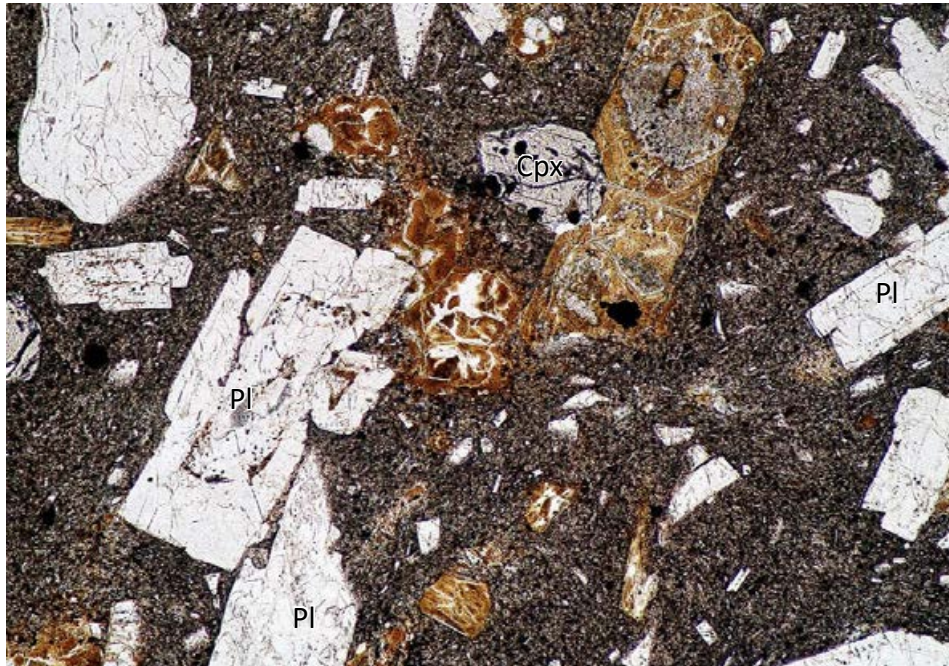
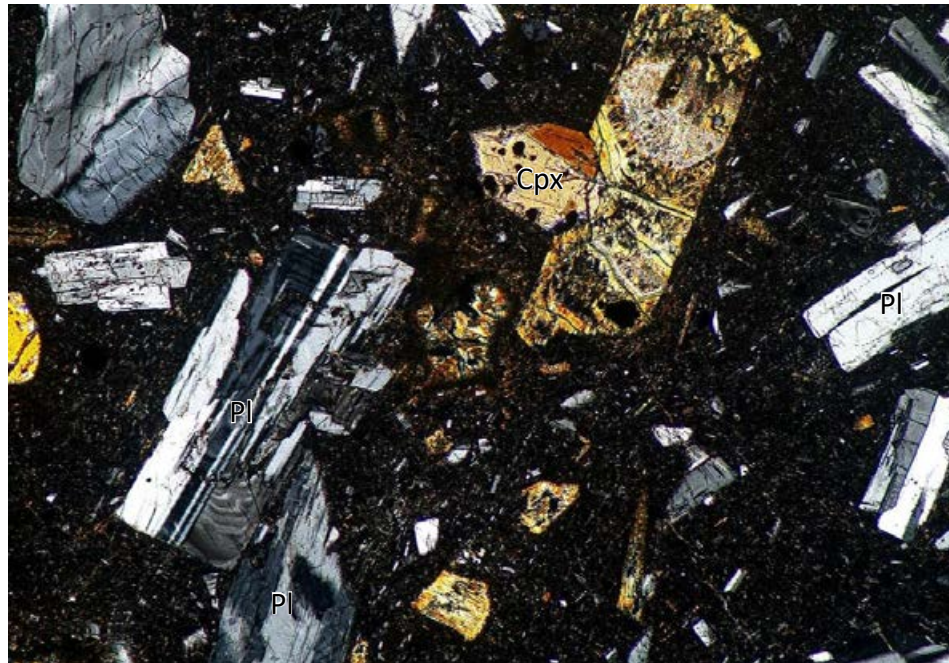


【薄片観察結果】

(単ニコル)



(直交ニコル)



薄片写真(TJ-1孔 深度137.01m)

構成物の量比(目視観察による判断)

構成物		
斑晶	略号	量
斜長石	Pl	△
斜方輝石	Opx	±
単斜輝石	Cpx	+
石基		
斑晶	略号	量
クリストバライト	Crs	±
斜長石	Pl	○
単斜輝石	Cpx	+
燐灰石	Ap	±
不透明鉱物	Opx	△
火山ガラス	Vg	△
変質鉱物		
斑晶	略号	量
粘土鉱物	Cly	△
炭酸塩鉱物	Cb	±
その他		
斑晶	略号	量
アミグダル	Amg	△
クラック	Cra	±

◎多量(>50%) ○中量(20~50%) △少量(5~20%) +微量(<5%) ±きわめて微量(<1%)

- ・斑状組織を示し、斜長石、輝石類を含む。斜長石は厚板状～細柱状を呈し、斑晶では集片双晶や累帯組織が発達する。斜方輝石は柱状を呈し、多くは粘土鉱物化して仮晶となっている。単斜輝石は柱状～不定形柱状を呈する。
- ・斑状組織を示すこと、斑晶、石基ともに輝石類(有色鉱物)よりも斜長石の割合がかなり高いことから、安山岩であると推定される。

2.4.1.1 (4) 富来川南岸断層の活動性 一段丘面調査

○太田・平川(1979), 渡辺ほか(2015)等によれば, 断層の南方に分布する中位段丘面, 高位段丘面が, 北方に比べ隆起しているとされている。

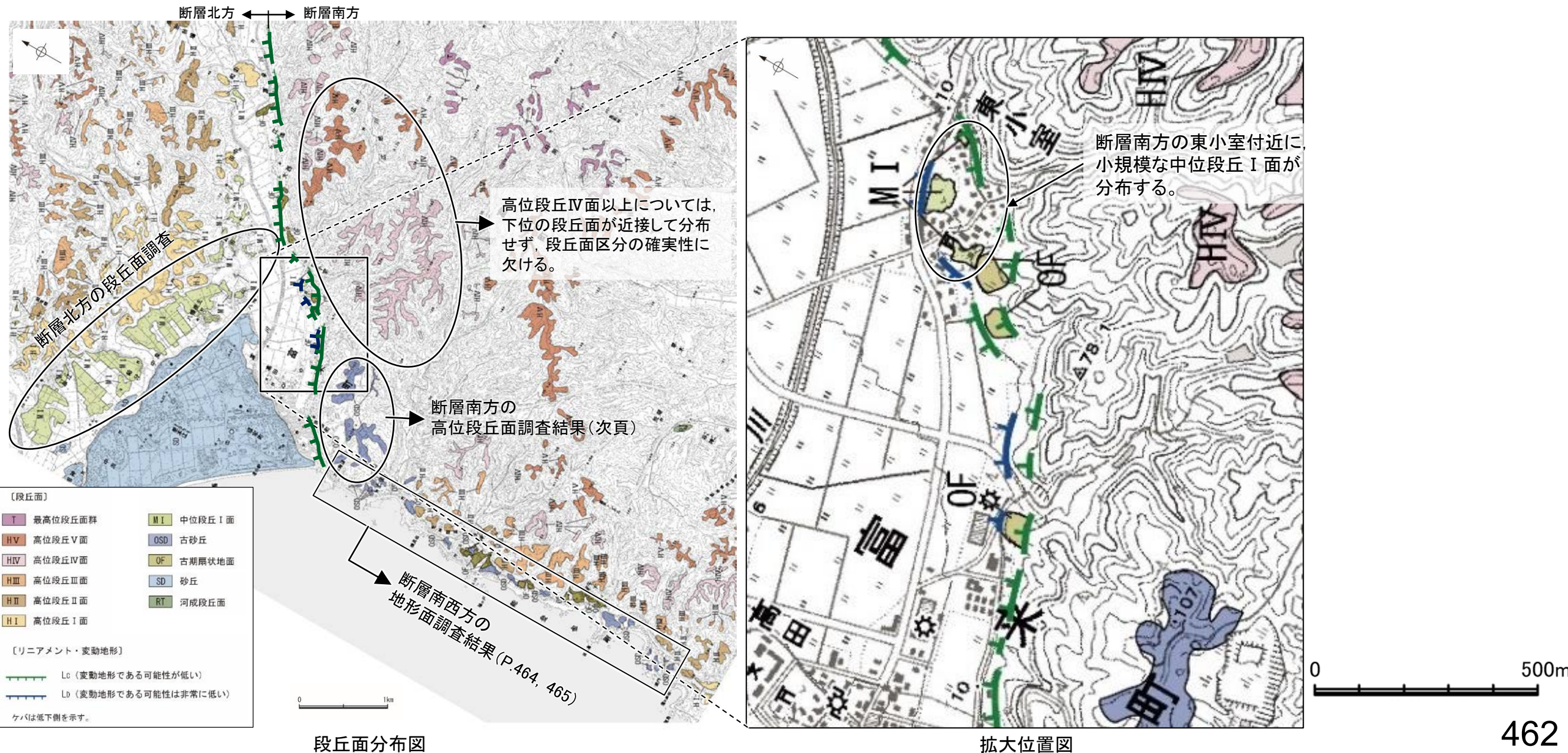
○中位段丘 I 面については, 地形調査の結果, 断層の北方では広く分布する一方, 断層の南方では, 東小室付近に小規模に分布する(右下図)。また, 地質調査の結果, 海成堆積物とそれを覆うSK(10.5万年前:町田・新井, 2011)の降灰層準が認められた※¹。

