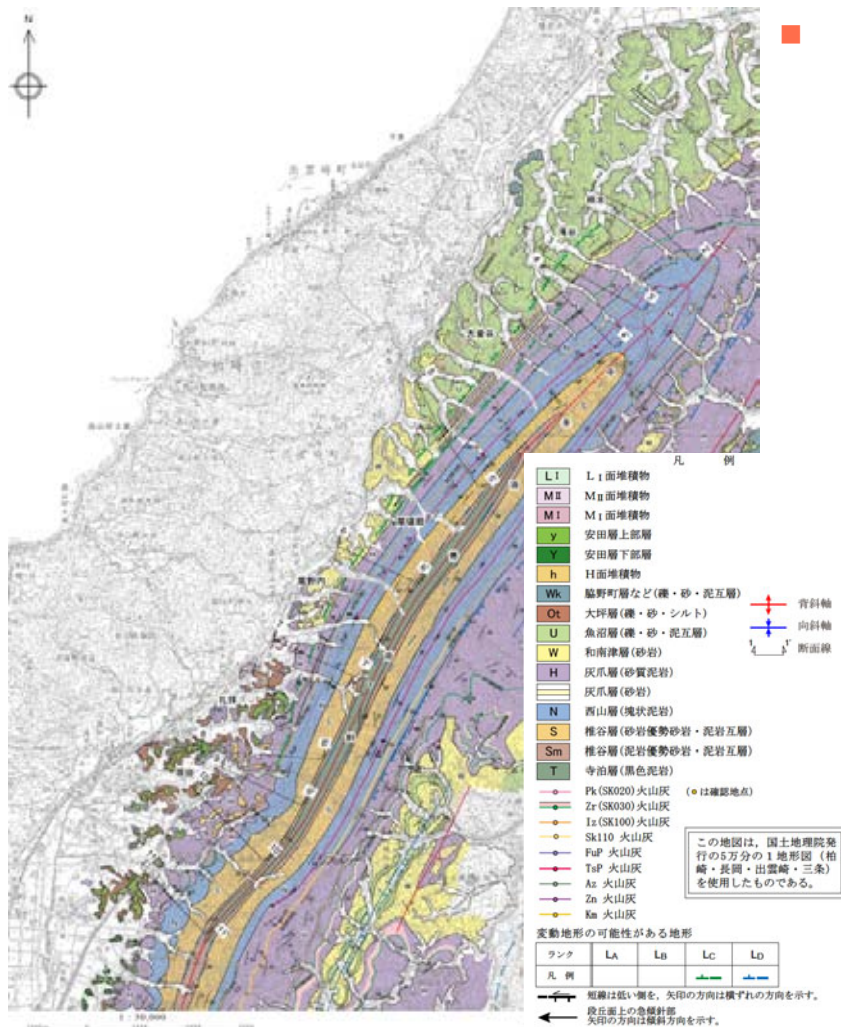


# 中央丘陵西縁部断層周辺の地形調査結果



- 中央丘陵西縁部の出雲崎町柿木から西山町坂田に至る約12.5km間において、2条のNNE-SSW方向のL<sub>c</sub>ランクの地形が判読され、丘陵内あるいは丘陵と段丘分布域の境界の西側が低い高度不連続を伴う崖、鞍部等の直線的な連続からなる

