

6. 敷地～敷地近傍の断層

- 6.1 敷地～敷地近傍の地形, 地質・地質構造の概要
- 6.2 敷地～敷地近傍の断層と評価の概要
- 6.3 敷地～敷地近傍の震源として考慮する活断層の評価
 - 6.3.1 後期更新世以降の地形, 地層の変位・変形
 - 6.3.2 断層破碎部性状
 - 6.3.3 断層の切り切れ関係
 - 6.3.4 文献調査・変動地形学的調査
 - 6.3.5 断層の地下深部への連続性
 - 6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造
- 6.4 まとめ

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

H24海陸統合探査の解釈①

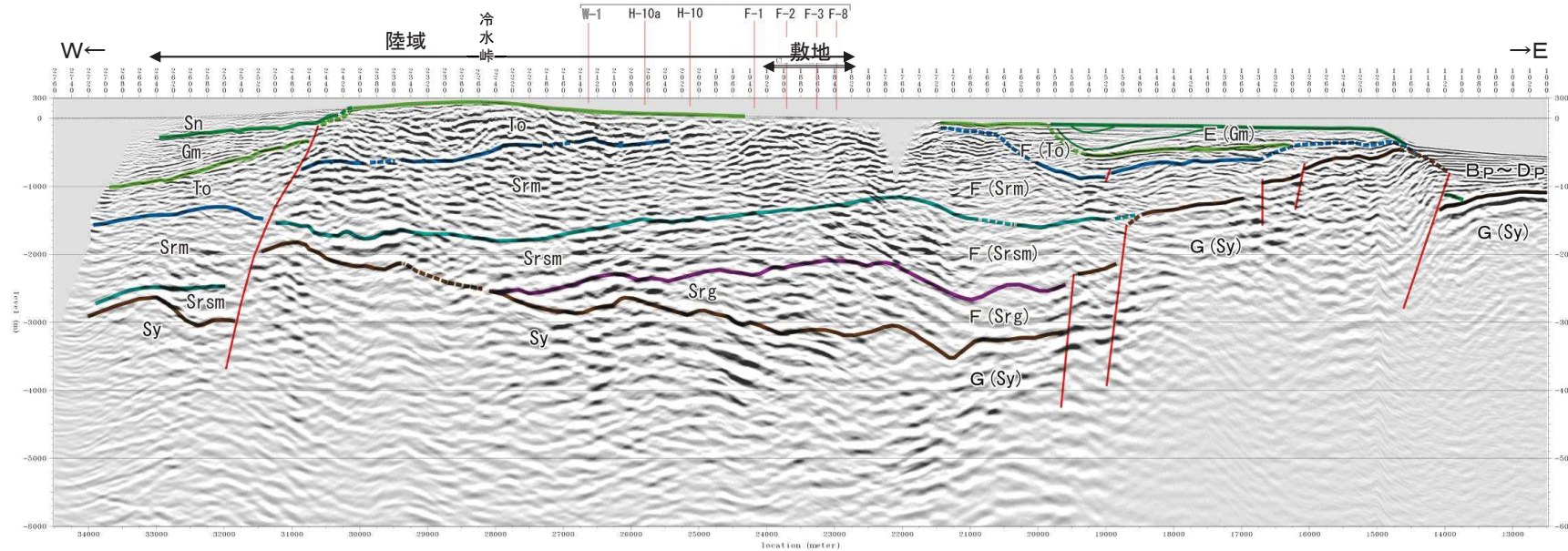
H24海陸統合探査について、陸域の地質分布、既往のボーリング調査結果、既往探査結果、H28海陸連続探査・H28海上音波探査等に加えて、南北測線の反射法地震探査及びボーリング調査から得られた知見等を加味して解釈を行った。

- 層相(反射面パターンの特徴)、下位層との構造の違い、速度構造解析結果、周辺の地質データとの対応関係等から、上位より砂子又層(Sn)、蒲野沢層(Gm)、泊層(To)、猿ヶ森層泥岩層(Srm)、同 砂岩泥岩互層(Srsm)、同 挟炭泥岩層(Srg)及び尻屋層群(Sy)に区分される。
- 大局的な地質構造は以下のとおり。
 - ✓ 本測線の地下深部には、基盤をなす尻屋層群(Sy)に相当する先新第三系が認識され、その深度は、敷地直下～大陸棚西部で最も深く深度3,000m前後、下北半島中軸部西側付近のCMP約2,350～2,500付近で深度2,000m前後、大陸棚外縁部～東部付近のCMP1,160～1,500付近で深度500～1,500m前後となっている。
 - ✓ 上位の猿ヶ森層、泊層、蒲野沢層には、大陸棚中央部付近から大陸棚外縁部付近にかけてのCMP約1,700～約1,200の区間において、一対の向斜構造及び背斜構造からなる褶曲構造が認識される。
 - ✓ 基盤をなす尻屋層群を変位させる構造として、敷地より東方海域の大陸棚中央部付近には西傾斜の正断層が、また冷水峠より西側には西傾斜の正断層が推定される。
 - ✓ 大陸棚中央部付近の西傾斜の正断層は浅部には連続していない。また、冷水峠より西側の西傾斜の正断層は少なくとも砂子又層に変位が及んでいない。
 - ✓ 敷地～敷地近傍の陸域には、地質調査において一切山東方断層等の正断層が確認されているが、本探査では不明瞭である。当該位置付近において、少なくとも地表付近から地下深部に連続する断層は認められない。
 - ✓ また、敷地～敷地近傍直下の地下深部では、基盤をなす尻屋層群に対応する反射面は比較的連続性が良く、少なくとも基盤に顕著な変位を有するような断層の存在は示唆されない。

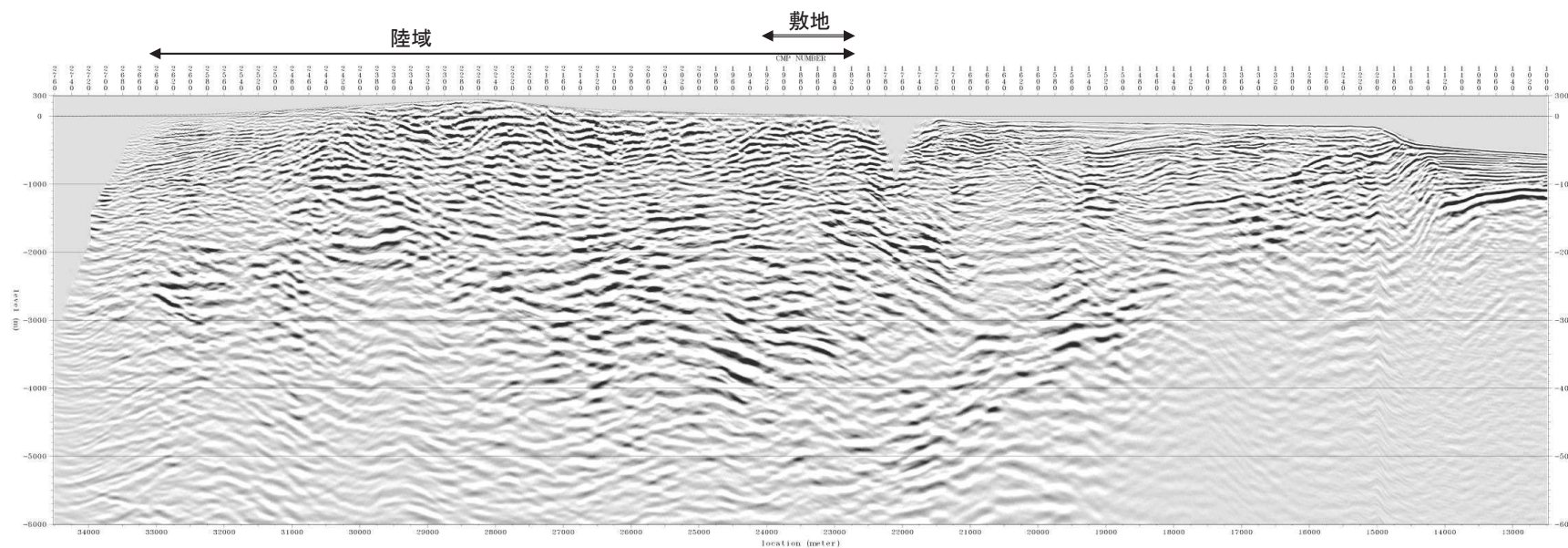


6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造 H24海陸統合探査の解釈②

一切山東方断層を始めとする敷地～敷地近傍の断層群



地質時代	陸域	海域		
第 四 紀	完新世	新砂丘堆積物	A層	
	更 新 世	沖 積 層	B層	
	中 期	段丘堆積物	C層	
新 鮮 世	前 期	砂子又層	D層	
	後 期	目名層	E層	
中 新 世	後 期	Mn		
	中 期	蒲野沢層		Gm
紀 世	前 期	泊 層	F層	
		泥岩層		Srm
		猿ヶ森層 砂岩泥岩互層		Srsm
		挟炭泥岩層		Srg
先新第三紀	尻屋層群	Sy	G層	

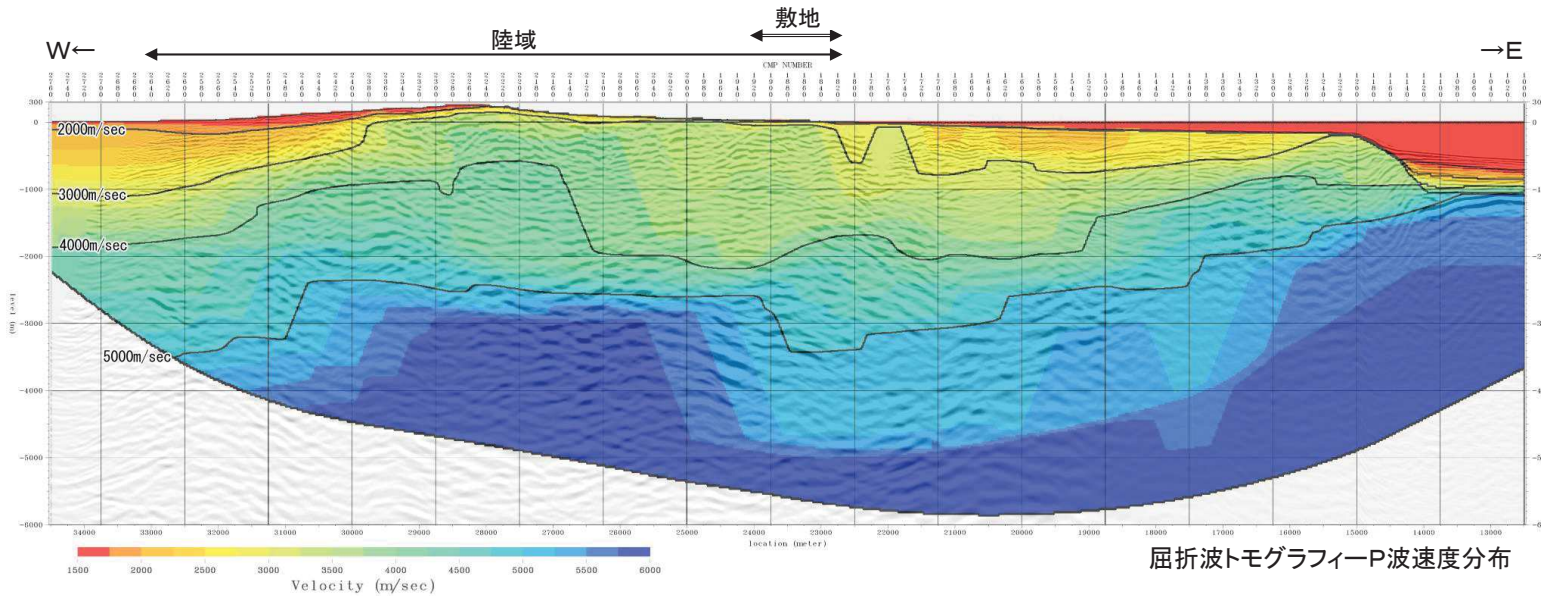


余白

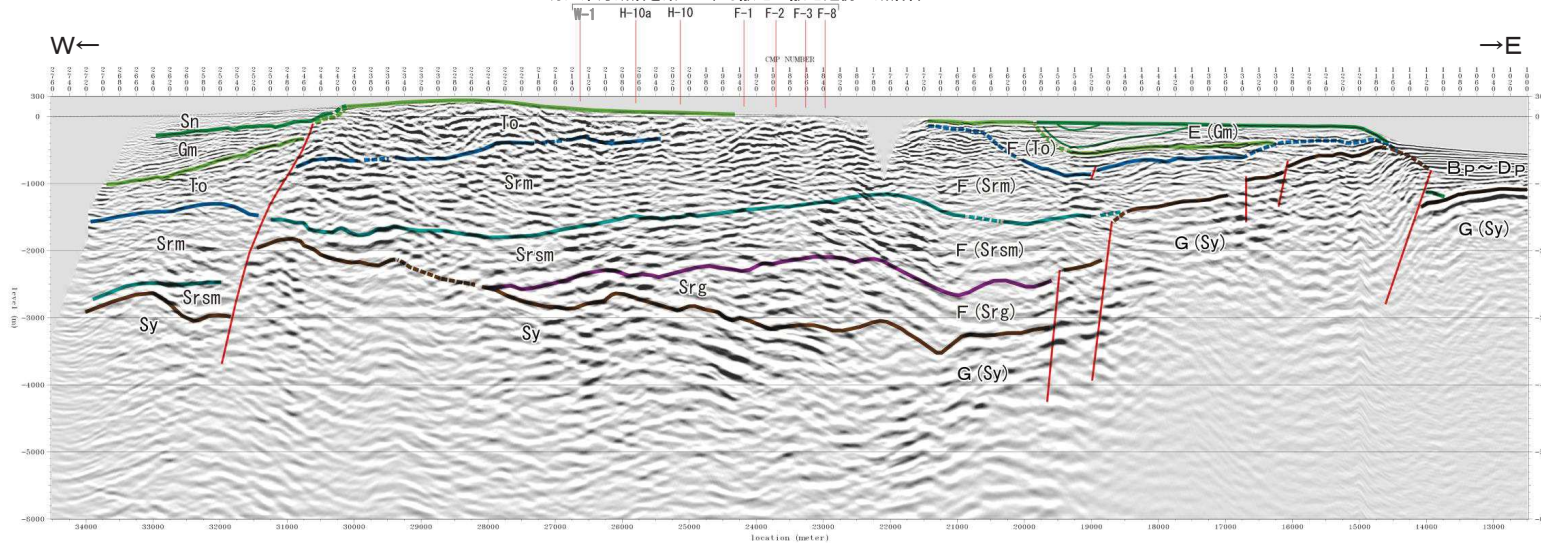
H24海陸統合探査の地質構造とP波速度構造の比較

➤ 屈折波トモグラフィー解析から得られるP波速度構造は、地質構造解釈に基づく層序及び地質分布と概ね整合している。

- ・ 3,000m/sec 以下の領域 : 砂子又層・Bp層～Dp層、蒲野沢層・E層分布域に概ね対応
- ・ 3,000 ～ 5,000m/sec の領域 : 猿ヶ森層・泊層・F層分布域に概ね対応
- ・ 4,000 ～ 5,000m/sec 以上の領域 : 先新第三系・G層分布域に概ね対応