○高位段丘面についても, 地形調査の結果, 断層の北方には広く分布するものの, 断層の南方には高位段丘 I 面は分布していない。また, 断層の南方の高位段丘 II, III面としていた地形面は, 地質調査の結果, 表層に厚い風成砂層が分布することを確認し(小林ほか, 2018), これらの地形面は古砂丘であると判断した。なお, 断層南方の高位段丘IV面以上の段丘面は, 下位の段丘面が近接して分布せず, 段丘面区分の確実性に欠けるため, 断層北方の段丘面との分布高度の比較による評価には用いない(次頁)※²。

○さらに, 断層南西方(七海~巖門)には, 小規模な古砂丘や古期扇状地面が分布しており, 文献が示すような中位段丘 I 面は認められない(P.464, 465)。

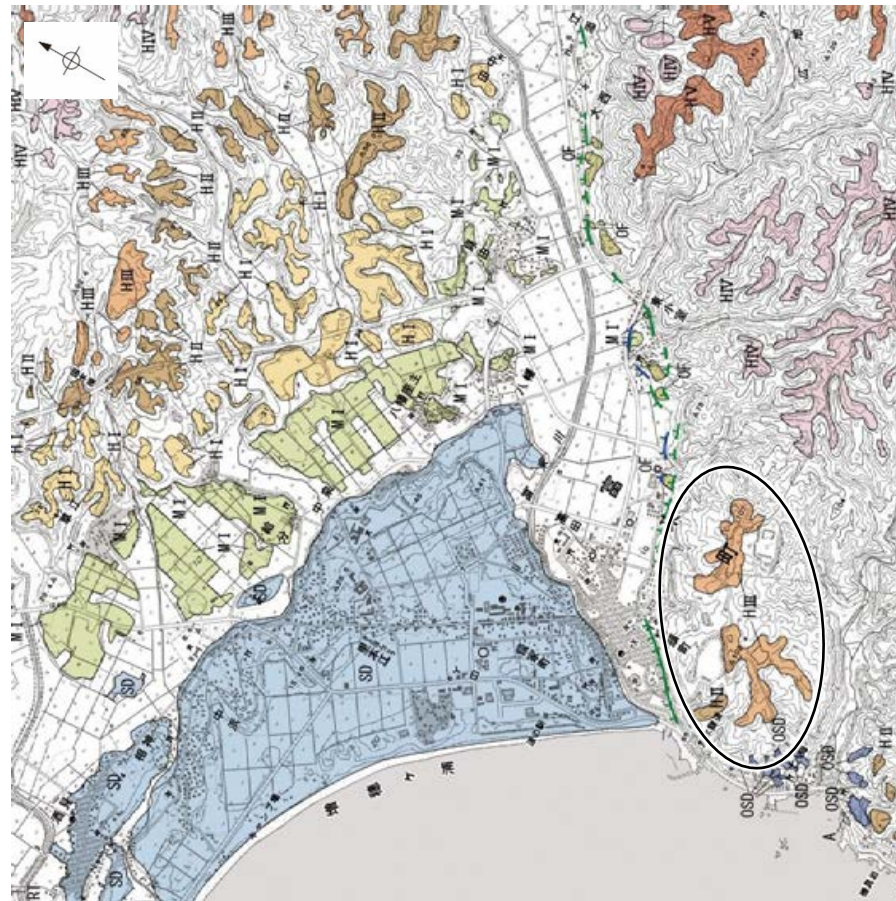
○以上より, 断層北方には段丘面が広く分布しているが, 断層南方及び南西方には断層の活動性評価として断層北方の段丘面分布高度と比較することができる明確な段丘面が認められなかったことから, 富来川南岸断層は後期更新世以降の活動が否定できないと評価した。

※1:断層の北方・南方の中位段丘 I 面に関する調査結果の詳細データは, 補足資料2.4-1(2)
 ※2:断層の北方・南方の高位段丘面に関する調査結果の詳細データは, 補足資料2.4-1(4)(5)



【富来川南岸断層南方の高位段丘面調査結果(地形面区分の見直し)】

- ・太田・平川(1979)の高位段丘面のうち、断層南方に分布する標高約100m以下の地形面について、当社では設置変更許可申請(2014年8月)において高位段丘Ⅱ面、Ⅲ面と区分しており、これらの形成年代と旧汀線高度の検討を行った。
- ・これらの地形面は丘陵頂部に分布するものの開析を受け分布範囲が狭く、段丘面区分の確実性に欠ける。また、これらの地形面において、ボーリング、露頭調査等の詳細な調査を行った結果、表層に厚さ5~30mの風成砂層が分布することを確認した(小林ほか, 2018)。
- ・以上を踏まえ、これらの地形面を古砂丘と判断した。また、調査結果に基づき、右下図のように地形面区分を見直した。



段丘面分布図(見直し前)

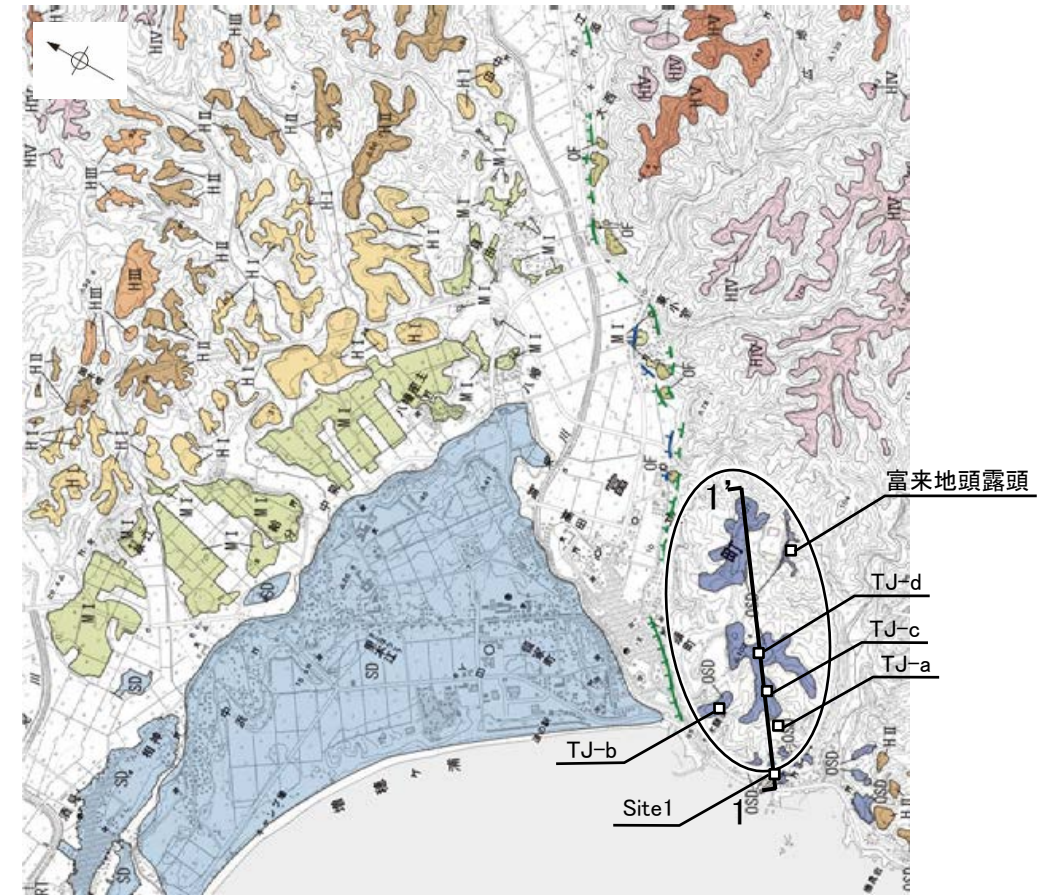
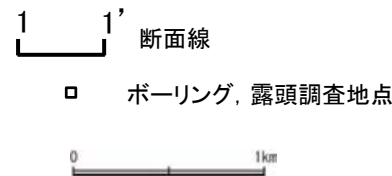
地形面区分
を見直し