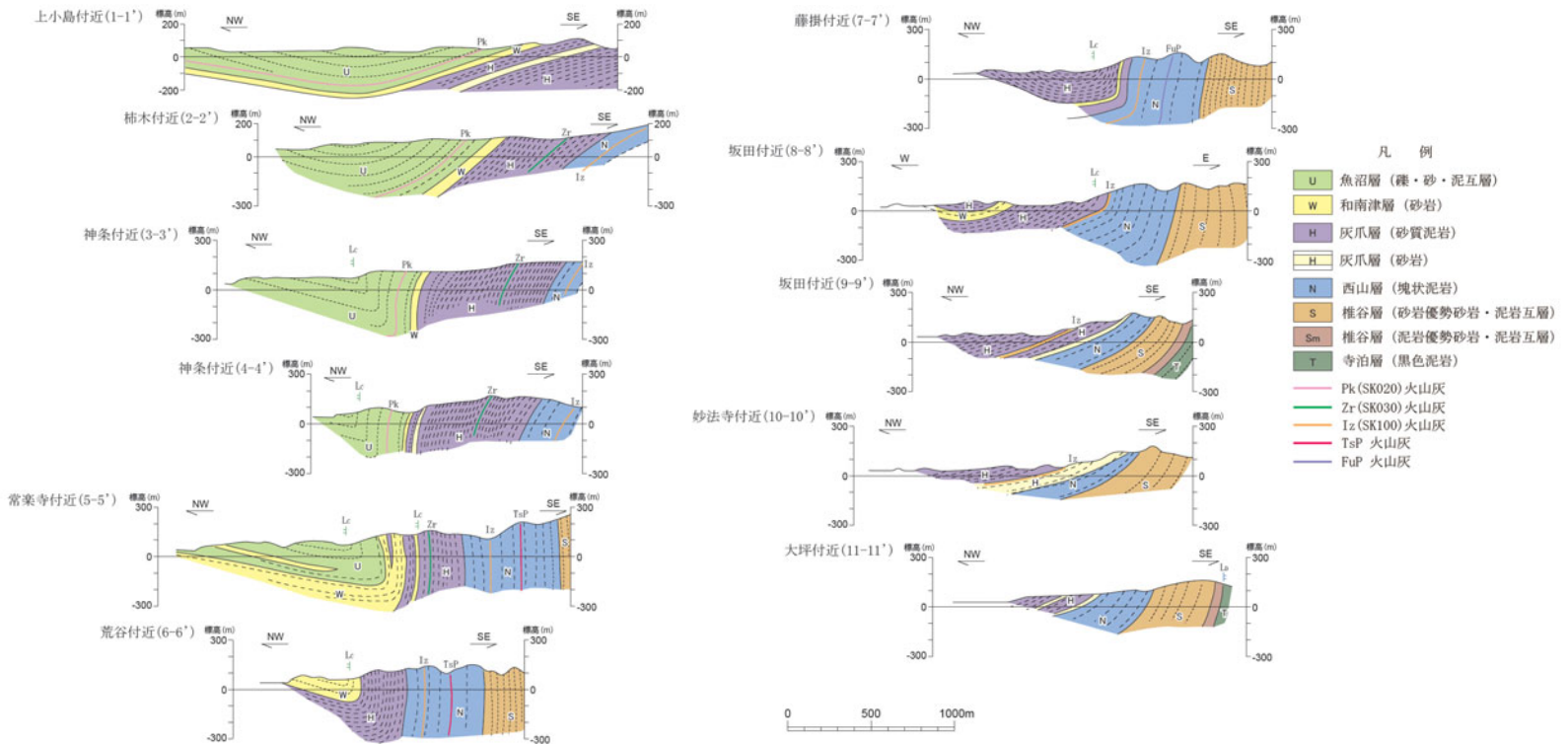
# 中央丘陵西縁部断層周辺の地表地質調査結果（地質図）



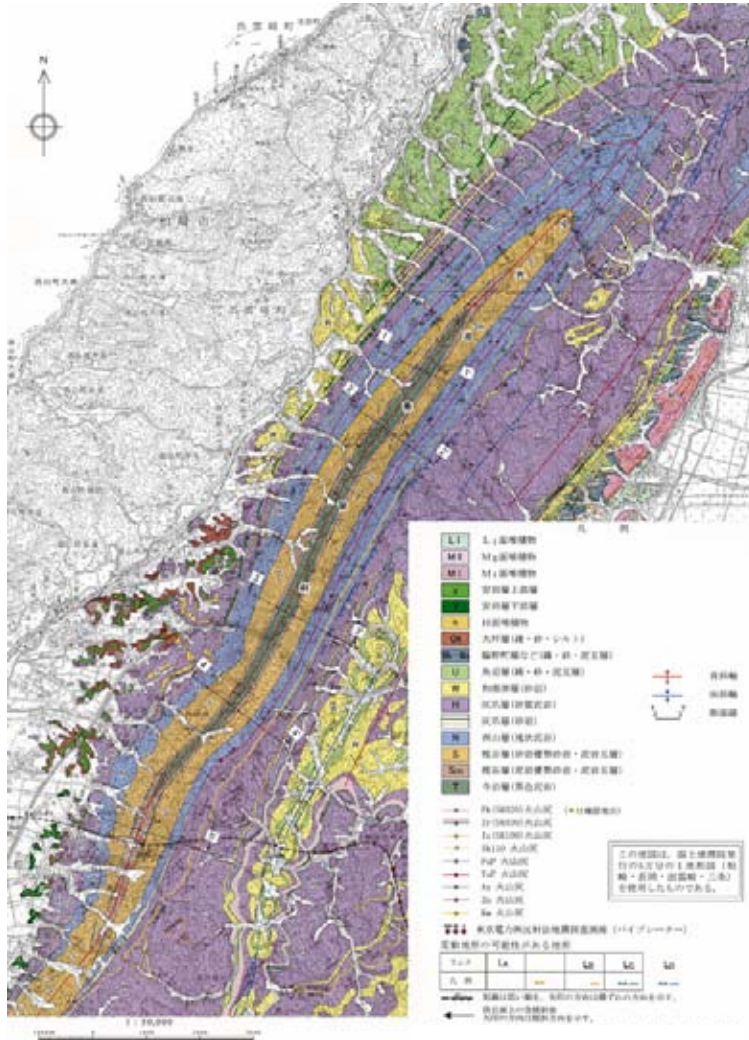
- 中央丘陵西縁部には、下位より椎谷層、西山層、灰爪層、魚沼層等が分布する

# 中央丘陵西縁部断層周辺の地表地質調査結果（地質断面図）

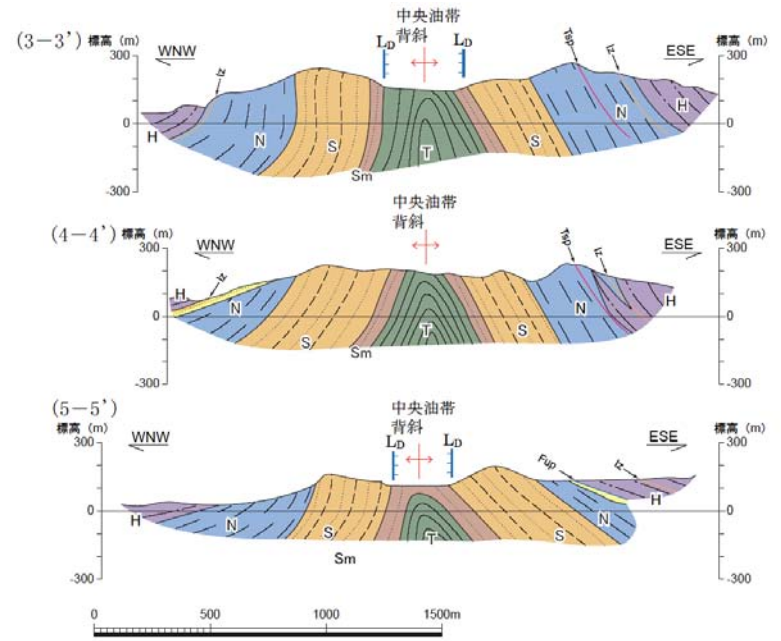
- 中央丘陵西縁部断層が指摘される位置は向斜構造となっており、この向斜の東側に分布する気比ノ宮断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断される
- 中央油帯背斜西翼部に判読されるLcランクの地形は、撓曲構造の層理面の屈曲部にほぼ対応している
- 柿木（2-2'）以北においては、緩やかな波状の褶曲構造となっており、撓曲構造は認められず、坂田（9-9'）以南においては、層理面屈曲部を伴わない西傾斜の同斜構造を示す



# 中央油帯背斜軸部のリニアメントの地形・地表地質調査結果



- 中央油帯背斜軸の東西両側に並走する2条のL<sub>D</sub>ランクの地形が判読される
- 同地形は背斜部に帯状に分布する寺泊層の風化の進んだ泥岩あるいは椎谷層の泥岩優勢互層とそれを取り巻く椎谷層の砂岩優勢互層の境界に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