一切山東方断層を始めとする敷地～敷地近傍の断層群



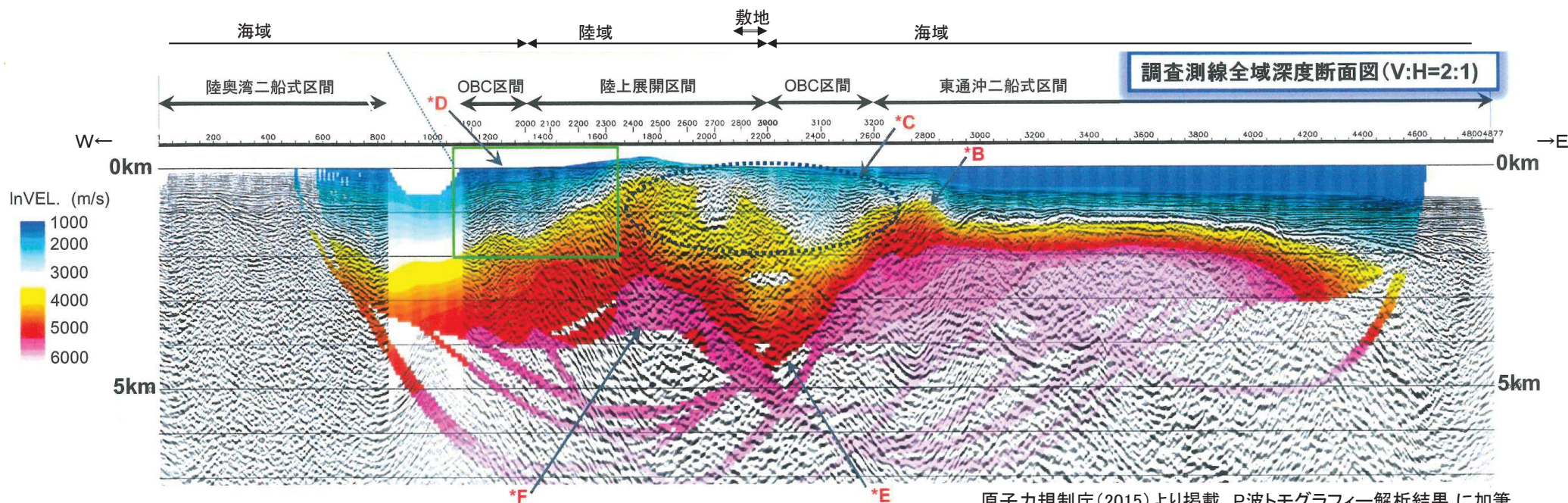
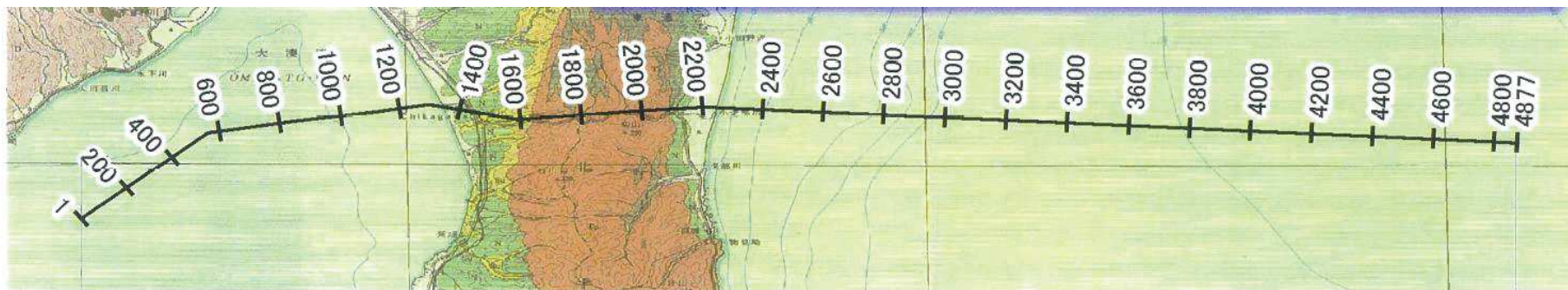
地質時代	陸域	海域
第 四 紀	新砂丘堆積物	A層
	沖積層	
更新世	段丘堆積物	B層
		C層
		D層
鮮新世	砂子又層	Sn
		D層
第 三 紀	目名層	Mn
	蒲野沢層	Gm
		E層
新 鮮 世	泊層	To
	泥岩層	Srm
	猿ヶ森層	Srsm
	狭炭泥岩層	Srg
		F層
先新第三紀	尻屋層群	Sy
		G層

H24海陸統合探査 MDRS深度断面(縦横比1:1)

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造 原子力規制庁(2015)の探查結果

➤ 原子力規制庁(2015)による主な考察として以下が示されている。

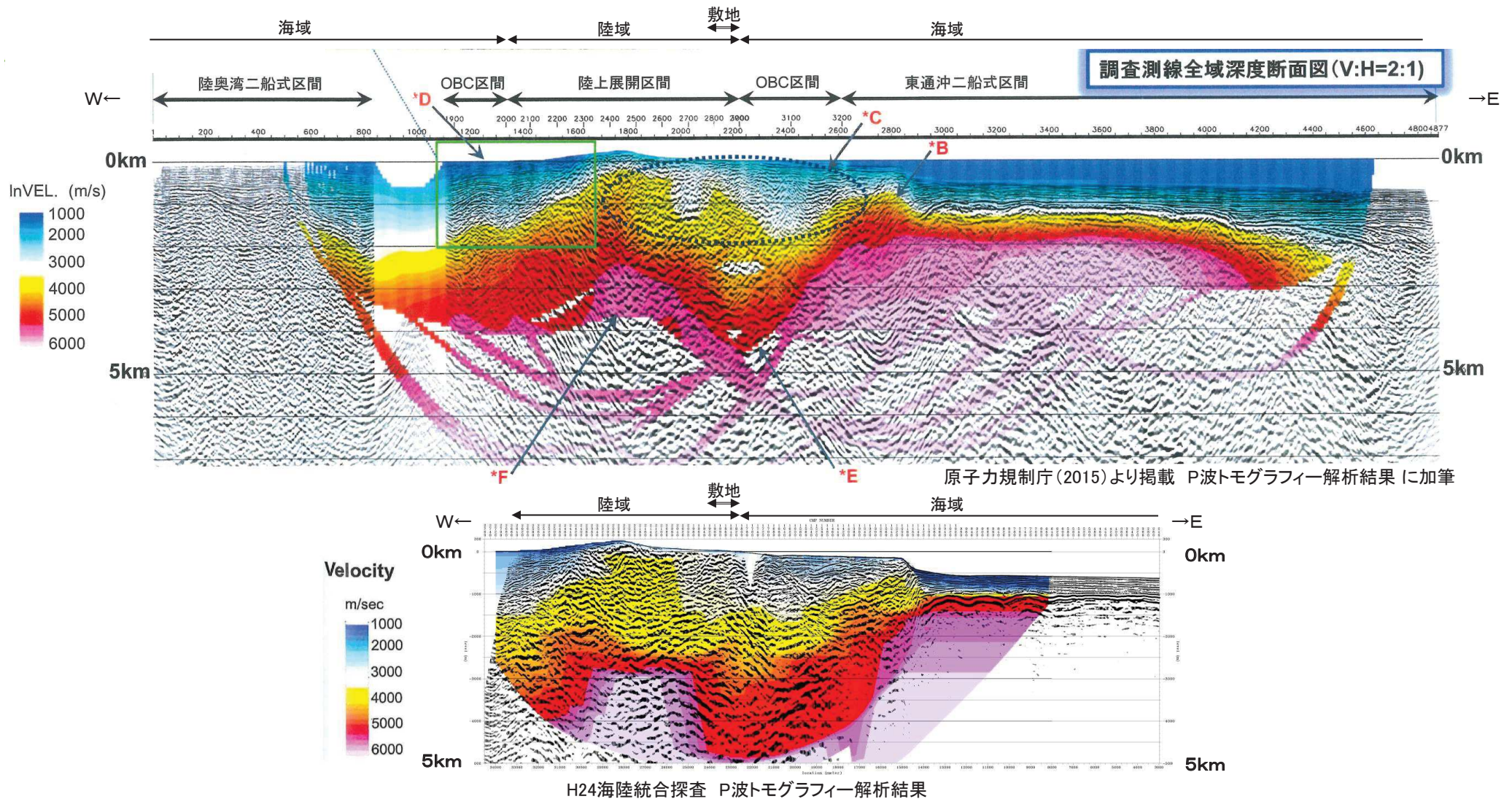
- 屈折波トモグラフィー解析結果では、大陸棚外縁断層近傍の海底直下まで高速度領域が隆起している形態が顕著である。(図中*B)
- 深度2,500mまでの浅層部に関しては、東通沖大陸棚直下では、目名層・蒲野沢層相当層によって充填されている小規模の堆積盆が存在する。(図中*C)
- 当該地域の先新第三系基盤(尻屋層相当層)上面速度は、東通沖大陸棚外縁部から西傾斜を伴い、東通海岸付近直下で深度約4,500mのトラフを形成している。(図中*E)
- 下北半島陸域では、その中軸部において基盤上面が深度約2,500mに達する隆起域が存在する。(図中*F)



原子力規制庁(2015)より掲載 P波トモグラフィー解析結果 に加筆

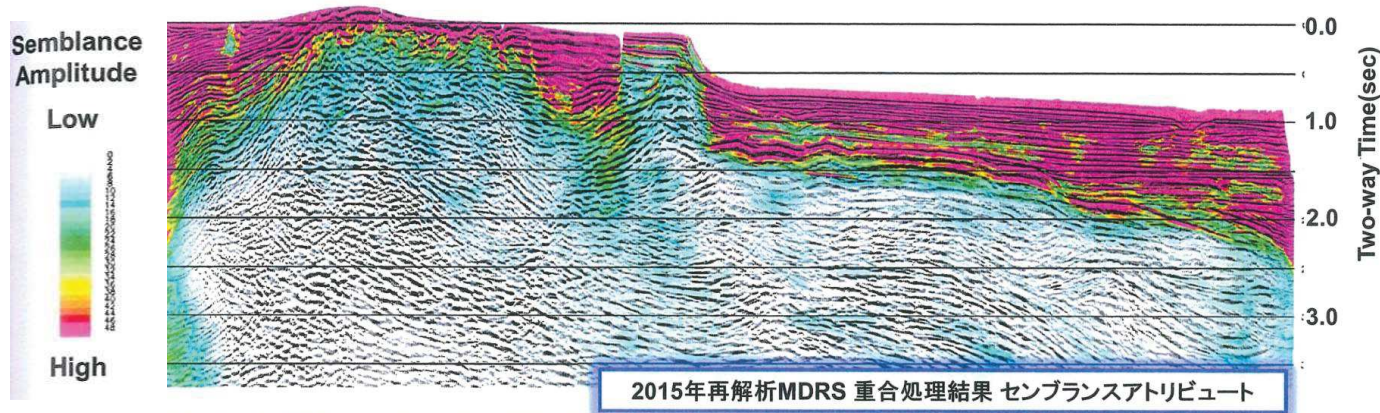
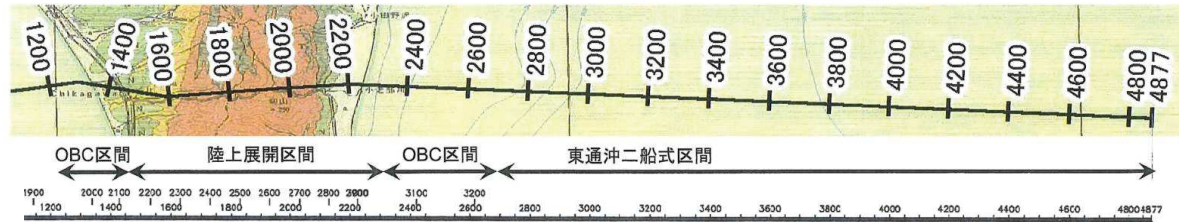
原子力規制庁(2015)とH24海陸統合探査の速度解析結果比較

➤ 原子力規制庁(2015)の探査結果とH24海陸統合探査結果を比較したところ、深部のP波速度が5,000m/secを超える部分でやや差が見られるが、全体としては速度分布構造は同様の傾向を示しており、大きな差異は認められない。

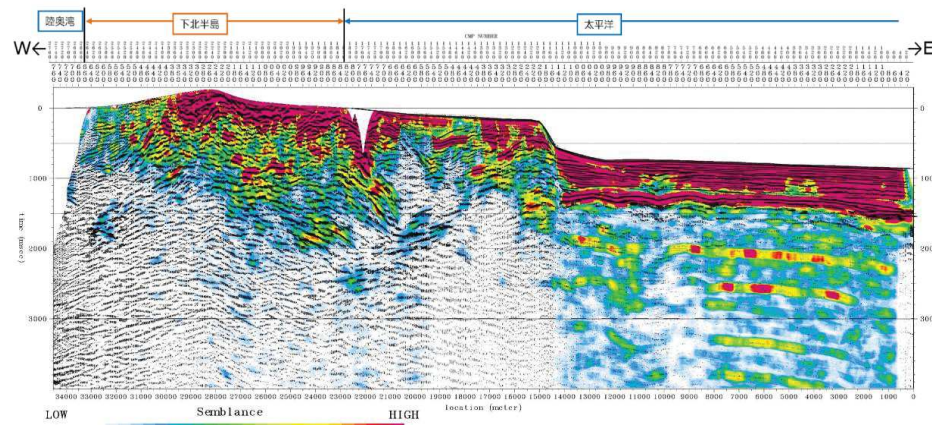


原子力規制庁(2016)とH24海陸統合探査のデータ相関

- 原子力規制庁(2016)とH24海陸統合探査は、2秒以浅の時間断面において、反射パターン、データ相関とも概ね同様の傾向を示している。
- ✓ 原子力規制庁(2016)は、陸奥湾のOBC区間と、東通沖二船式区間のデータが良好であり、H24海陸統合探査と比較して、陸奥湾内と大陸棚外縁から東側(沖側)の深部の解析結果の信頼性が高い。
- ✓ 一方、敷地直下付近については、両者ともにセンブランス値が高く重合効果が高いことから、地質構造は捉えられていると判断できる。



原子力規制庁(2016)時間断面図

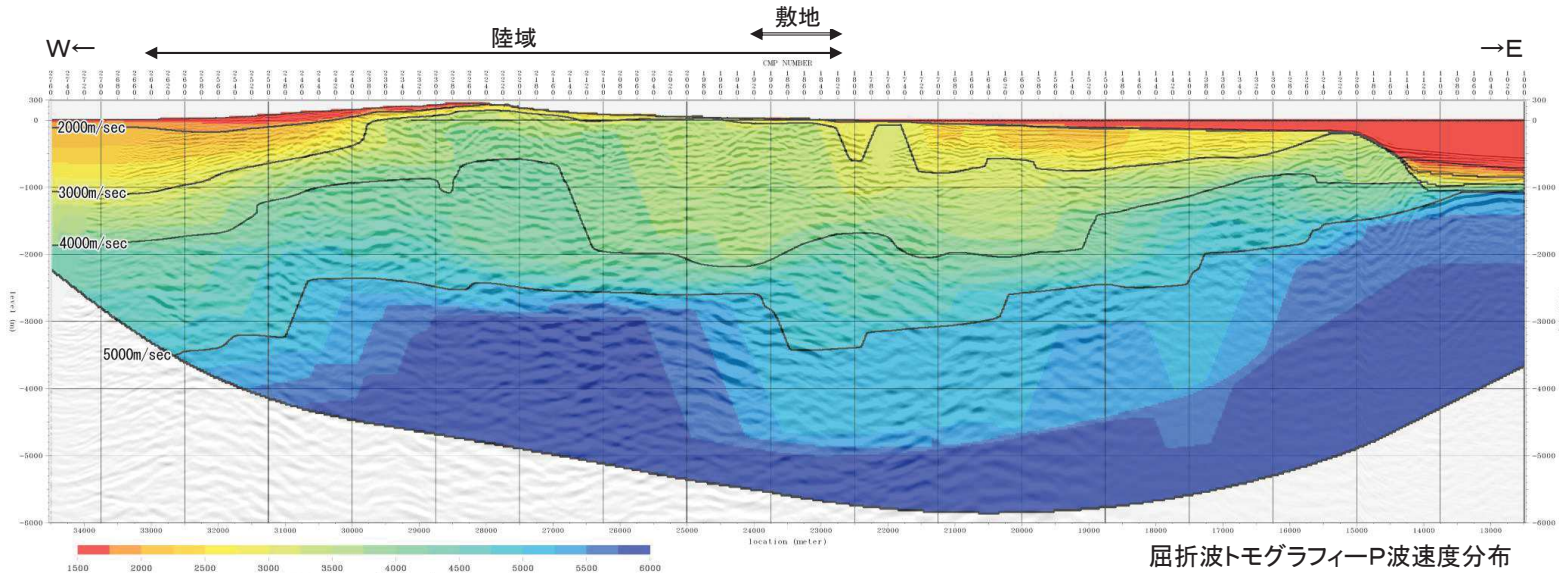


H24海陸統合探査結果 時間断面図

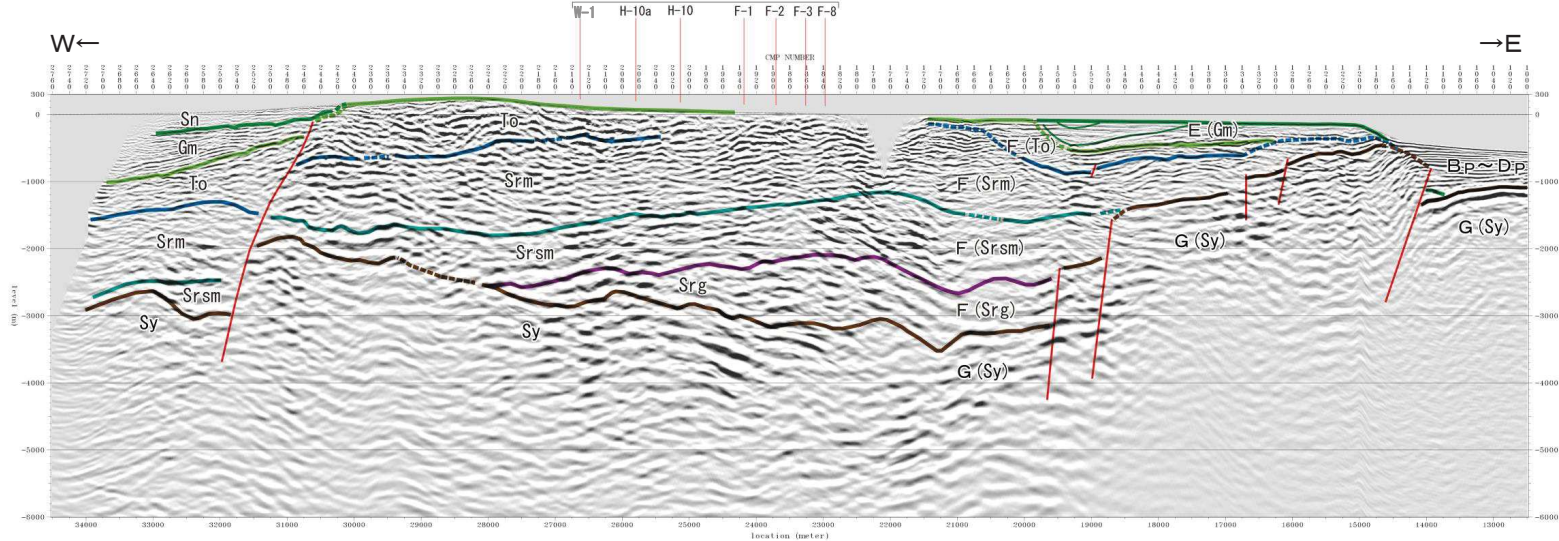
余 白

H24海陸統合探査のP波速度構造と地下構造

- 屈折波トモグラフィ解析に基づくP波速度構造から、基盤をなす先新第三系(G層)に概ね対応すると考えられる4,000～5,000m/sec以上の領域は、下北半島中軸部付近で高まりをなしているが、西側の陸奥湾及び東側の大陸棚から敷地にかけて深くなっている。
- 下北半島中軸部付近の基盤の高まりを示唆する高速度領域の高まりの西縁付近には、反射面の顕著な不連続が認められ、西傾斜の正断層が存在すると考えられる。この断層は、砂子又層(Sn)には変位が及んでいない。
- 高速度領域の高まりの東縁付近には、断層の存在を示唆するような反射面の顕著な不連続は認められない。