〔段丘面〕	
T	最高位段丘面群
HV	高位段丘V面
HIV	高位段丘IV面
HIII	高位段丘III面
HII	高位段丘II面
HI	高位段丘I面
MI	中位段丘I面
OSD	古砂丘
OF	古期扇状地
SD	砂丘
RT	河成段丘面

〔リニアメント・変動地形〕	
	Lc (変動地形である可能性が低い)
	Ld (変動地形である可能性は非常に低い)

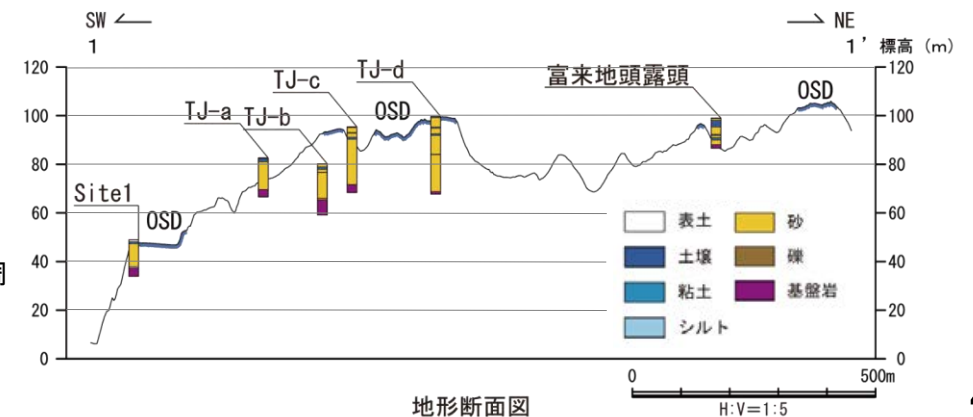
ケバは低下側を示す。



段丘面分布図(見直し後)

ボーリング、露頭調査結果については、[補足資料2.4-1\(4\), \(5\)](#)

地形面下の基盤岩について、周辺の段丘面との関係は不明である。

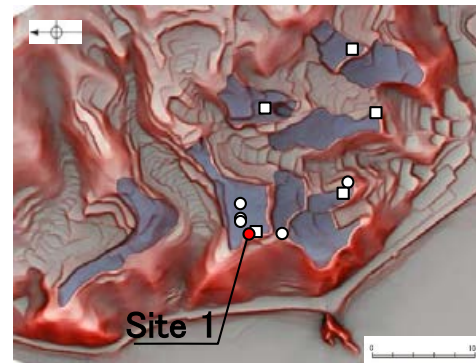


地形断面図

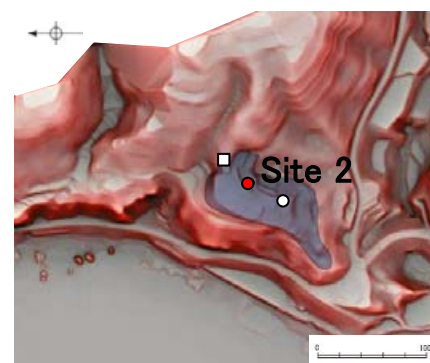
【富来川南岸断層南西方の地形面調査結果】

- 服部ほか(2014)は、富来川南岸断層南西方の七海～巖門の地形面における地表踏査及びボーリング調査を行い、古砂丘は大半が無層理で淘汰のよい一様な砂層からなり、まれに不明瞭な層理を伴う堆積構造が認められ、現砂丘に特徴的な堆積相(増田ほか, 2001; 長谷川, 2005)を示す風成砂層(古砂丘砂層)であることを確認している。また、古期扇状地の構成層はシルト分を含む淘汰の悪い亜円～亜角礫層やシルト質砂層からなり、露頭において陸から海への一方向の古流向を示す堆積構造が認められることから、河川堆積物であることを確認している。
- さらに、上記の服部ほか(2014)の知見に加え、古砂丘を構成する砂層中にMIS5e以降の年代を示すSK, K-Tzの降灰層準が含まれることは、本砂層が、MIS5eの中位段丘 I 面を構成する海成堆積物とは異なり、陸成堆積物であることを支持する。

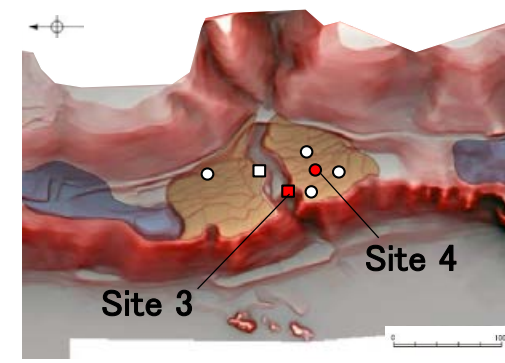
ひつみ うるかみ (七海～生神地点)



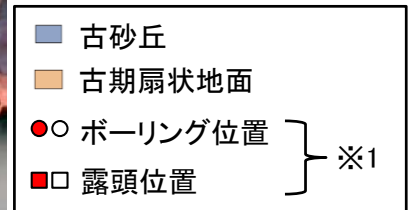
＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状, 小丘状



＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状

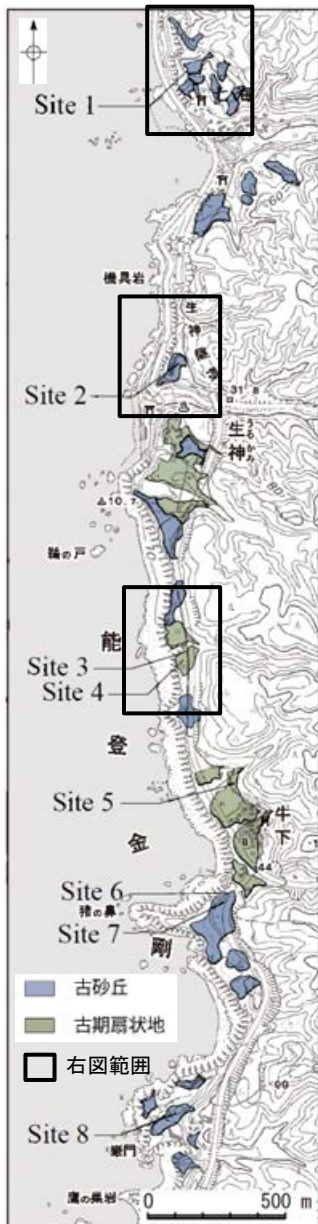


＜地形面の形状＞
・谷口を頂部として扇形に広がる



※1 詳細な地質調査結果については、[補足資料2.4-1\(3\)](#)

地形面区分図(服部ほか(2014)を編集)(基図は1961年撮影の1万5千分の1空中写真を使用して作成)



地形面区分図
(服部ほか(2014)を一部修正)

Site 1 (孔口標高49m)

＜主な構成層＞
・淘汰の良い細～中粒砂層
・層理は不明瞭
・層厚は約10m

＜火山灰分析＞
・砂層からSKとK-Tzを検出

Site 2 (孔口標高47m)