## 気比ノ宮断層及び関連する褶曲群の評価

- 気比ノ宮断層においては、与板町仲町西から長岡市宮本町三丁目に至る約10km間に過褶曲を示す撓曲構造が認められ、その東側の背斜構造を覆うH面、M<sub>I</sub>面、M<sub>II</sub>面及びその堆積物の変形も認められる
- また、反射法地震探査結果及びボーリング調査結果によっても、過去約20数万年間の平均的な変位速度は約1m/千年であり、約8千年前～約7千年前の間に鉛直変位量約3mの断層活動があったことが推定される
- 気比ノ宮断層の北部については、反射法地震探査結果によると、大河津付近まで撓曲が認められるものの、吉田町高木村古新田付近においては、標高-1,000m付近以浅で明瞭な変位・変形は認められず、この付近で活動は終息しているものと判断される
- 気比ノ宮断層の南部については、地表地質調査結果、反射法地震探査結果等によると、宮本町三丁目以南に分布するL<sub>I</sub>面等に変動地形あるいはその可能性がある地形が認められないことから、この付近で活動は終息しているものと判断される
- この宮本町三丁目の南東側には片貝断層が位置し、この付近が活動セグメントの境界となっており、活動が東方へステップしていると考えられる
- 以上のことから、気比ノ宮断層は、後期更新世以降における活動の可能性があり、その長さを高木村古新田付近から長岡市宮本町三丁目付近に至る間の約22kmと評価する
- なお、気比ノ宮断層の上盤側（西側）には、逆谷断層、中央丘陵西縁部断層等が示されているが、これらが示されている付近の地質構造は、いずれも気比ノ宮断層の活動に伴う断層関連褶曲と判断されることから、主要な構造としては気比ノ宮断層を考慮する