一切山東方断層を始めとする敷地～敷地近傍の断層群



地質時代	陸域	海域
第 完新世	新砂丘堆積物	A層
	沖積層	
四 更 新 世	段丘堆積物	B層
		C層
		D層
新 鮮 世	砂子又層	Sn
		D層
新 中 世	目名層	Mn
	蒲野沢層	Gm
		E層
三 紀 前 期	油層	To
	泥岩層	Srm
	猿ヶ森層 砂岩泥岩交互層	Srsm
	狭炭泥岩層	Srg
先新第三紀	灰層層群	Sy
		G層

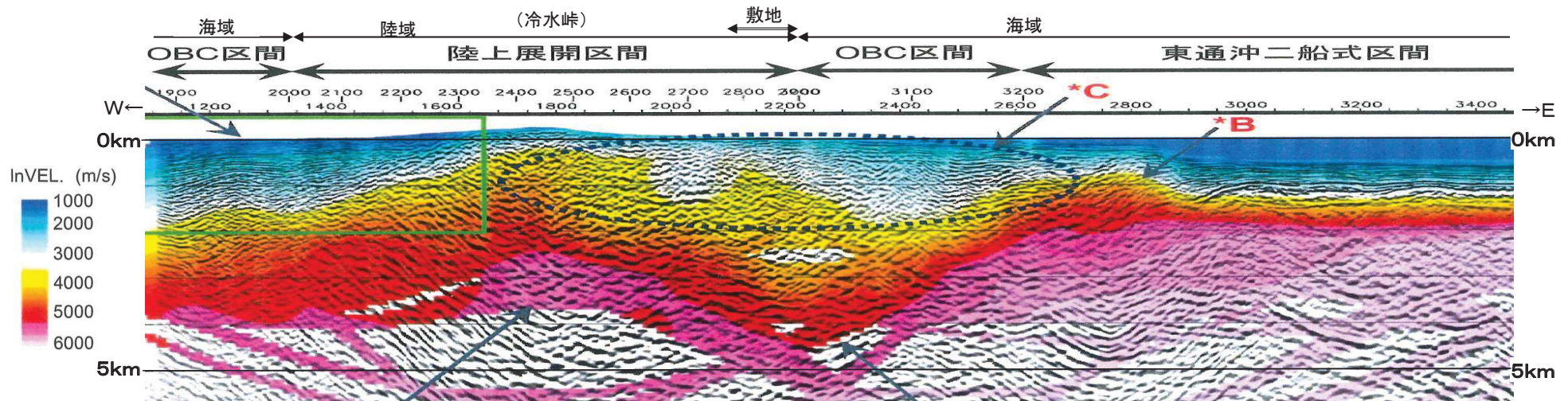
H24海陸統合探査 MDRS深度断面(縦横比1:1)

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

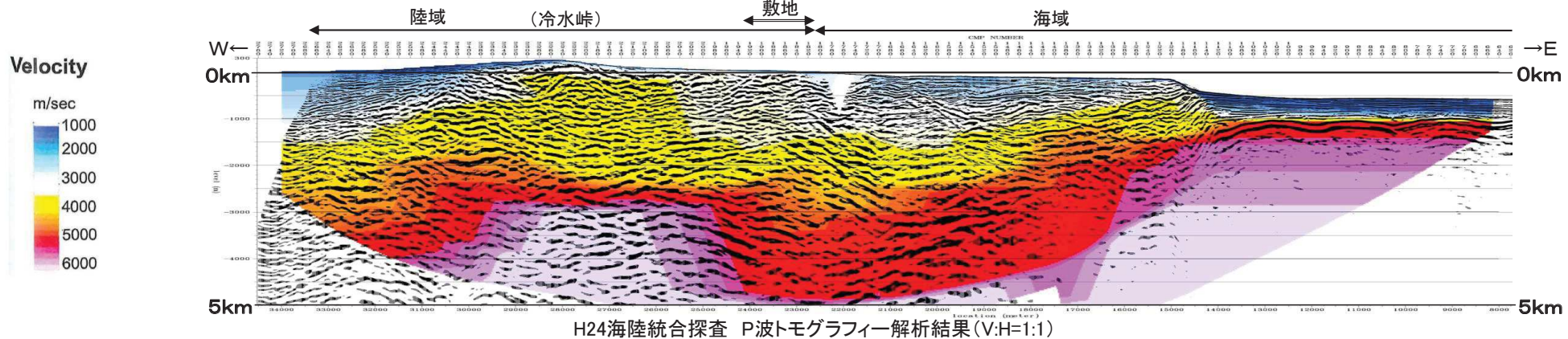
重力異常と地下構造：原子力規制庁(2015)とH24海陸統合探査の速度解析結果の相違点

- 原子力規制庁(2015)の探査結果とH24海陸統合探査結果の速度解析結果は、全体としては速度分布構造は同様の傾向を示しており、大きな差異は認められない。
 - ✓ 特に浅部のP波速度が約4,000m/secより遅い領域(黄色～青色)の分布形態は比較的良く対応している。
- 一方、深部のP波速度が約4,500m/secを超える高速領域(橙色～赤色～紫色)の分布形態にやや差異が見られる。
 - ✓ 下北半島中軸部の冷水峠付近直下では、約4,500m/sec前後の領域(橙色)の深度は、原子力規制庁(2015)では約1,000m前後以深であるのに対して、H24海陸統合探査では約2,000m前後以深である。
 - ✓ 同様に、約5,000m/secより速い領域(赤色)の深度は、原子力規制庁(2015)では約1,500～2,000m以深であるのに対して、H24海陸統合探査では約2,500m前後以深である。
 - ✓ 一方、更に高速な約5,500m/secより速い領域(紫色～薄紫色)の分布形態について、下北半島中軸部深部の高まりの東縁及び西縁の形状がH24海陸統合探査では急激な深度差を伴う階段状であるのに対して、原子力規制庁(2015)では比較的緩やかかつ連続的に深度を増している。
 - ✓ 以上のことから、敷地～敷地前面海域の海岸線付近における、約5,500m/secより速い領域(紫色～薄紫色)の凹地状構造は、原子力規制庁(2015)の方が緩やかな形態となっている。

➡ 原子力規制庁(2015)とH24海陸統合探査の速度解析結果の相違点も踏まえ、更に地下深部構造について詳細な検討を行う。



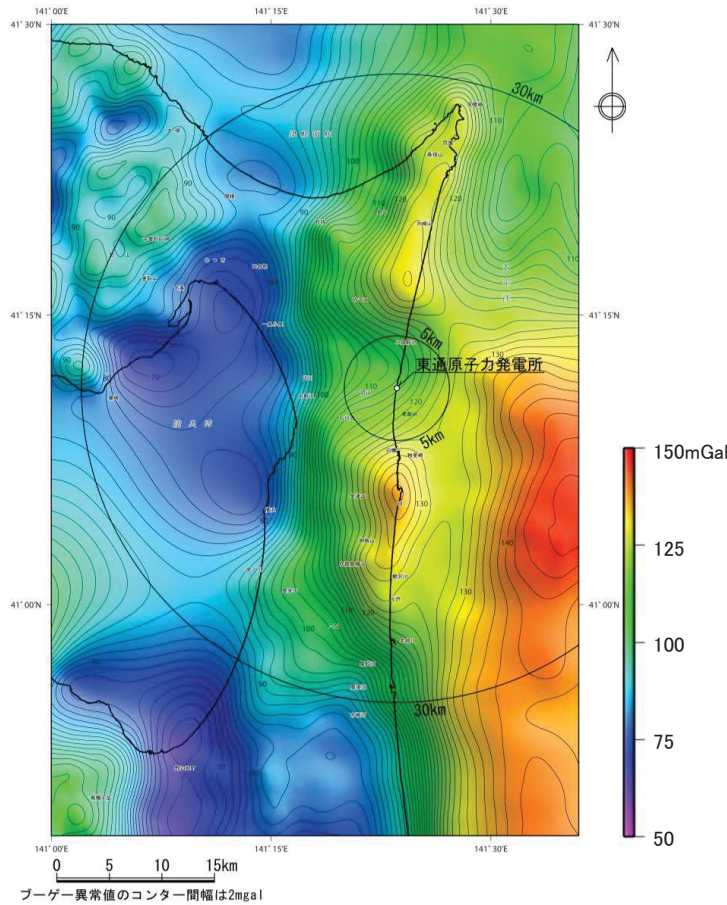
原子力規制庁(2015)のP波トモグラフィー解析結果(V:H=2:1)をV:H=1:1にて表示、一部加筆



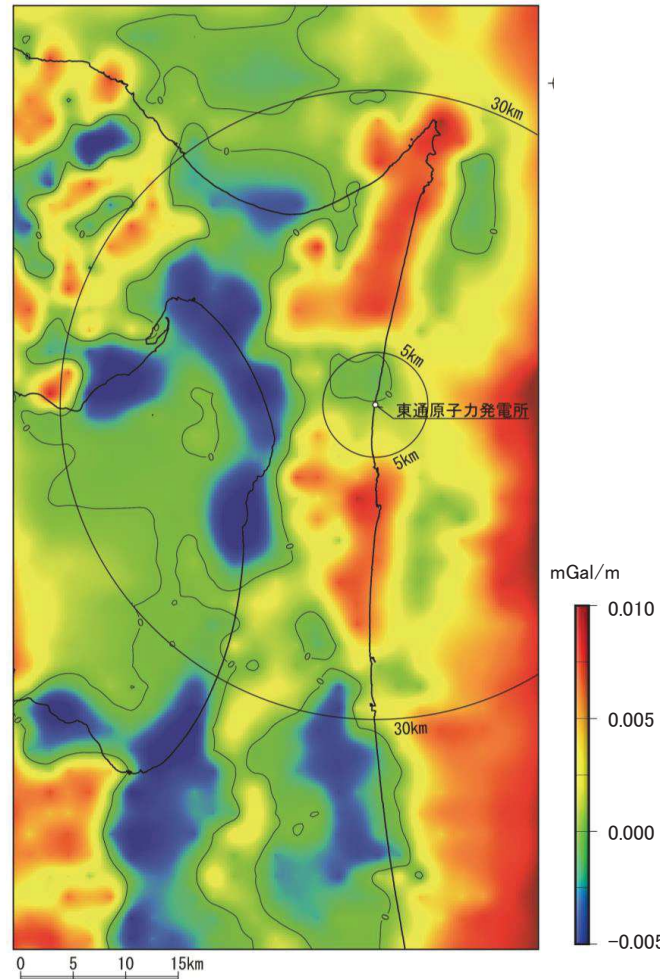
H24海陸統合探査 P波トモグラフィー解析結果(V:H=1:1)

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造 重力異常と地下構造：概要

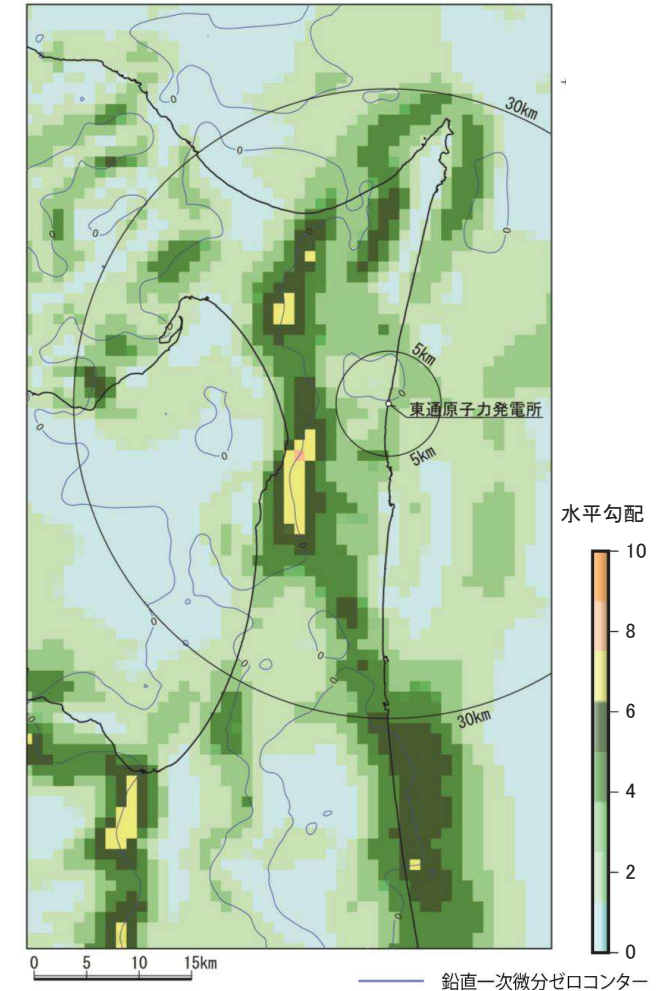
- 大局的には、下北脊梁山地に対応して高重力異常域が、むつ低地～陸奥湾に対応して低重力異常域がそれぞれ認められ、下北脊梁山地の高重力異常域とむつ低地～陸奥湾の低重力異常域の境界部には、NNE-SSW方向の重力異常の急勾配域が比較的直線的に連続する。
- 少なくとも、敷地～敷地近傍に分布するNNE-SSW走向の断層群に対応するような、顕著な重力異常急勾配は認められない。
- 鉛直1次微分のゼロコンターが通過し、重力異常水平勾配値の大きい地域(重力コンターの急傾斜部)として、横浜断層付近等にNNE-SSW方向～NS方向の帯状の水平勾配値が大きい分布域が確認される。一方、敷地～敷地近傍においては鉛直1次微分のゼロコンターが通過するものの、敷地～敷地近傍に分布するNNE-SSW走向の断層群に対応するような傾向は認められない。