＜主な構成層＞
・淘汰の良い細～中粒砂層
・層理は不明瞭
・層厚は約9m

＜火山灰分析＞
・砂層からSKとK-Tzを検出

Site 3 (露頭最上部の標高45m)

＜主な構成層＞
・淘汰の悪い亜円～亜角礫層
・基質はシルト～極細粒砂
・層厚は約5m
・古流向は西北西(陸→海)方向

＜火山灰分析＞
・検出なし

Site 4 (孔口標高46m)

＜主な構成層＞
・淘汰の悪い亜円～亜角礫層
・基質はシルト～極細粒砂
・層厚は約7m

＜火山灰分析＞
・検出なし



テフラの年代(町田・新井, 2011)
AT: 2.8万～3万年前
K-Tz: 9.5万年前
SK: 10.5万年前

柱状図(服部ほか(2014)を編集)

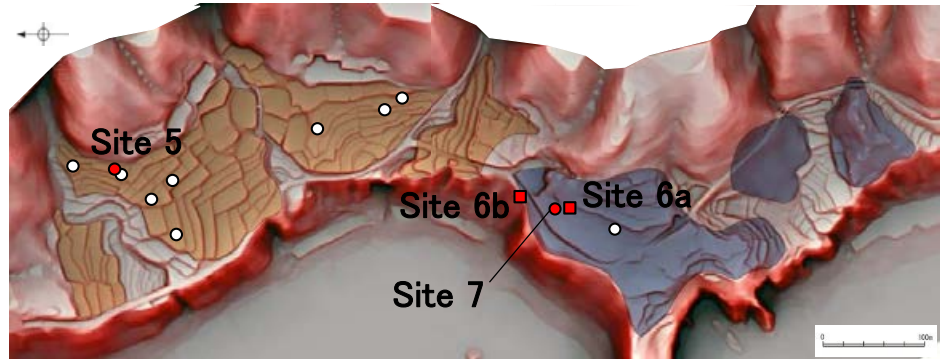
・火山灰分析結果については、[補足資料2.4-1\(3\)](#)

富来川南岸断層(南西方)

うしおろし がんもん
(牛下～巖門地点)

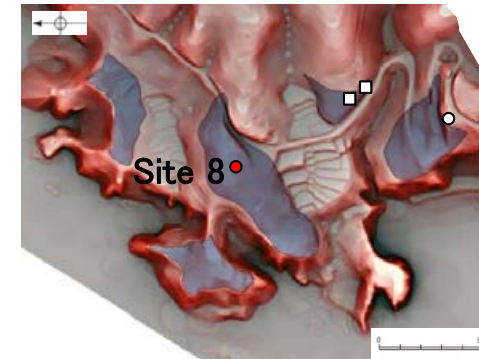


地形面区分図
(服部ほか(2014)を一部修正)

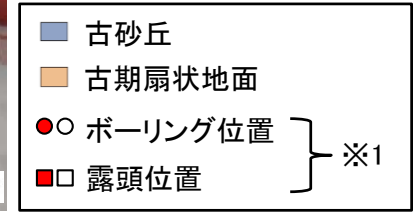


<地形面の形状>
・谷口を頂部として扇形に広がり、それが複合する

<地形面の形状>
・起伏のある尾根状

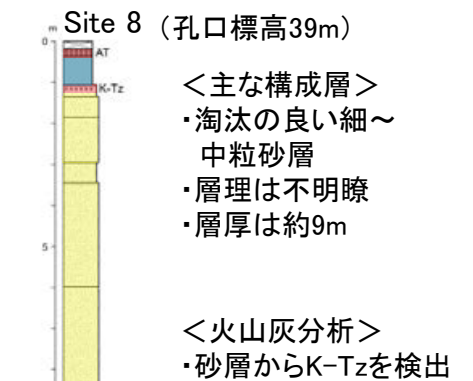
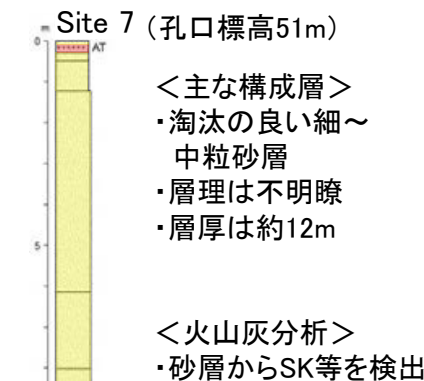
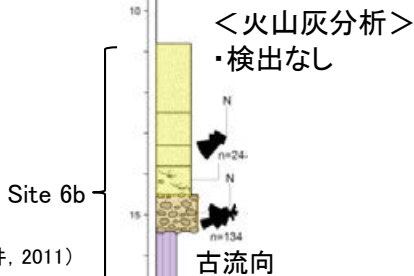
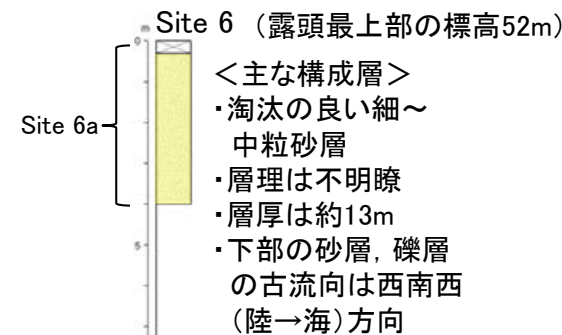


<地形面の形状>
・起伏のある尾根状, 小丘状

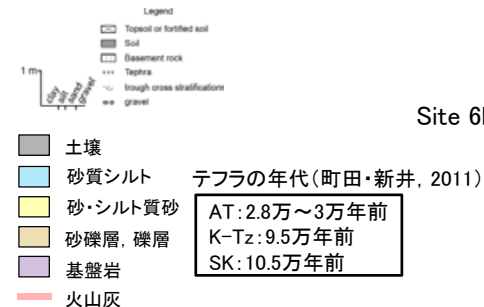


※1 詳細な地質調査結果については、**補足資料2.4-1(3)**

地形面区分図(服部ほか(2014)を編集)
(基図は1961年撮影の1万5千分の1空中写真を使用して作成)



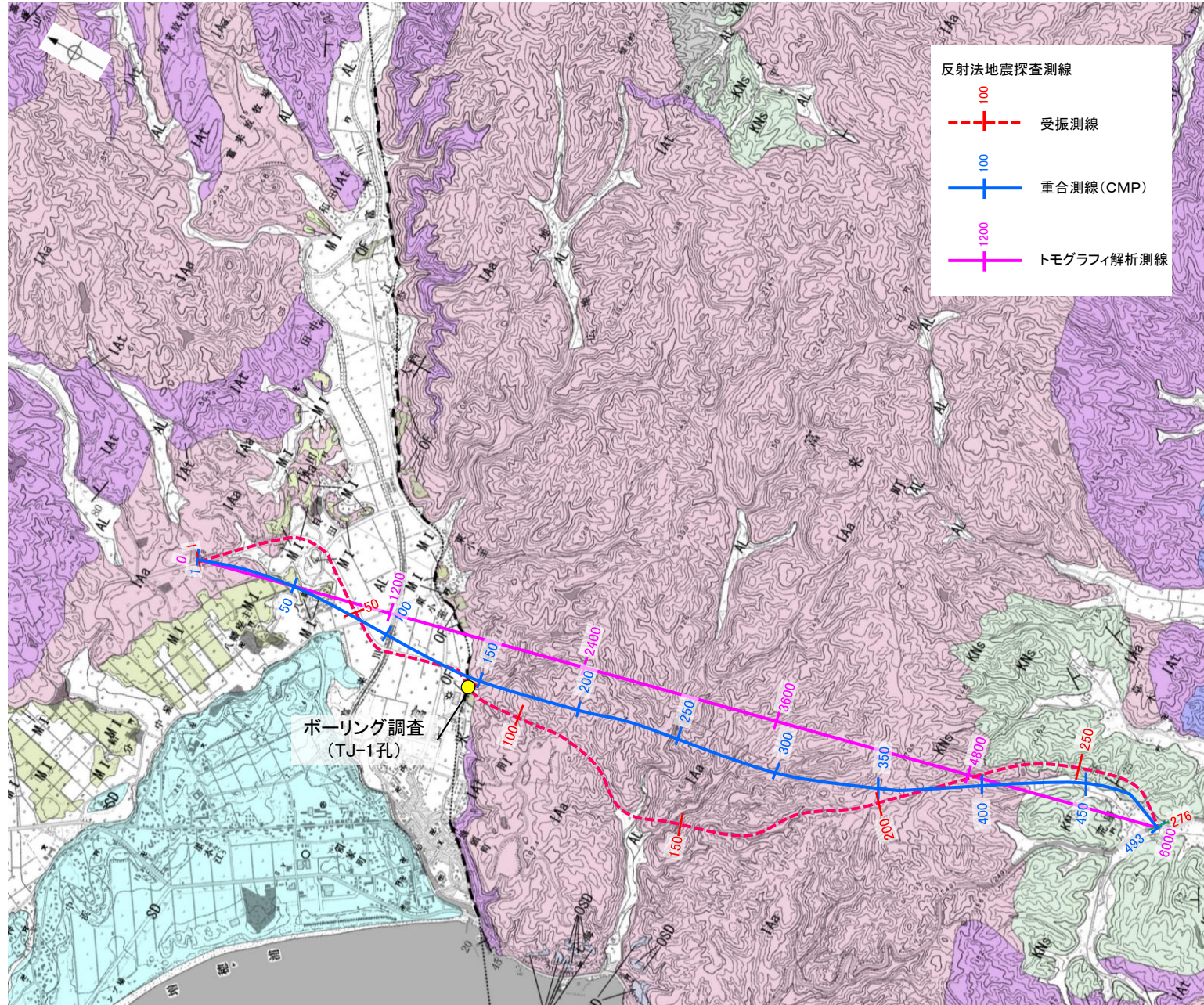
・火山灰分析結果については、**補足資料2.4-1(3)**



柱状図(服部ほか(2014)を編集)

2.4.1.1 (5) 富来川南岸断層の反射法地震探査 — 測線位置図 —

○富来川南岸断層の地下構造を確認するため、リニアメント・変動地形にほぼ直交して、反射法地震探査を実施した。



反射法地震探査測線位置図

反射法地震探査 仕様

測線長	6.9km
振源	大型バイブロサイス2台 (スイープ数:10回, スイープ周波数:10~70Hz, スイープ長:16s)
発振点間隔	50m
受振器	上下動速度計(SM-24, 固有周波数:10Hz, 3個組)
受振点間隔	25m
記録系	独立型記録システム(RT2)
サンプリング間隔	2ms
記録長	4s
解析CMP間隔	12.5m

・垂直分解能は、反射波の卓越周波数に基づき、深度500m付近で53m程度

地質時代	地層・岩石名
第四紀 更新世	SD 砂丘砂層
	AL 沖積層
第四紀 更新世	OF 古期扇状地堆積層
	MI 中位段丘I面堆積層
	OSD 古砂丘砂層
第三紀 中新世	KNs 草木互層
	KKc 谷出礫岩層
	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰岩)

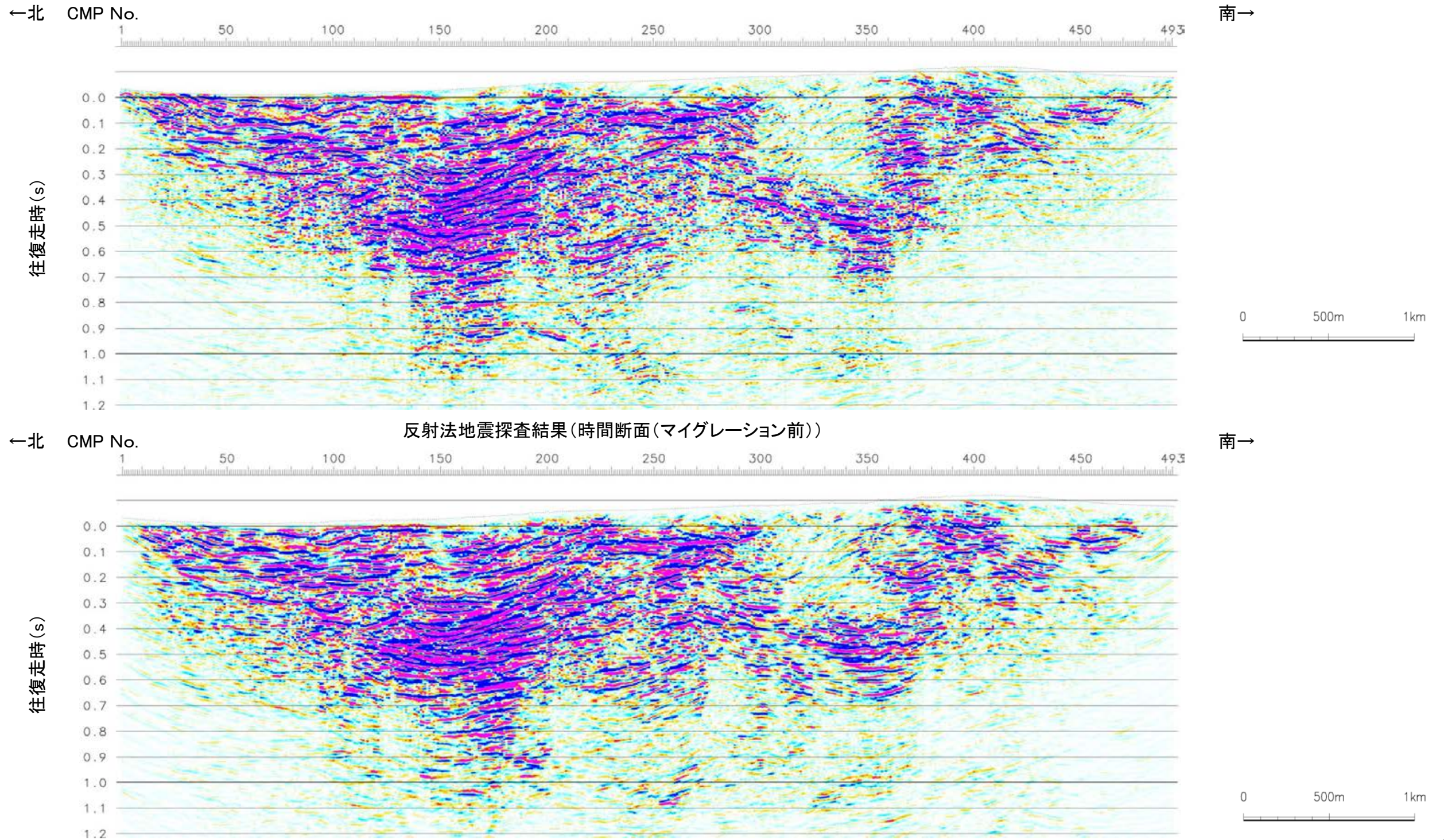
--- 断層位置
..... 推定区間



2.4.1.1 (5) 富来川南岸断層の反射法地震探査 — 反射法地震探査結果 —

- 反射法地震探査の結果，地表でリニアメント・変動地形を判読した位置 (CMP150付近) 及びボーリング調査 (TJ-1孔) で深部に断層を確認した位置に，南に約60°で傾斜する逆断層が推定された (小林ほか, 2020)。
- なお，トモグラフィ速度分布からも，断層を挟んで速度構造が変化する状況が認められる。