敷地周辺陸域の重力異常図



鉛直1次微分図

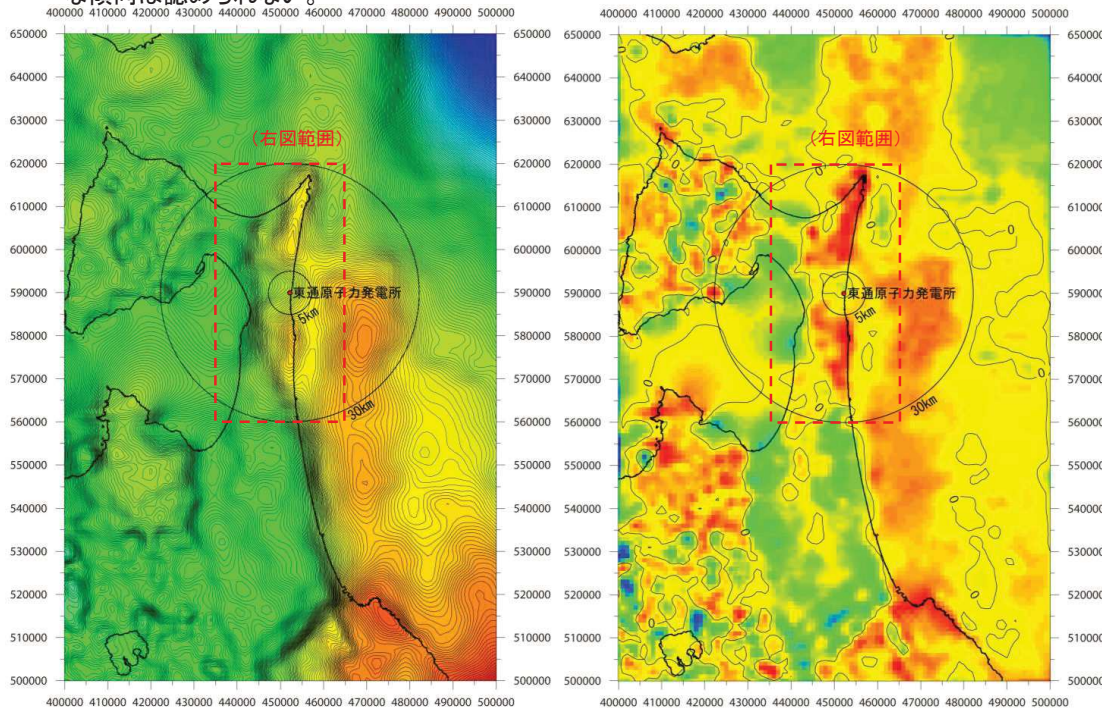


水平勾配図

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

重力異常と地下構造：重力異常と鉛直1次微分図

- 敷地～敷地近傍の地下構造に関して、重力異常データに基づき更に詳細な検討を行った。
 - ✓ 重力異常データについて、格子間隔1,000m、コンター間隔1mGalで再整理した。(データセットは最新の重力データベースである「地質調査総合センター編(2013), 日本重力データベースDVD版」を用いた。)
 - ✓ 新第三系と基盤を構成する地層の間の顕著な構造差が存在する可能性や、この構造差の位置、連続性、直線性、規模等について検討を行うことを目的とし、詳細な重力異常を基に鉛直1次微分図を作成するとともに、ハイパスフィルタとして傾向面除去及び上方接続結果除去を実施した。
- 詳細な重力異常に基づく鉛直1次微分図を作成した。
- 重力異常図によると、下北脊梁山地の高重力異常域とむつ低地～陸奥湾の低重力異常域の境界部には、大局的には南北方向の重力異常の急勾配域が比較的直線的に連続するが、敷地～敷地近傍では少なくとも地質調査で確認されたNNE-SSW走向の断層群に対応するような、顕著な重力異常急勾配は認められない。
- 鉛直1次微分図によると、下北脊梁山地とむつ低地～陸奥湾の境界部のNNE-SSW方向の重力異常の急勾配域に対応して連続性の良いゼロコンターがみられる。一方、敷地～敷地近傍には、不規則な形状の閉じたゼロコンターが認められるのみであり、敷地直下に小規模な凹地の存在が示唆されるものの、敷地～敷地近傍に分布するNNE-SSW走向の断層群に対応するような傾向は認められない。



-75 -50 -25 0 25 50 75 100 125 150 175 mGal

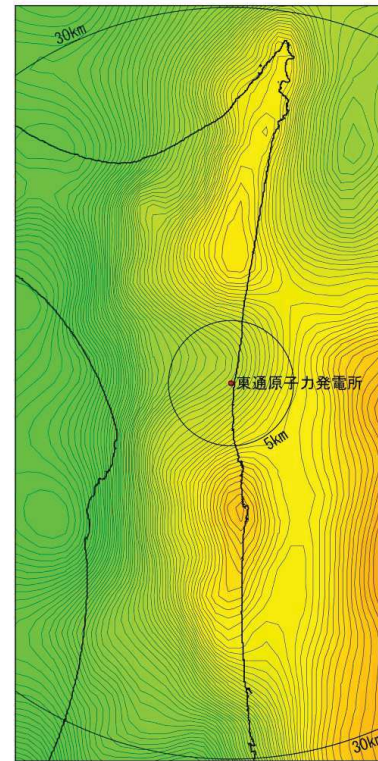
仮定密度 $\rho = 2.67\text{g/cm}^3$, 格子間隔1,000m,
コンター間隔は1mGal

重力異常図(広域)

-0.010 -0.005 0.000 0.005 0.010 mGal/m

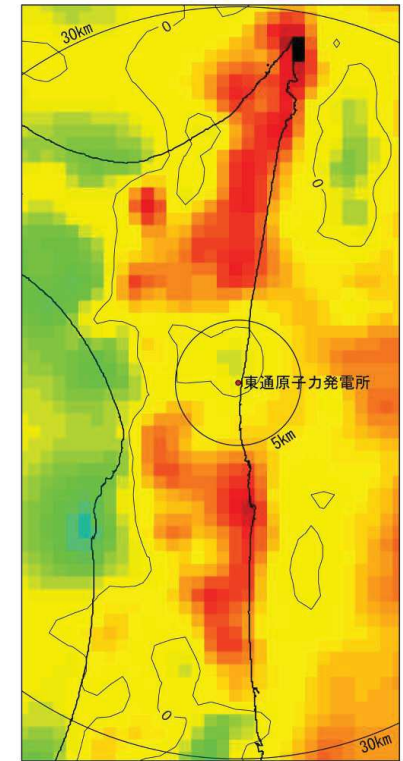
仮定密度 $\rho = 2.67\text{g/cm}^3$, 格子間隔1,000m,
コンター線は0値を示す

鉛直1次微分図(広域)



-75 -50 -25 0 25 50 75 100 125 150 175 mGal

重力異常図(敷地近傍)



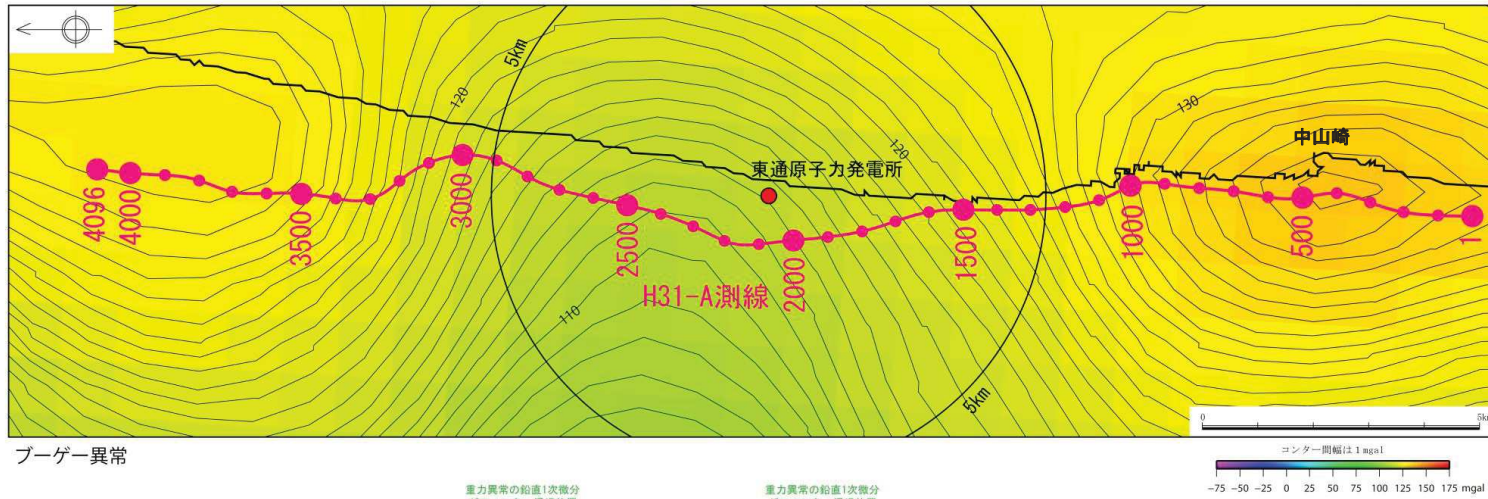
-0.010 -0.005 0.000 0.005 0.010 mGal/m

鉛直1次微分図(敷地近傍)

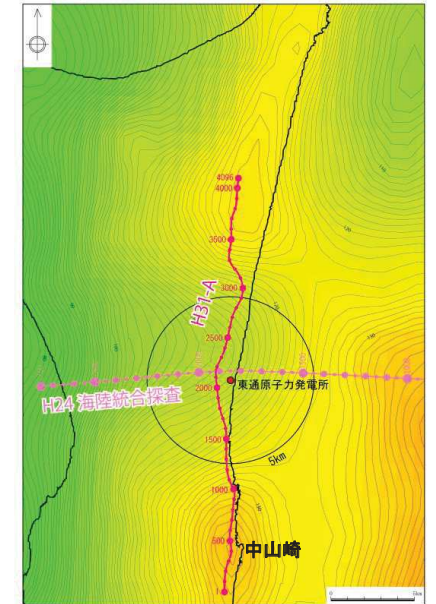
6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

重力異常と地下構造：H31-A測線沿いの重力異常①(ブーゲー異常)

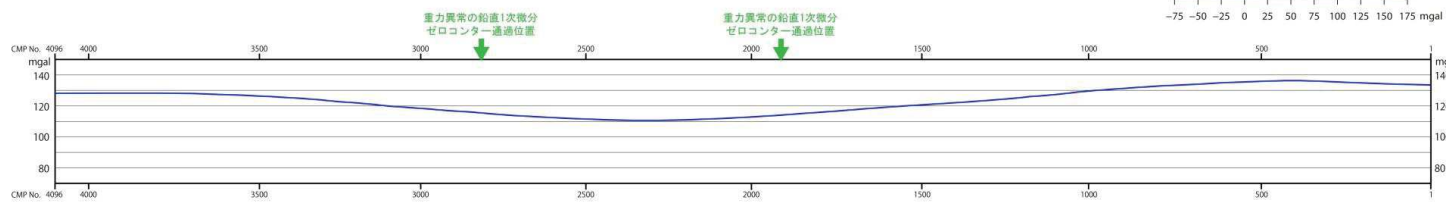
- 敷地直下の地下深部において、重力異常から想定される基盤の凹地状の構造の存在が推定されることから、南北方向の地下深部構造の詳細な考察として、H31-A測線沿いの重力異常(ブーゲー異常)と地下構造の対応状況について検討した。
 - ✓ 重力異常(ブーゲー異常)とH31-A測線反射法地震探査結果の解釈断面図は大局的に良く対応しており、重力異常は主に基盤をなす尻屋層群(Sy)の分布に良く対応していると考えられる。
 - ✓ 北部の尻屋層群(Sy)分布域と高重力異常域は良く対応しており、敷地直下付近では低重力異常域に対応して尻屋層群(Sy)の深度が深くなっている。
 - ✓ 敷地付近直下の地下深部で尻屋層群(Sy)の分布は最も深く、敷地南部から南方に向かって深度を減じ、中山崎付近で高まりをなしているが、南部の高重力異常域はこの高まりの位置に概ね対応している。
 - ✓ 重力異常(ブーゲー異常)は比較的勾配は急であるものの、全体として北から南に連続的に低下しており、局所的な急勾配をなす箇所は認められない。
- ⇒ 南北測線H31-A測線沿いの重力異常(ブーゲー異常)からは、敷地～敷地近傍直下付近の地下深部には、少なくとも規模の大きい顕著な断層の存在は示唆されない。



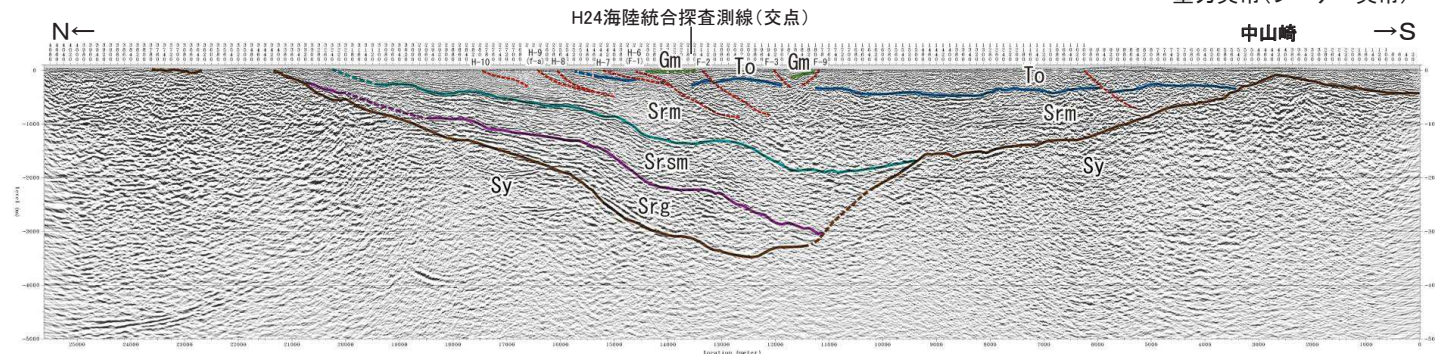
ブーゲー異常



ブーゲー異常



重力異常(ブーゲー異常)



H31-A測線沿いの重力異常(ブーゲー異常)

地質時代	陸域	海域
第四紀	完新世 新砂丘堆積物	A層
	後期 沖積層	B層
	中期 段丘堆積物	C層
鮮新世	前期 砂子又層	D層
	後期 目名層	M層
第三紀	中期 蒲野沢層	E層
	前期 泊層	To
	前期 泥岩層	Srsm
	前期 猿ヶ森層 砂岩泥岩互層 挟炭泥岩層	Srsm Srg
先第三紀	尻屋層群	Sy G層

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

重力異常と地下構造：H31-A測線沿いの重力異常②(密度構造モデルに基づく検討)

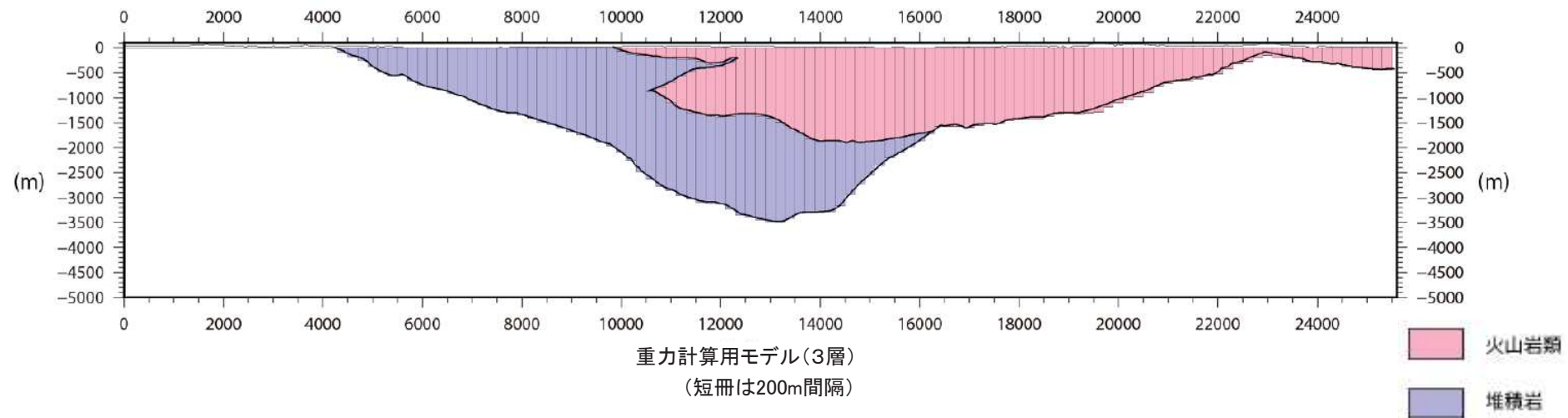
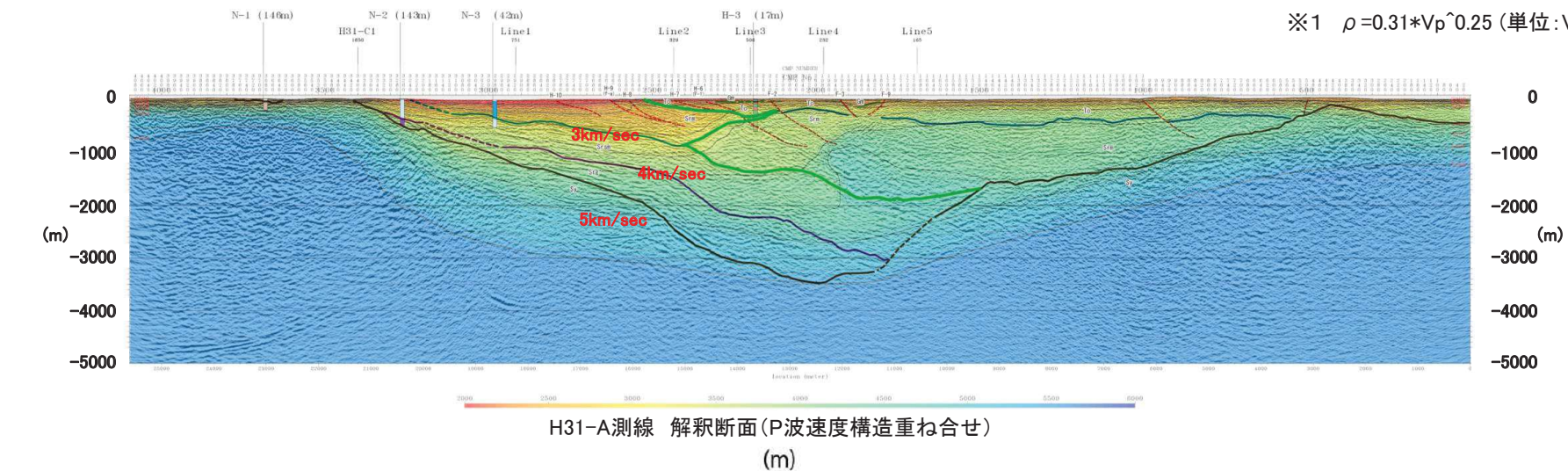
重力異常による地下深部構造の定量的な検討を目的として、密度構造解析(重力フォワード解析)を実施した。