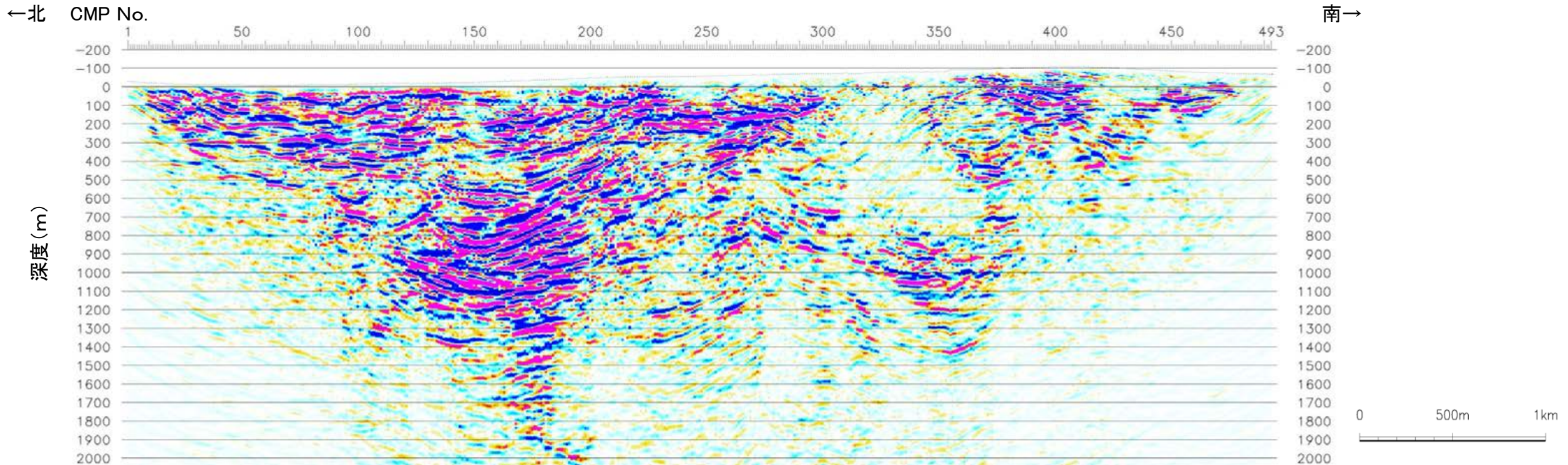
【時間断面(マイグレーション前, 後)(小林ほか, 2020)】



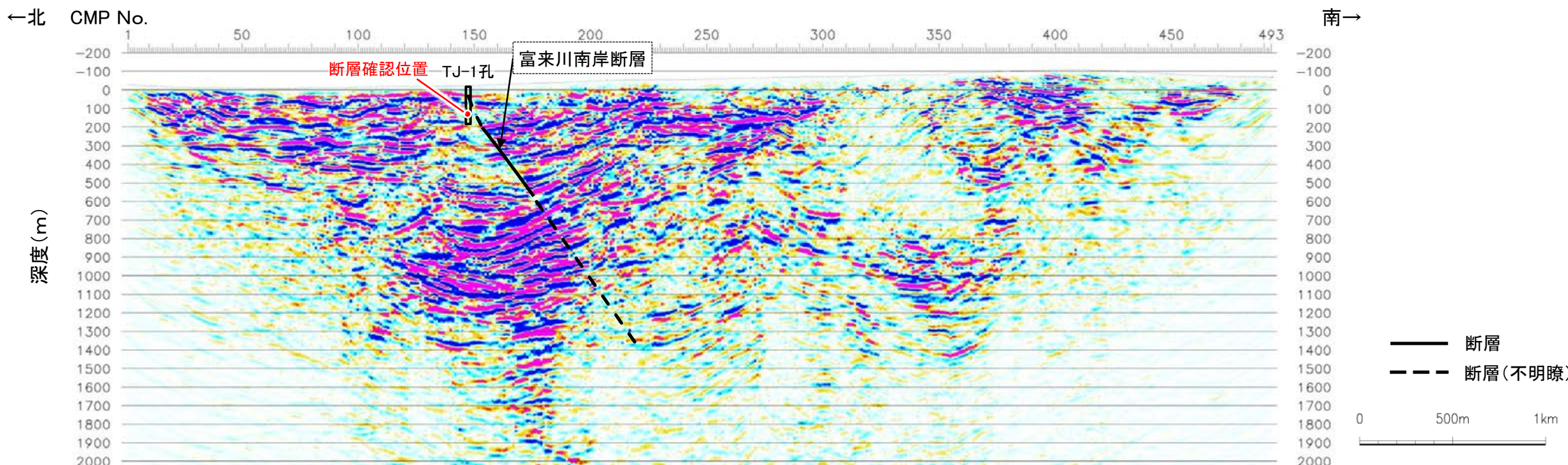
反射法地震探査結果(時間断面(マイグレーション後)) ・本断面は, MDRS (Multi-Dip Reflection Surface (Aoki et al., 2010)) 法による解析を実施している。

富来川南岸断層

【深度断面(小林ほか, 2020)】



反射法地震探査結果(深度断面)

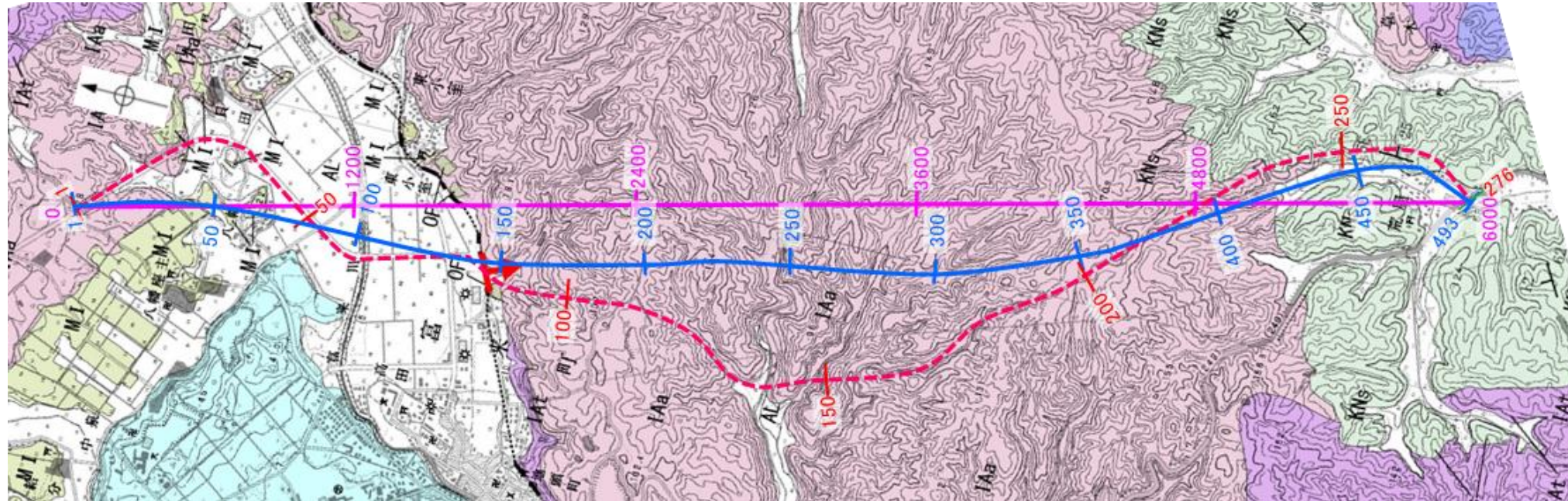


反射法地震探査結果(深度断面, 解釈線入り)

富来川南岸断層

【トモグラフィ速度分布(小林ほか, 2020)】

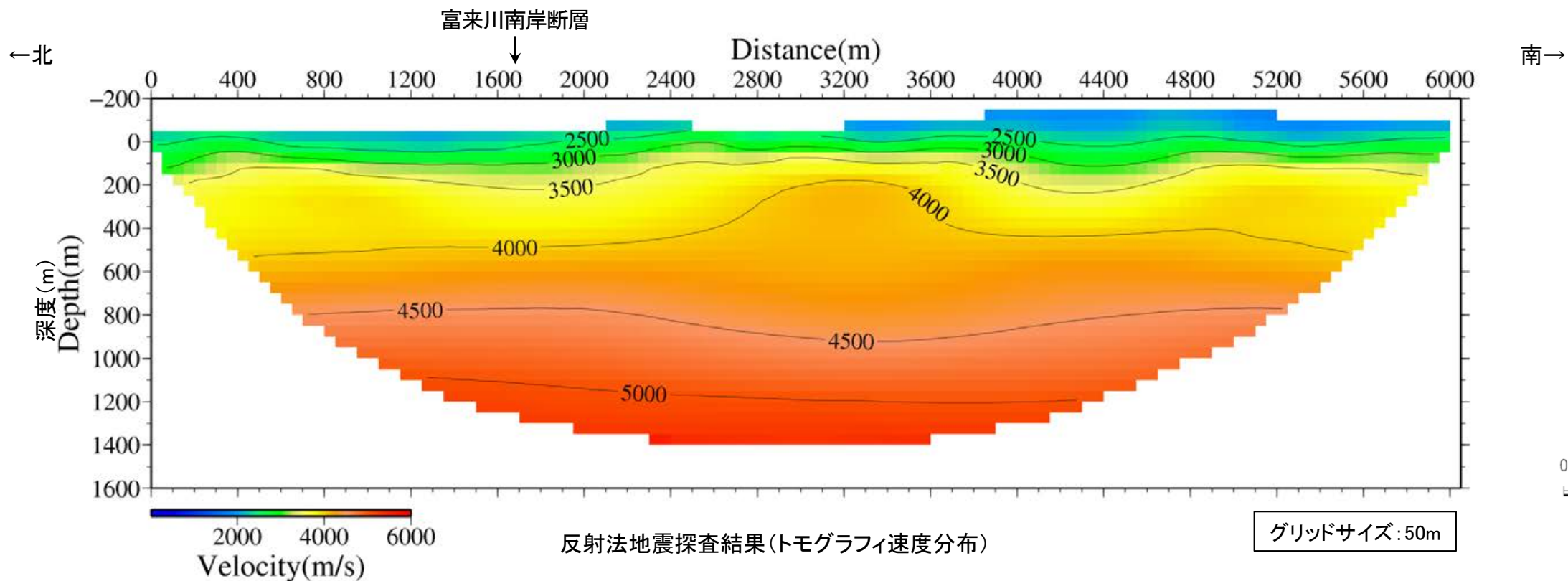
地質時代	新地層の順序	地層・岩石名
第四紀 更新世	SD	砂丘砂層
	AL	沖積層
	OF	古期扇状地堆積層
	MI	中位段丘I面堆積層
	OSD	古砂丘砂層
新第三紀 中新世	KNs	草木互層
	KKc	谷出礫岩層
	IAa	別所岳安山岩類 安山岩
	IAc	別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
新第三紀 岩層階	IAf	別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰岩)