➤ H31-A測線の反射法地震探査記録の解釈断面及びP波速度構造断面図に基づき、密度構造モデルを作成した。

- ✓ 基本的に、基盤岩(尻屋層群(Sy))、火山岩類(泊層(To))及び堆積岩(猿ヶ森層の挟炭泥岩層(Srg), 砂岩泥岩礫岩互層(Srsm), 泥岩層(Srm))の3層モデルとする。
- ✓ ただし、南部に関しては、猿ヶ森層の泥岩層(Srm)と指交関係にある泊層下部層(解釈断面ではSrmlに含めて表現)の存在が無視できないと考えて、火山岩類としてモデル化する。
 - 泊層下部層は、堆積岩に比して密度が大きい、南部で噴出源に近くなると想定され、ある程度の広がりをもって分布すると推定される。
 - 猿ヶ森層泥岩層(Srm)の分布のうち、概ねP波速度3km/sec付近を境に、北側を堆積岩、南側を火山岩類と仮定して区分した。

➤ 各層の密度は、P波速度との大局的な対応状況を踏まえて、基盤岩:5km/sec、火山岩類4km/sec、堆積岩:3km/secと仮定し、Gardner et al.(1974)によるP波速度と密度の関係式(※1)から換算し、基盤岩:2.6g/cm³、火山岩類:2.5g/cm³、堆積岩:2.3g/cm³として、基盤岩との相対密度差(火山岩類:-0.1g/cm³、堆積岩:-0.3g/cm³)を用いて計算した。

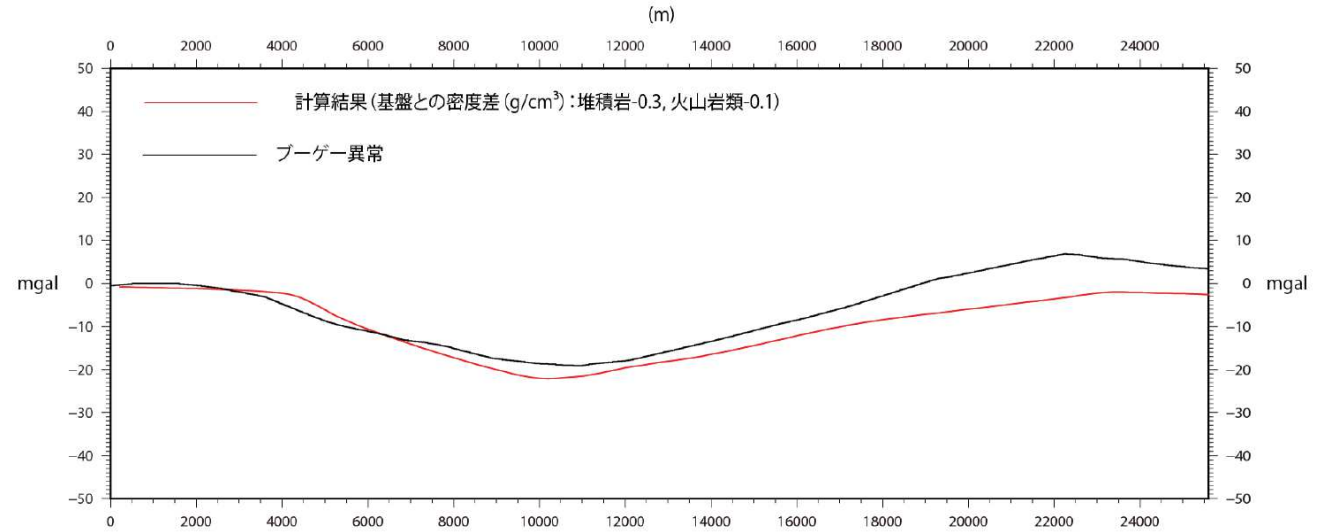
$$\text{※1 } \rho = 0.31 * V_p^{0.25} \text{ (単位: } V_p \text{ (m/sec), } \rho \text{ (g/cm}^3\text{))}$$



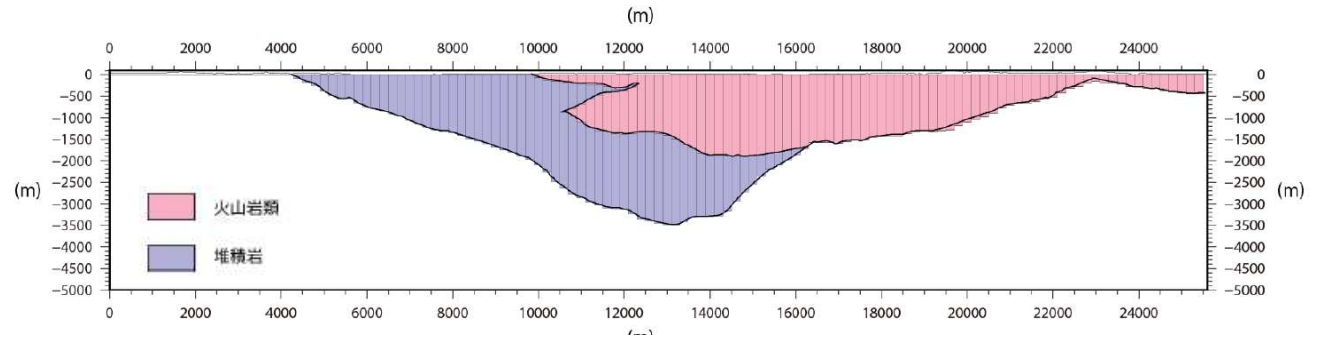
6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

重力異常と地下構造：H31-A測線沿いの重力異常②(密度構造解析結果(ブーゲー異常))

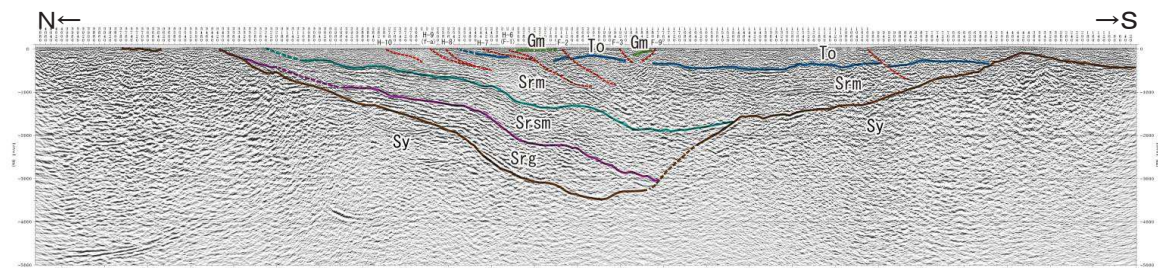
- 仮定した重力計算用モデル(3層密度構造モデル)及び相対密度差を用いて、重力フォワード計算を実施した。
- ✓ 解析結果と重力異常(ブーゲー異常(観測値))は、大局的には比較的良く合っている。
- ⇒ 南北測線H31-A測線の解釈は、重力異常(ブーゲー異常)と概ね調和的であると考えられる。
- 定量的な検討として、密度構造モデルに基づく重力フォワード計算を実施したところ、基盤の凹地状の形態は連続的かつ緩やかな構造で、顕著な断層の存在は示唆されないとする解釈に対して調和的な検討結果を得た。



解析結果とブーゲー異常(観測値)との比較
※ 形状を比較しやすいように北端点でゼロに合わせている



重力計算用モデル

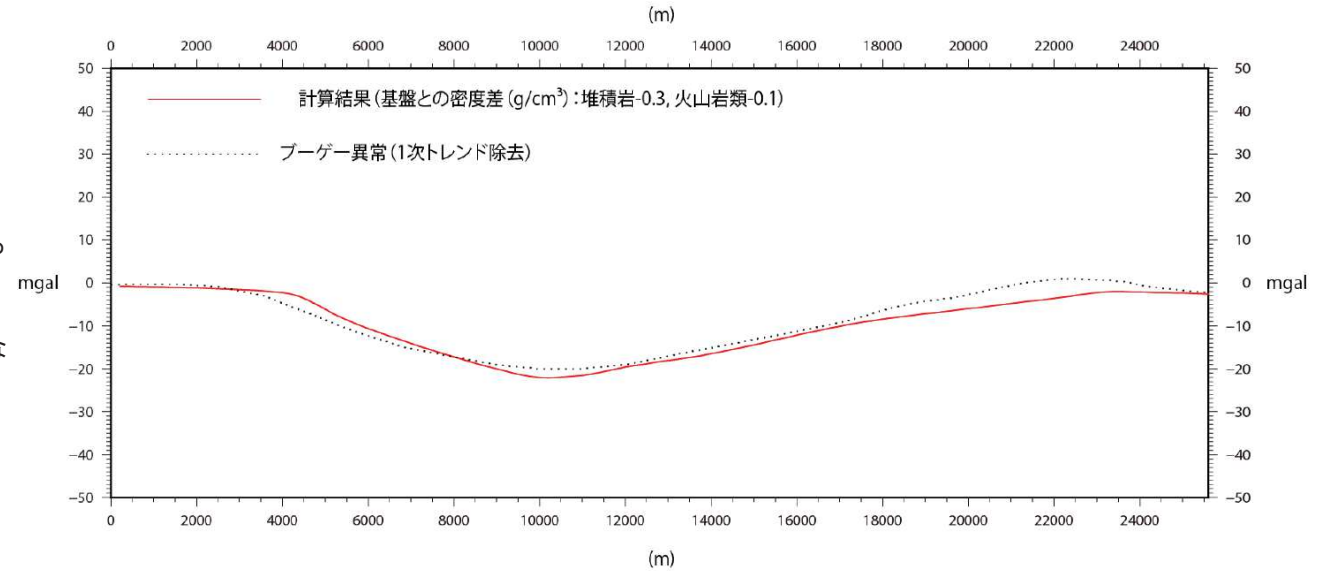


H31-A測線 解釈断面

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

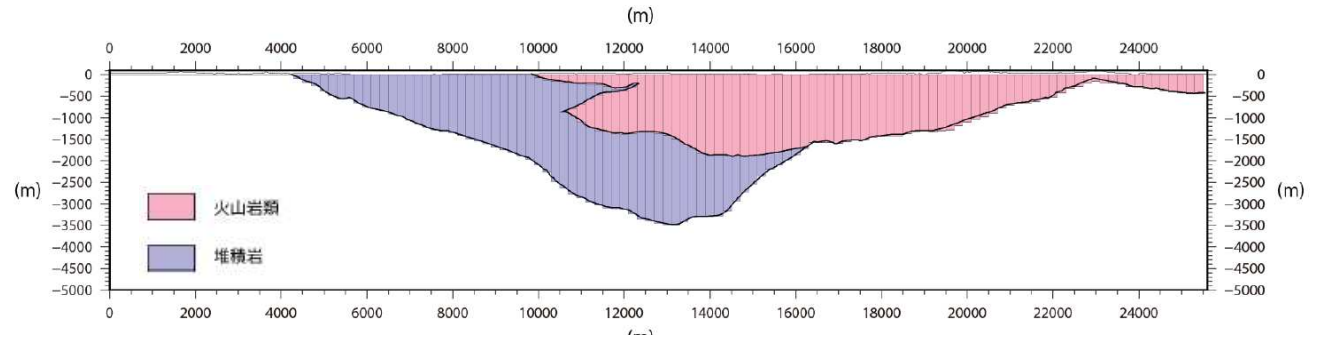
重力異常と地下構造:H31-A測線沿いの重力異常②(密度構造解析結果(トレンド除去ブーゲー異常))

- 仮定した重力計算用モデル(3層密度構造モデル)及び相対密度差を用いて、重力フォワード計算を実施した。
- ✓ 解析結果と重力異常(ブーゲー異常(1次傾向面トレンド除去))は、大局的には良く合っている。
- ⇒ 1次傾向面トレンド除去を施したブーゲー異常と比較すると、南北測線H31-A測線の解釈と重力異常は更に調和的なものになった。
- 定量的な検討として、密度構造モデルに基づく重力フォワード計算を実施したところ、基盤の凹地状の形態は連続的かつ緩やかな構造で、顕著な断層の存在は示唆されないとする解釈に対して調和的な検討結果を得た。

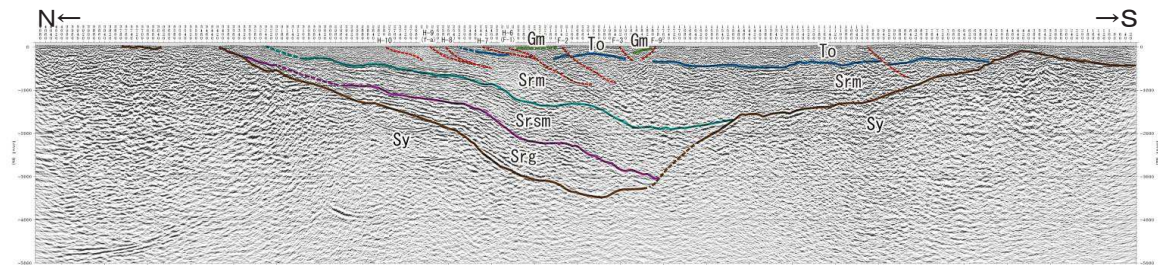


解析結果とブーゲー異常(観測値)との比較

※ 形状を比較しやすいように北端点でゼロに合わせている



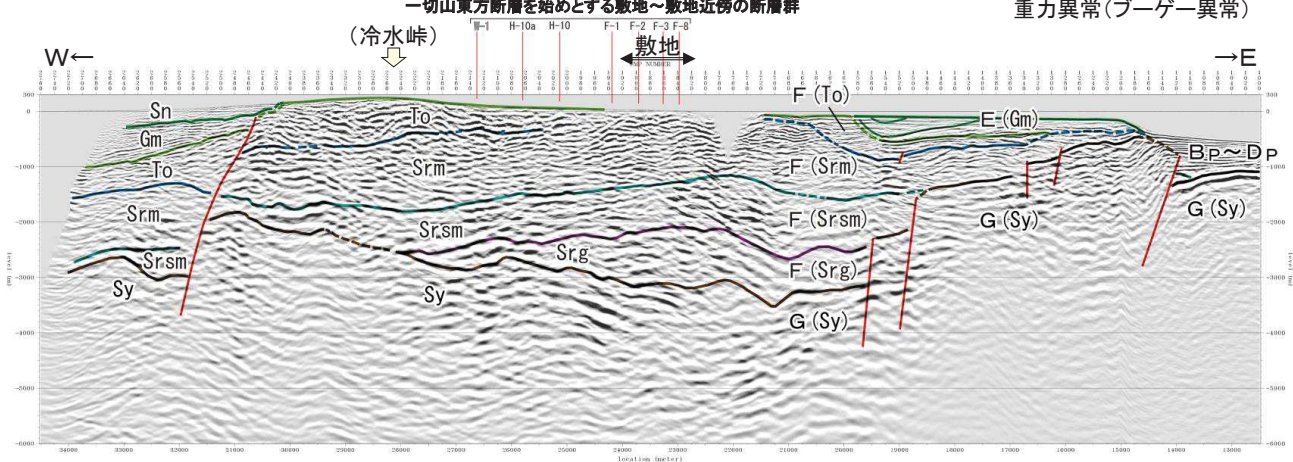
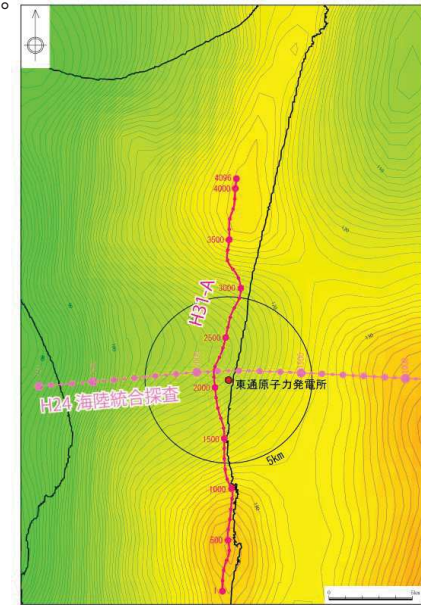
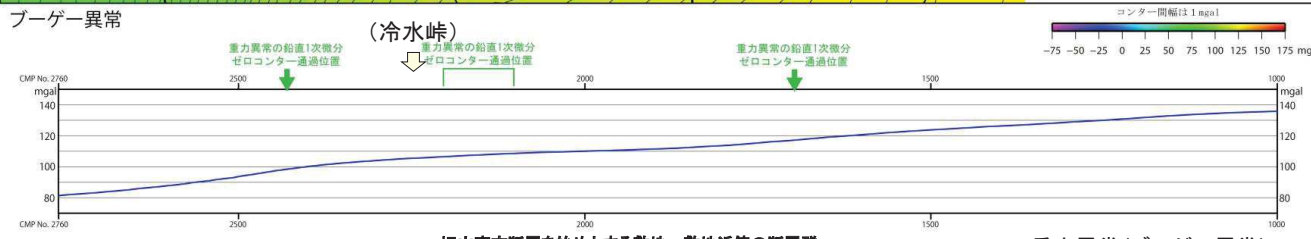
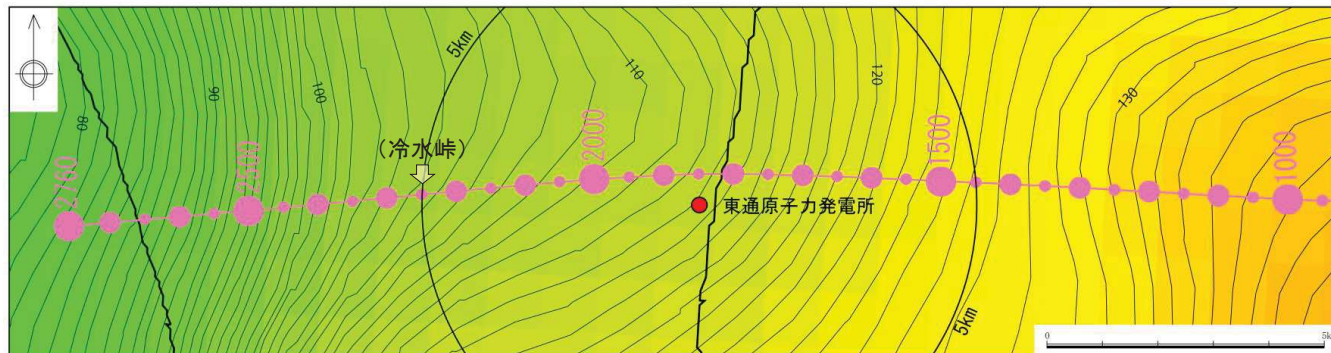
重力計算用モデル



H31-A測線 解釈断面

重力異常と地下構造：H24海陸統合探査測線沿いの重力異常

- ▶ 南北測線H31-A測線の重力異常との対応関係に関して、基盤の凹地状の形態は連続的かつ緩やかな構造で、顕著な断層の存在は示唆されないとする解釈に対して調和的な検討結果を得たことを踏まえ、東西方向の地下深部構造の詳細な考察として、H24海陸統合探査測線沿いの重力異常(ブーゲー異常)と地下構造の対応状況について検討した。
 - ✓ 重力異常(ブーゲー異常)とH24海陸統合探査の解釈は大局的に良く対応しており、重力異常は主に基盤をなす尻屋層群(Sy)の分布に良く対応していると考えられる。
 - ✓ 全体として、西部の下北半島中軸部の冷水峠より西方では、低重力異常域に対応して基盤をなす尻屋層群(Sy)の深度は深く、東部の大陸棚中央付近以東では、高重力異常域に対応して尻屋層群(Sy)の深度は浅くなっている。
 - ✓ 下北半島中軸部の冷水峠よりやや西方及び敷地前面海域の大陸棚上には、重力異常の急勾配部が見られるが、両者の位置の付近には約1,000m程度の変位量を有する西傾斜の正断層が認められる。
- ⇒ 重力異常(ブーゲー異常)からは、敷地～敷地近傍直下付近の地下深部には、少なくとも上述の断層のような規模の断層の存在は示唆されない。



H24海陸統合探査測線沿いの重力異常(ブーゲー異常)

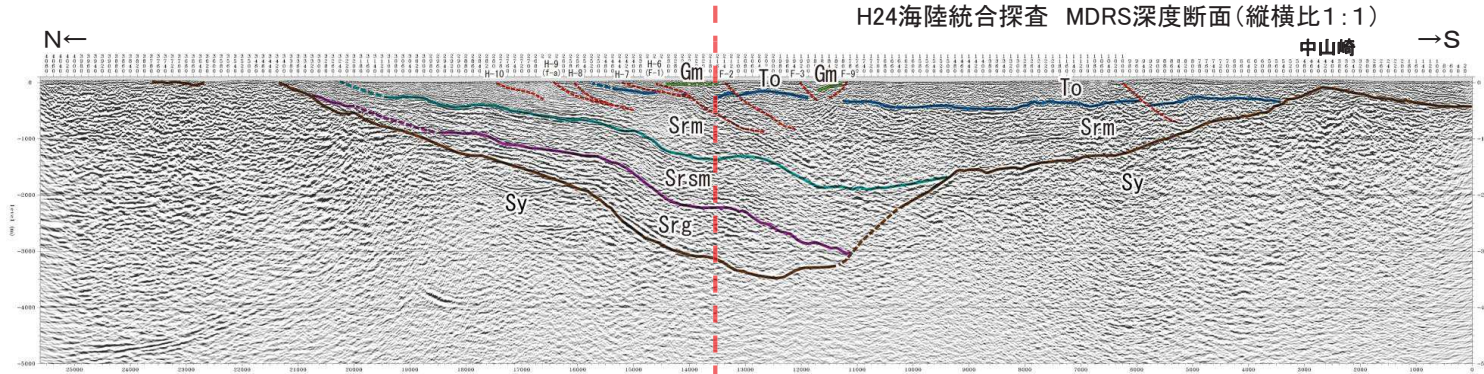
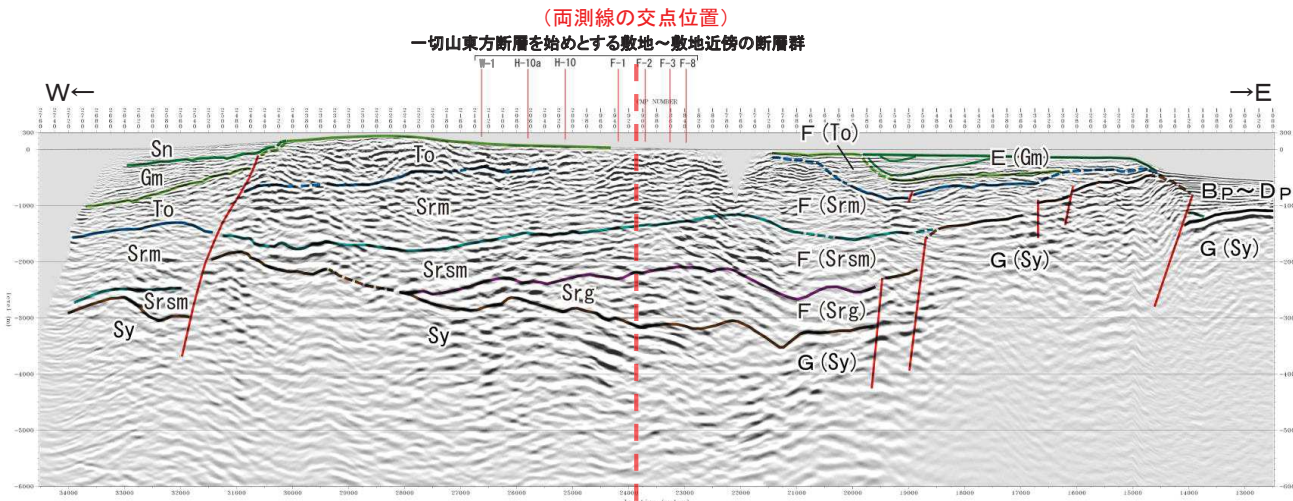
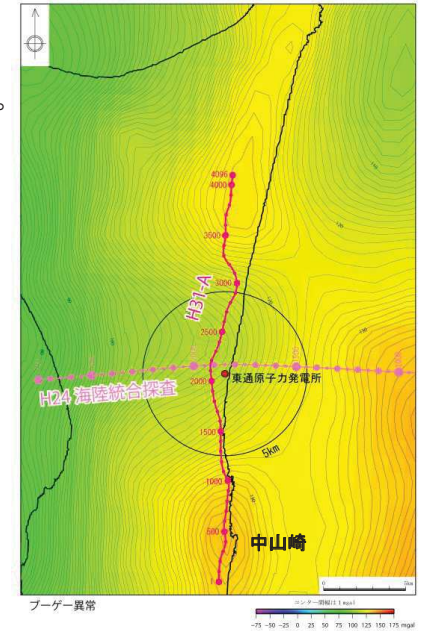
地質時代	陸域		海域	
	新砂丘堆積物	沖積層		
第四紀	完新世	沖積層	A層	
	更新世 後期	段丘堆積物	B _P 層	
	更新世 中期		C _P 層	
新第三紀	更新世 前期	砂子又層	D _P 層	
	鮮新世			
中新世	後期	自名層	M _n	
	中期	蒲野沢層	G _m	
	前期	油層	To	E層
		泥岩層	Sr _m	F層
		猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層	Sr _{sm}	
先新第三紀	換炭泥岩層	Sr _g		
	尻屋層群	Sy	G層	

6.3.6 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造

重力異常と地下構造: 敷地～敷地近傍の地下深部地質構造に関する考察

H24海陸統合探査及びH31-A測線の探査結果に基づく基盤をなす尻屋層群の分布, 重力異常データ並びにP波速度構造が各々比較的良く対応していることを踏まえて, 敷地～敷地近傍の地下深部の地質構造については以下の通り考察される。

- 敷地付近直下の地下深部には, 基盤をなす尻屋層群の緩やかな凹地状構造が存在すると考えられる。
 - 敷地西方の下北半島中軸部西側付近直下には深度2,000m前後の尻屋層群の高まりが分布する。また, 敷地北方では尻屋層群が地表に露出し, 敷地南方の中山崎付近には極浅部に尻屋層群の高まりが存在する。これらの尻屋層群の高まりから, 敷地直下付近の尻屋層群の凹地状構造との間にかけて, 尻屋層群の分布は連続的かつ緩やかに深度を増しており, 顕著な断層の存在は示唆されない。
 - H24海陸統合探査測線のCMP約1,280～1,580付近には, 尻屋層群を数100m程度変位させる正断層が数本認められるが, 上位の猿ヶ森層等には変位が及んでおらず, 少なくとも猿ヶ森泥岩層(Srm)堆積以降には活動が収束していると考えられる。
- ⇒ これらの断層は中新世の割合早い時期のリフト期に形成された正断層であり, 基盤をなす尻屋層群の分布形態は, 基本的にはこの際に形成されたホルスト・グラベン構造によるものと考えられる。これらの断層は, 基本的には猿ヶ森層堆積期以前にはその活動が収束したものと考えられる。また, 敷地直下付近に見られる尻屋層群上面の凹地状の形態は, 連続的かつ緩やかであり, 顕著な断層の存在は示唆されないことから, 基盤をなす尻屋層群の不陸であり, 猿ヶ森層堆積前に形成された断層活動とは関連性のない構造と考えられる。



H31-A マイグレーション深度断面(縦横比1:1)

地質時代	陸域		海域
	新砂丘堆積物	沖積層	
第四紀	後期	段丘堆積物	A層
	中期		B層
	前期		C層
新世	後期	砂子又層	D層
	前期		
中新世	後期	目名層	E層
	中期	蒲野沢層	
	前期	油層	F層
	前期	泥岩層	
先新第三紀	猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層		G層
	挟炭泥岩層		
先新第三紀	尻屋層群		

敷地～敷地近傍の地下深部地質構造 まとめ

➤ 6.3.5にて、敷地～敷地近傍に分布する一切山東方断層、 $m-a$ 断層を含む断層は、いずれも少なくとも猿ヶ森層の砂岩泥岩礫岩互層(Srsm)以深に連続せず、地下深部の地震発生層から地表付近まで連続する断層ではないと判断されることから「震源として考慮する活断層には該当しない」ことを確認したが、これらの断層とは別に、地下深部に震源断層として考慮すべき断層がないか確認するため、地下深部構造について考察を行った。

➤ H24海陸統合探査の反射法地震探査結果によると、敷地～敷地近傍直下の地下深部では、基盤をなす尻屋層群に対応する反射面は比較的連続性が良く、少なくとも基盤に顕著な変位を有するような断層の存在は示唆されない。

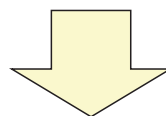
➤ 一方、H24海陸統合探査測線のP波速度構造によると、下北半島中軸部付近に、基盤の高まりを示唆する高速度領域の高まりがあり、高まりの西縁付近には、反射面の顕著な不連続が認められ、西傾斜の正断層が存在すると考えられることから、高まりの東縁～敷地付近について顕著な断層の存在について検討した。

➤ 重力異常によると、敷地付近の地下深部には基盤がやや深くなった凹地状をなしていることが示唆されるが、構造境界をなすような断層の存在を示唆する顕著な構造は認められない。

➤ 重力異常の凹地状形態が顕著な南北測線H31-A測線の反射法地震探査結果によると、北部と南部の高重力異常域に対応して基盤をなす尻屋層群の高まりが見られ、重力異常の凹地状形態の盆地に対応して敷地直下付近で最も深くなっているが、尻屋層群上面の反射面は連続的であり、少なくとも規模の大きい顕著な断層の存在は示唆されない。

➤ 南北測線H31-A測線の反射法地震探査結果の解釈断面図を元に、3層の密度構造モデルを仮定し、定量的な検討として重力フォワード解析を実施したところ、基盤の凹地状の形態は連続的かつ緩やかな構造で、顕著な断層の存在は示唆されないとする解釈に対して調和的な検討結果を得た。

➤ H24海陸統合探査結果に基づく基盤をなす尻屋層群の分布と、重力異常(ブーゲー異常)の変化傾向は良く対応しているが、下北半島中軸部～敷地付近の地下深部には、少なくとも下北半島中軸部の西側に認められる断層のような規模の顕著な断層の存在は示唆されない。



➤ 「一切山東方断層を含む敷地～敷地近傍の断層は地下深部に連続しないこと」、また「地下深部に着目すると地震発生層から地表付近まで破壊する断層はないこと」から、敷地～敷地近傍の地下深部に「震源として考慮する活断層」は存在しないと判断する。

6. 敷地～敷地近傍の断層

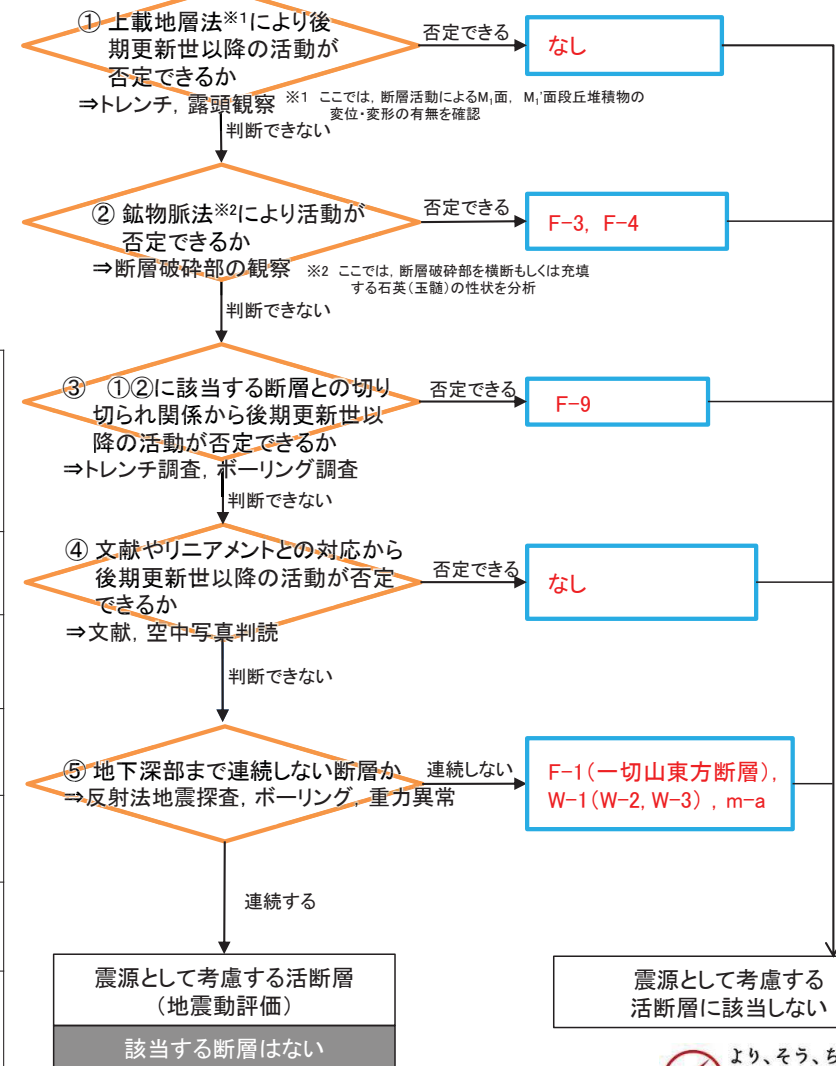
- 6.1 敷地～敷地近傍の地形, 地質・地質構造の概要
- 6.2 敷地～敷地近傍の断層と評価の概要
- 6.3 敷地～敷地近傍の震源として考慮する活断層の評価
- 6.4 まとめ

余 白

敷地～敷地近傍の断層の「震源として考慮する活断層」の評価

- 上載地層法により後期更新世以降の活動が否定できる断層はなし。
 - 鉱物脈法により後期更新世以降の活動が否定できる断層はF-3断層及びF-4断層。
 - F-9断層は、鉱物脈法により活動性が否定されたF-4断層に切れ、F-3断層と切り切られの関係にあることから、後期更新世以降の活動はないと判断。
 - 一切山東方断層(F-1断層), W-1断層(W-2断層, W-3断層)及びm-a断層については、文献で指摘されている活断層及びリニアメントとの対応から後期更新世以降の活動が否定できる断層はなし。
 - 一切山東方断層(F-1断層), W-1断層(W-2断層, W-3断層)及びm-a断層は、地下深部に連続しない。また他の断層も同様に地下深部に連続しない。
- ⇒敷地～敷地近傍の断層は、「震源として考慮する活断層」に該当しない。

一切山東方断層(F-1), W-1(W-2,W-3) / F-3, F-4, F-9(老部川右岸の断層) / m-a



断層名	①上載地層法※1により後期更新世以降の活動が否定できるか	②鉱物脈法※2により活動が否定できるか	③ ①②に該当する断層との切り切れ関係から後期更新世以降の活動が否定できるか	④文献やリニアメントとの対応から後期更新世以降の活動が否定できるか	⑤地下深部まで連続しない断層か	【評価】震源として考慮する活断層に該当するか
一切山東方断層 (F-1断層, f-a断層)	判断できない	判断できない	判断できない	判断できない	連続しない	該当しない
W-1断層 (W-2断層, W-3断層)	判断できない	判断できない	判断できない	判断できない	連続しない	該当しない
F-3断層	判断できない	否定できる				該当しない
F-4断層	判断できない	否定できる				該当しない
F-9断層 (老部川右岸の断層)	判断できない	判断できない	否定できる			該当しない
m-a断層	判断できない	判断できない	判断できない	判断できない	連続しない	該当しない

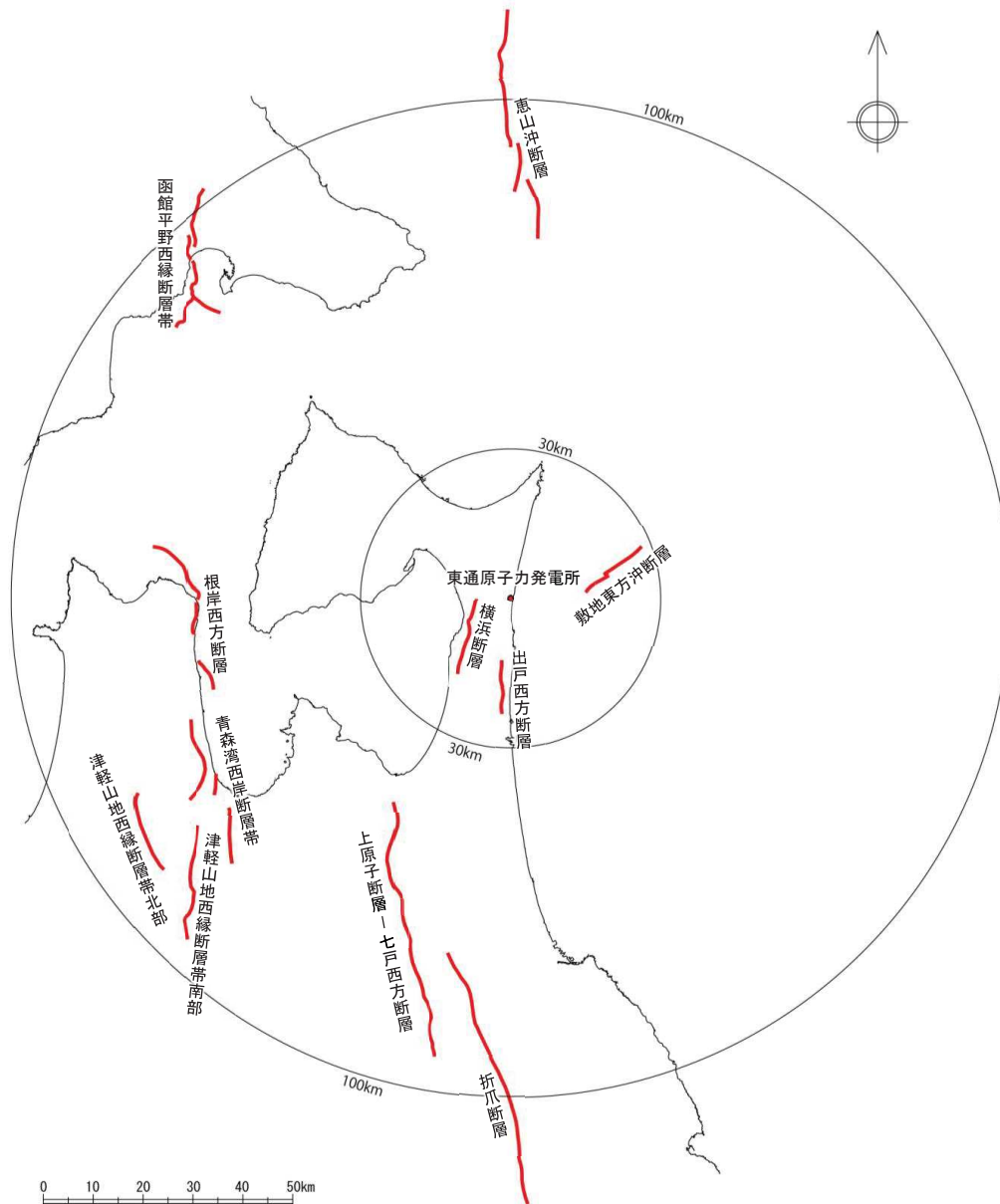
余 白

7. 震源として考慮する活断層

余白

7 震源として考慮する活断層 震源として考慮する活断層一覧

▶ 敷地～敷地周辺の調査結果を踏まえ、震源として考慮する活断層として以下のとおり評価した。



震源として考慮する活断層

		断層名	評価長さ
陸域	30km 以内	横浜断層	約15.4km
		出戸西方断層	約11km
	30km 以遠	上原子断層	約51km
		七戸西方断層	
		折爪断層	約53km
		根岸西方断層	約38km
		青森湾西岸断層帯	約31km
		津軽山地西縁断層帯北部	約16km
		津軽山地西縁断層帯南部	約23km
		函館平野西縁断層帯	海域南東延長部を含む 函館平野西縁断層帯 海域南西延長部を含む 函館平野西縁断層帯
海域	30km 以遠	敷地東方冲断層	約14.5km
		恵山沖断層	約47km

余 白

8. 横浜断層(東傾斜)の考慮について

余白

8 横浜断層(東傾斜)の考慮について 基本的考え方

➤ 横浜断層については、次の2つの考え方に基づき「内陸地殻内地震」の地震動評価を行う。

①横浜断層(西傾斜)(地質調査結果に基づく評価)

地質調査結果に基づき、震源として考慮する活断層から想定する地震として、横浜断層(西傾斜)による地震を評価する。

横浜断層(西傾斜)による地震は、震源として考慮する活断層による地震の中で、敷地に最も大きな影響を与える地震である。

②横浜断層(東傾斜)による地震

地震動評価上の保守性を確保するために、横浜断層(西傾斜)による地震を上回る影響を敷地に与える地震として、「内陸地殻内地震」において横浜断層(東傾斜)による地震を評価する。

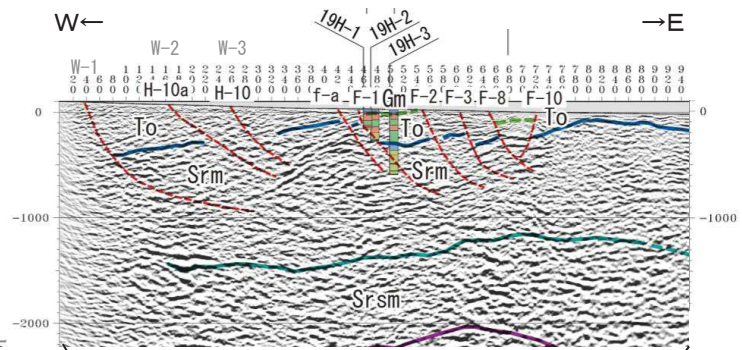
横浜断層(東傾斜)による地震は、敷地～敷地周辺の地質・地質構造上の特徴も踏まえ、その断層面の一部が敷地近傍に及ぶモデルとして想定したもの。

8 横浜断層(東傾斜)の考慮について

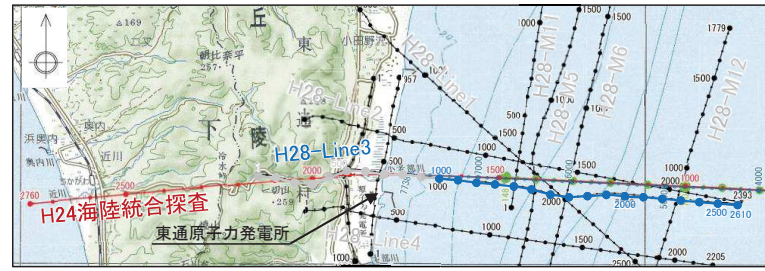
敷地～敷地近傍の地下構造の特徴と震源として考慮する活断層評価

地質調査結果に基づく、敷地～敷地近傍の地下構造の特徴と震源として考慮する活断層評価は以下のとおり。

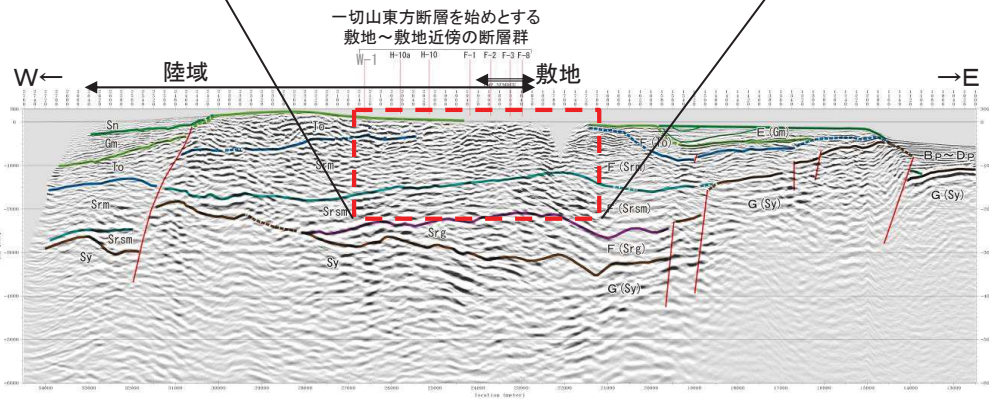
- F-1断層(一切山東方断層)をはじめとする敷地～敷地近傍の断層は、少なくとも猿ヶ森層の砂岩泥岩礫岩互層(Srsm)以深に連続する断層は認められず、震源として考慮する活断層に該当しない。(6.3.5)
- 敷地を通過する東西断面の大深度反射法地震探査(H24海陸統合探査)の結果等から、敷地～敷地近傍の地下深部に震源として考慮する活断層は存在しない。(6.3.6)
- ✓ 屈折波トモグラフィP波速度分布によれば、下北半島中軸部付近に、基盤の高まりを示唆する高速度領域の高まりがみられるが、反射法地震探査記録の解釈に基づき、断層については以下のとおり評価している。
 - 高まりの西縁付近には、砂子又層(Sn)堆積以降に活動性は認められない西傾斜の正断層が存在。
 - 高まりの東縁付近には、断層は認められない。
- ✓ 一方、重力異常(ブーゲー異常)から、敷地～敷地近傍直下付近の地下深部には、顕著な断層(高速度領域高まり西縁の断層のように、1,000m程度の変位量を有する規模の断層)の存在は示唆されない。



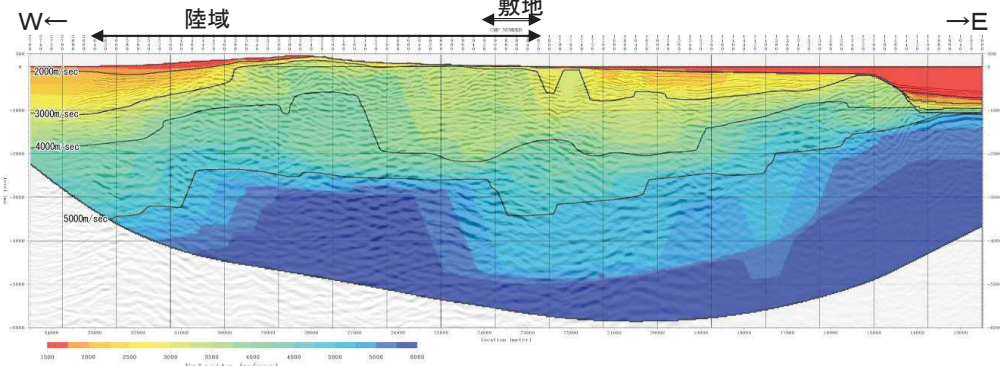
H28-Line3 マイグレーション深度断面(縦横比1:1)



地質時代	陸域		海域
	層名	記号	
第 完新世	新砂丘堆積物		A層
	沖積層		
四 更 後期	段丘堆積物		B層
新 中 期			C層
紀 世 前期	砂子又層	Sn	D層
新 後 期	目名層	Mn	E層
第 中 期	蒲野沢層	Gm	E層
三 新 中 期	泊層	To	F層
紀 世 前期	泥岩層	Srsm	F層
	猿ヶ森層 砂岩泥岩礫岩互層	Srsm	
	換炭泥岩層	Srg	
先新第三紀			G層
	尻屋層群	Sy	



H24海陸統合探査 MDRS深度断面(縦横比1:1)

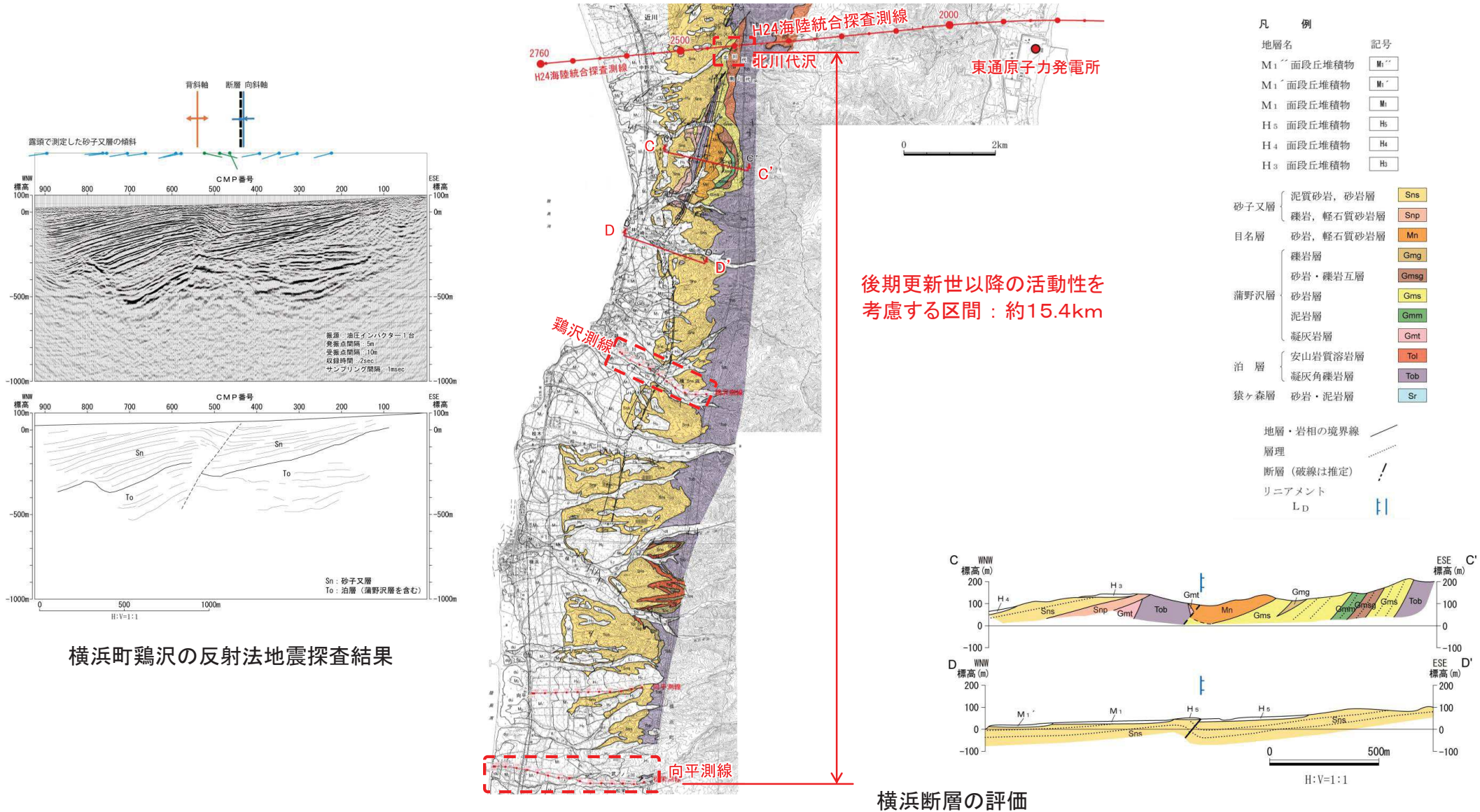


屈折波トモグラフィP波速度分布

8 横浜断層(東傾斜)の考慮について

①横浜断層(西傾斜)(地質調査結果に基づく評価)

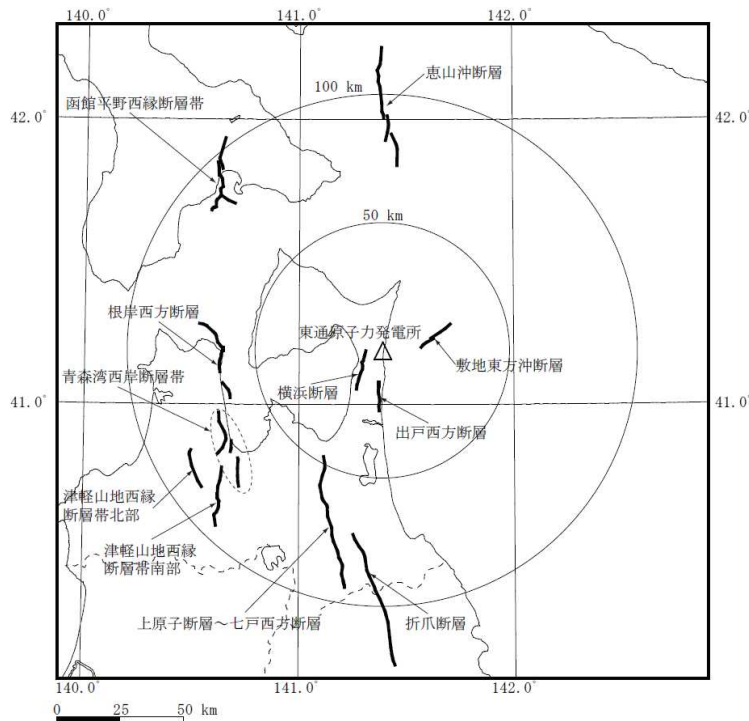
- ▶ 横浜断層は、地表地質踏査、ボーリング調査、トレンチ調査、反射法地震探査等の地質調査結果から、西傾斜の逆断層であることを確認している。(3.1)
- ✓ 地質調査結果からは、東傾斜の断層の存在は確認されていない。
- ⇒ 横浜断層(西傾斜)による地震は、震源として考慮する活断層による地震の中で、敷地に最も大きな影響を与える地震であり、この断層による地震を評価する。
(補足説明資料18章参照)



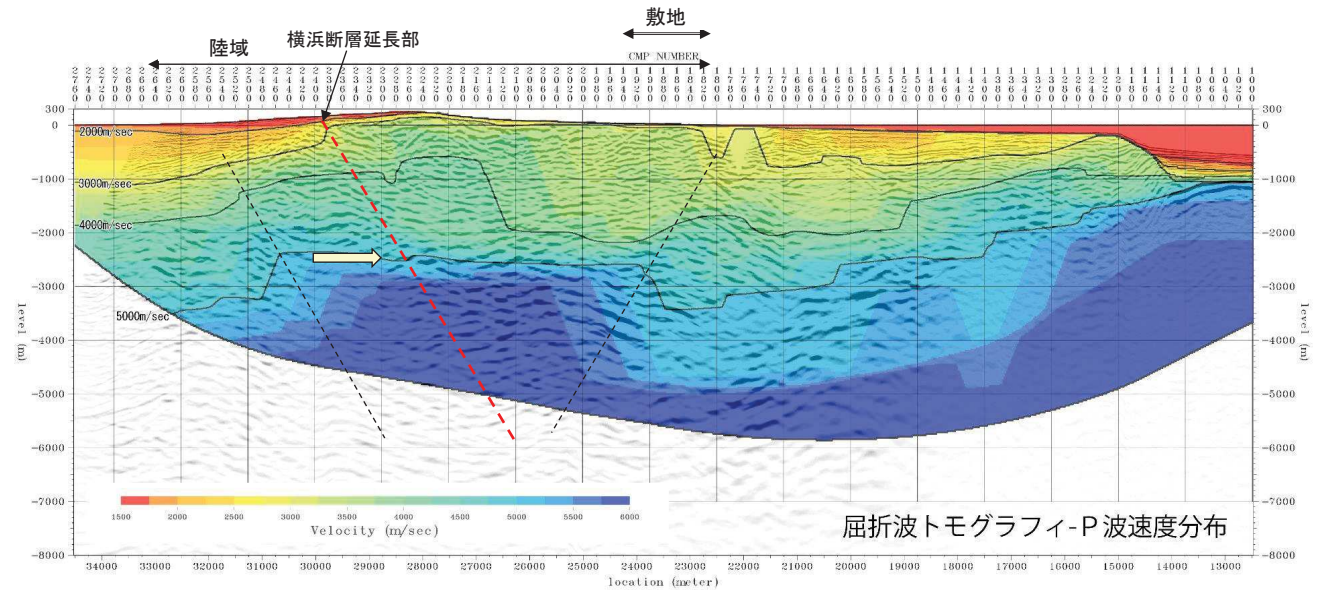
8 横浜断層(東傾斜)の考慮について

②横浜断層(東傾斜)による地震

- ▶ 敷地周辺に存在する活断層は下北半島の広域的な応力場等に対応した高角な逆断層が多い。また、地下深部構造(屈折波トモグラフィによるP波速度分布)では、下北半島中軸部付近に狭隘な速度構造の高まりが認められる。
 - ▶ この狭隘な速度構造の高まりと関連するような活断層は存在しないが、この速度構造の高まりをテクトニックなものとしてとらえた場合、活断層を伴わない規模の小さい地震を陸奥湾付近(東傾斜)及び太平洋側(西傾斜)に想定することが考えられる。
 - ▶ 一方、地質調査の結果から、陸奥湾側には敷地より近い位置に横浜断層が存在する。横浜断層は西傾斜の活断層であるが、陸奥湾付近に想定される規模の小さい東傾斜の地震を横浜断層の位置に考慮することにより、地震動評価上の保守性を確保する(「横浜断層(東傾斜)による地震」)(補足説明資料18章参照)。
- ⇒地震動評価上の保守性を確保するために、横浜断層(西傾斜)による地震を上回る影響を敷地に与える地震として、「内陸地殻内地震」において横浜断層(東傾斜)による地震を評価する。
横浜断層(東傾斜)による地震は、敷地～敷地周辺の地質・地質構造上の特徴も踏まえ、その断層面の一部が敷地近傍に及ぶモデルとして想定したもの。



敷地周辺の活断層の分布



下北半島の速度構造(東西断面図)と検討用地震

参考文献

1. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会
2. 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高編(2018):活断層詳細デジタルマップ[新編], 東京大学出版会.154
3. 山崎晴雄・粟田泰夫・加藤碩一・衣笠善博(1986):50万分の1活構造図「青森」, 地質調査所
4. 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002):第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会
5. 産業技術総合研究所・北海道立総合研究機構地質研究所(2012):沿岸地域における活断層調査 函館平野西縁断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月
6. 産業技術総合研究所・東海大学(2012):沿岸地域における活断層調査 青森湾西岸断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月
7. 奥田義久(1993):20万分の1海洋地質図「下北半島沖海底地質図」, 地質調査所
8. 玉木賢策(1978):20万分の1海洋地質図「八戸沖海底地質図」, 地質調査所
9. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「室蘭沖」
10. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「日高舟状海盆」
11. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「下北半島沖」
12. 海上保安庁(1973):20万分の1海底地質構造図「八戸沖」
13. 海上保安庁(2001):5万分の1沿岸の海の基本図「鹿部」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
14. 海上保安庁(1981):5万分の1沿岸の海の基本図「恵山岬」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
15. 海上保安庁(1998):5万分の1沿岸の海の基本図「尻屋埼」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
16. 海上保安庁(1982):5万分の1沿岸の海の基本図「むつ小川原」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
17. 海上保安庁(1996):5万分の1沿岸の海の基本図「八戸」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
18. 海上保安庁(1999):5万分の1海底地質構造図「函館湾」(沿岸海域海底活断層調査)
19. 日本原燃株式会社(2020):再処理事業所再処理事業変更許可申請書
20. 今井功(1961):近川地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
21. 箕浦幸治・小菅正裕・柴正敏・根本直樹・山口義伸(1998):青森県地質図(20万分の1)及び青森県の地質, 青森県
22. 岩井淳一・北村信・藤井敬三(1959):下北半島田名部町東方地区の地質, 青森県水産商工部商工課, pp. 1-9
23. 北村信・藤井敬三(1962):下北半島東部の地質構造について—とくに下北断層の意義について—, 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, vol. 56, pp. 43-56
24. 山口寿之(1970):下北半島北東部の新第三系—泊・蒲野沢・砂子又層の層位関係について—, 地質雑, vol. 76, pp. 185-197
25. 北村信編(1986):新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂
26. 多田隆治・水野達也・飯島東(1988):青森県下北半島北東部新第三系の地質とシリカ・沸石続成作用, 地質学雑誌, vol. 94, pp. 855-867
27. 菅原晴美・山口寿之・川辺鉄哉(1997):下北半島東部の浜田層の地質年代, 化石, vol. 62, pp15-23
28. 芳賀正和・山口寿之(1990):下北半島東部の新第三系—第四系の層序と珪藻化石, 国立科学博物館研究報告, vol. 16, pp. 55-78
29. 日本地質学会 編(2017):東北地方(日本地方地質誌 2), 朝倉書店
30. 秋葉文雄・平松力(1988):青森県鱒ヶ沢, 五所川原および下北地域の第三系珪藻化石層序, 総合研究A「新第三系珪質頁岩の総合研究」研究報告書
31. Watanabe,N.・Takimoto,T.・Shuto,K.・Itaya,T.(1993): K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Simokita Peninsula, Northeast Japan arc, J.Min.Petr.Econ.Geol.,vol.88, pp.352-358
32. 棚井敏雅(1955):本邦炭田産の第三紀化石植物図説 I, 地質調査所報告
33. Yanagisawa,Y. and Akiba,F. (1998): Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Jour. Geol. Soc. Japan, 104, pp.395-414.
34. Watanabe, M. and Yanagisawa, Y. (2005): Refined Early Miocene to Middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. Island Arc,14, 91-101.
35. 地学団体研究会編(1996):新版地学事典. 平凡社, 東京, 1443p.
36. 甲田光明・工藤一弥・新岡浩一・島口天(2001):下北半島から産出する化石, 青森県立郷土館調査報告, 第45集, 自然-5, p2-10
37. 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲(1999):石灰質ナンノ化石による後期新生代地質時代の決定精度とテフラ層序, 地球科学, vol. 53, pp. 265-274
38. 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦編(2005):日本の地形3 東北, 東京大学出版会
39. 地質調査総合センター編(2013):日本重力データベースDVD版(第2版), 数値地質図P-2
40. 長崎康彦(1997):岩石磁気と磁気異常から得られる地質情報-A case study:東北日本前弧陸棚における岩石磁気測定と地磁気異常解析.石油の開発と備蓄, 30, pp.116-129

参考文献

41. 中塚正・大熊茂雄(2009):日本空中磁気DBによる対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集. 地質調査総合センター研究資料集, no.516
42. 気象庁(2012):地震年報ほか
43. 青池寛(2008):「ちきゅう」下北半島沖慣熟航海掘削コアについて, 月刊地球, vol.30, pp.142-149
44. Akiba,F.(1986):Middle Miocene to Quaternary Diatom Biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench,and modified Lower Miocene through Quaternary Diatom Zones for Middle * to * High Latitudes of the North Pacific,Init.Repts.DSDP, vol.87,pp.393 * 481
45. Nasu,N. von Huene,R. Ishiwada,Y. Langseth,M. Bruns,T. Honza,E.(1980): Interpretation of multichannel seismic reflection data,Legs 56 and 57,Japan Trench transect,Deep Sea Drilling Project, Init.Repts.DSDP, vol.56,57, pp.489-503
46. 北村信・藤井敬三(1962):下北半島東部の地質構造について-とくに下北断層の意義について-, 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, vol. 56, pp. 43-56
47. 地震調査委員会(2004):折爪断層の評価, pp.1-10
48. 工藤 崇(2005):十和田地域の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター.
49. 海域地質構造マップワーキンググループ(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史-付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図」, 海洋調査技術, vol. 13, pp. 27-53
50. 池田安隆(2012):下北半島沖の大陸棚外縁断層, 科学, 岩波書店, vol.82, pp.644-650
51. 町田洋・新井房夫(2003):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会
52. 小池一之・町田洋 編(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会,
53. Shackleton, N.J., (1987). Oxygen isotopes, ice volume and sea level.Quaternary Science Reviews 6, 183-190.
54. Chappell, J. (1994):Upper Quaternary sea level coral terraces, oxygen isotopes and deep sea temperatures, Journal of Geography, 103, 828-840.
55. 平朝彦(2004):地質学2 地層の解説, 岩波書店
56. 東京電力株式会社(2010):東通原子力発電所原子炉施設設置許可申請書 平成18年9月(平成19年3月一部補正, 平成21年4月一部補正, 平成22年4月一部補正)
57. 原子力安全・保安院(2010):東京電力(株)東通原子力発電所 敷地の地質・地質構造敷地の断層にみられる変状について, 資料第113C-10-5号, 平成22年11月
58. Sakamoto T.・Suzuki S.・Tatematsu H.・Otsuka R. (1980):Iron-Sepiolite from the Seikan Tunnel, Japan. J. Japan. Assoc. Miner. Petr. Econ. Geol., 75, 164-171.
59. 佐藤比呂志(1992):東北日本中部地域の後期新生代テクトニクス.地調月報, 43,119-139
60. Watanabe N., Takimoto T., Shuto K., Itaya T.(1993):K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Simokita Peninsula, Northeast Japan arc. J.Min.Petr.Econ.Geol., 88, 352-358.
61. 植田良夫・鈴木光郎(1973):東北日本産海緑石とセラドナイトのK-Ar年代, 地質学論集, 8, 151-159.
62. C. K. Morley, R. A. Nelson, T. L. Patton, S. G. Munn(1990):Transfer Zones in the East African Rift System and Their Relevance to Hydrocarbon Exploration in Rifts, AAPG Bulletin, 74 (8), 234-1253.
63. Itaya, T., Doi, M., Ohira, T.(1996): Very low potassium analysis by flame photometry using ultra low blank chemical lines : an application of K-Ar method to ophiolites, Geochemical Journal,Vol.30, 31-39
64. 原子力規制庁(2015):原子力施設等防災対策等委託費(原子力施設における断層等の活動性判定に係る評価手法の調査研究)報告書
65. 原子力規制庁(2016):原子力施設等防災対策等委託費(原子力施設における地質構造等に係る調査・研究(下北地域における深部ボーリング調査等))報告書
66. Gerald H. F. Gardner, L.R.T. Gardner, Allan R. Gregory(1974):Formation velocity and density; the diagnostic basics for stratigraphic traps. Geophysics, 39 (6) (1974), pp.770-780