反射法地震探査測線位置図

--- 断層位置
 推定区間
 ← 断層確認位置

反射法地震探査測線
 100
 ---+--- 受振測線
 100
 ---+--- 重合測線(CMP)
 1200
 ---+--- トモグラフィ解析測線

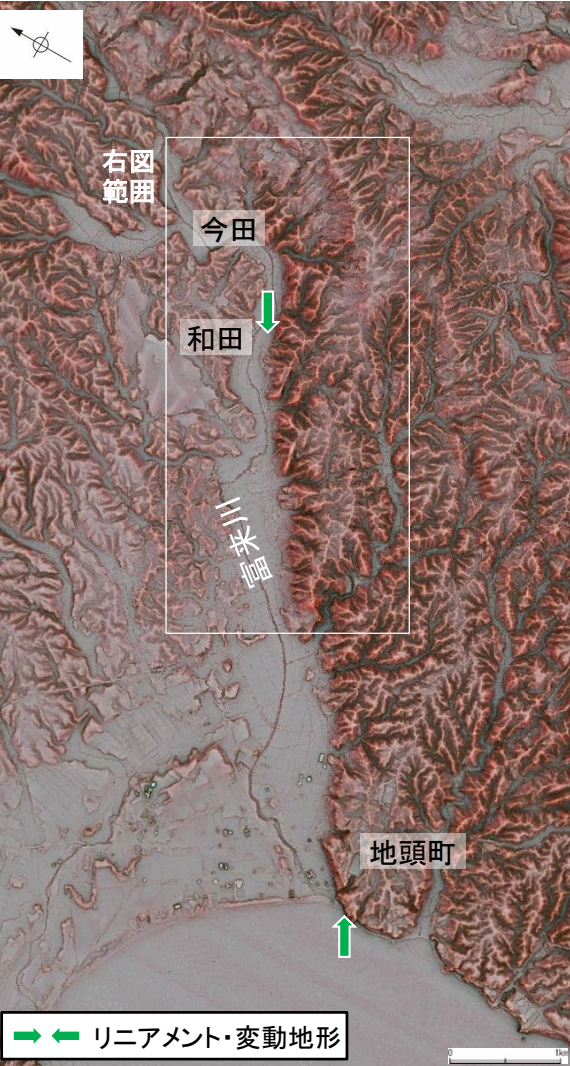


0 500m 1km

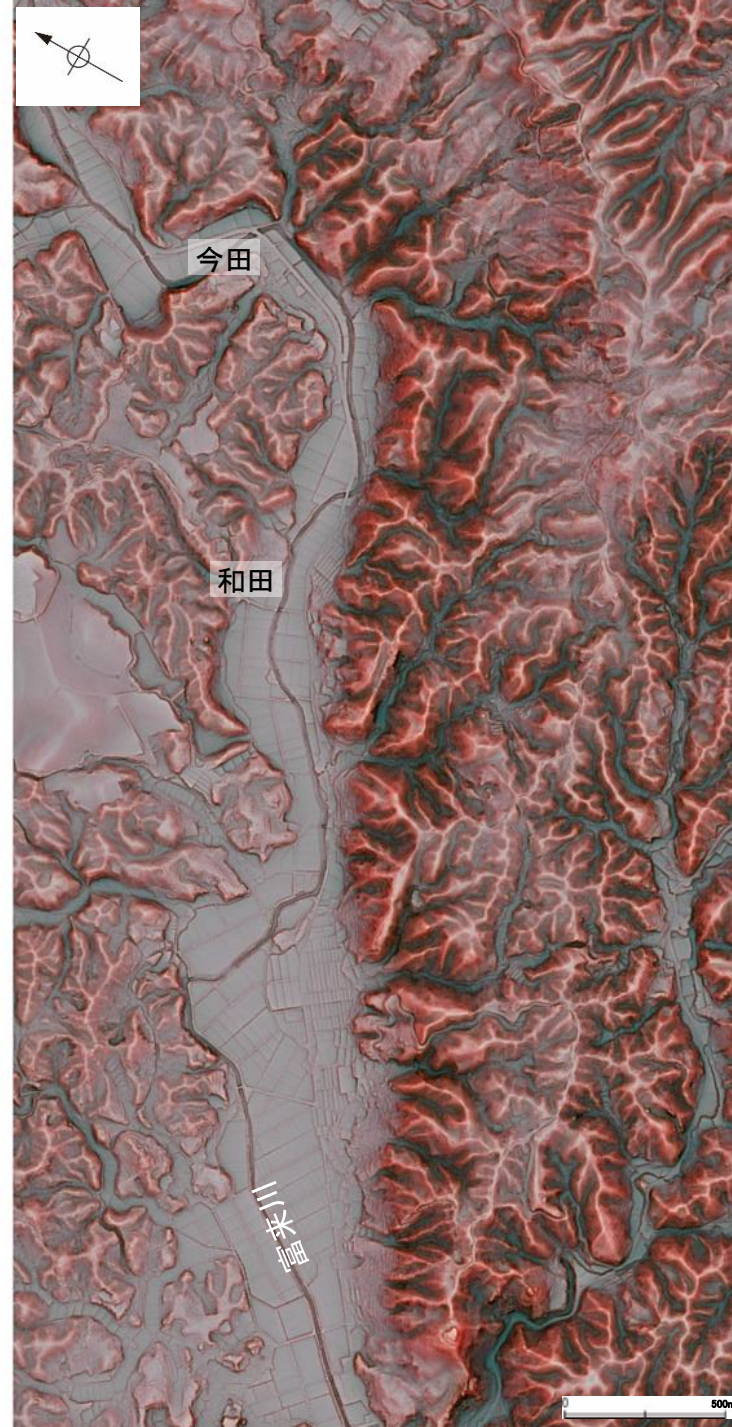
グリッドサイズ: 50m

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 —地形の特徴—

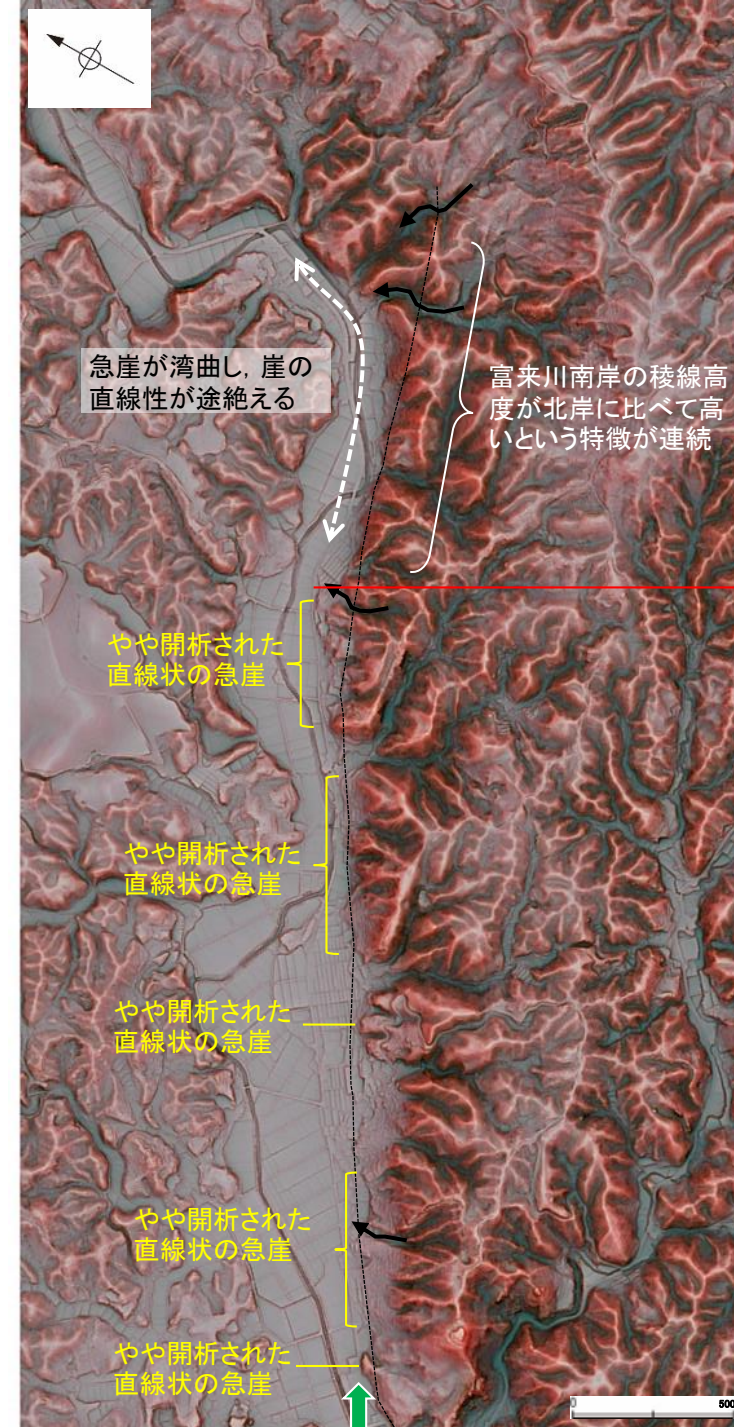
- 地頭町～和田付近までは、直線状の急崖等からなるリニアメント・変動地形が認められるが、さらに北東方では急崖が湾曲することから、崖の直線性が途切れる和田付近までをリニアメント・変動地形として判読した。
- ただし、リニアメント・変動地形のさらに北東方の今田付近までの区間においても、富来川南岸の稜線高度が北岸に比べて高いという特徴が、リニアメント・変動地形の分布域から連続して認められる。
- また、今泉ほか(2018)は、リニアメント・変動地形の北東方に推定活断層及び水系の屈曲を図示している。
- これらの特徴を踏まえ、和田～今田付近において、断層の有無を確認するために地質調査を行った(次々頁以降)。



赤色立体地図
(航空レーザ計測データにより作成)



リニアメント・変動地形の北東方拡大図

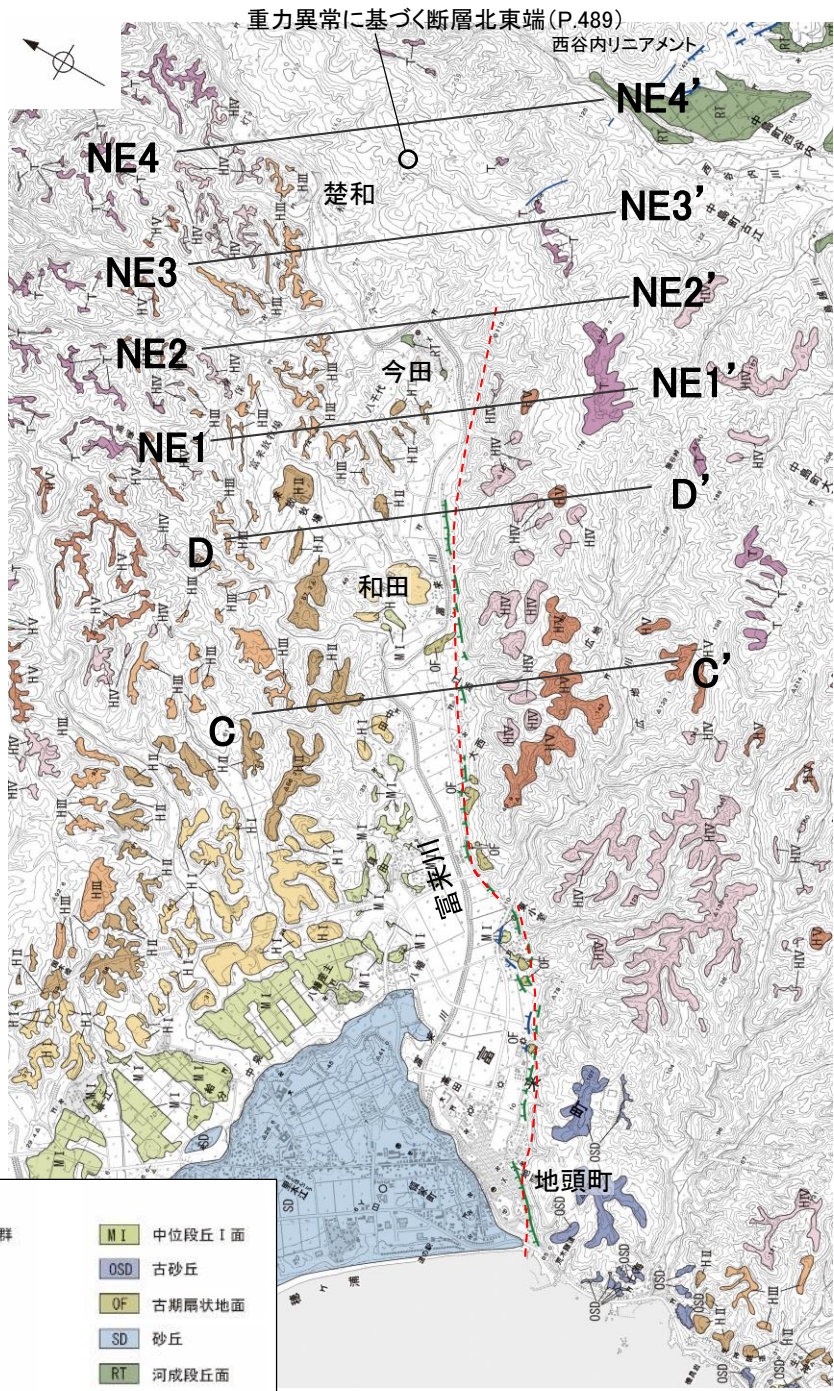


リニアメント・変動地形の北東方拡大図(解釈線入り)

----- 今泉ほか(2018)が図示した推定活断層
 ↖ 今泉ほか(2018)が図示した水系の屈曲

リニアメント・変動地形を判読した区間

富来川南岸断層(北東端)



〔段丘面〕

T	最高位段丘面群	MI	中位段丘I面
HV	高位段丘V面	OSD	古砂丘
HIV	高位段丘IV面	OF	古期扇状地面
HIII	高位段丘III面	SD	砂丘
HII	高位段丘II面	RT	河成段丘面
HI	高位段丘I面		

〔リニアメント・変動地形〕

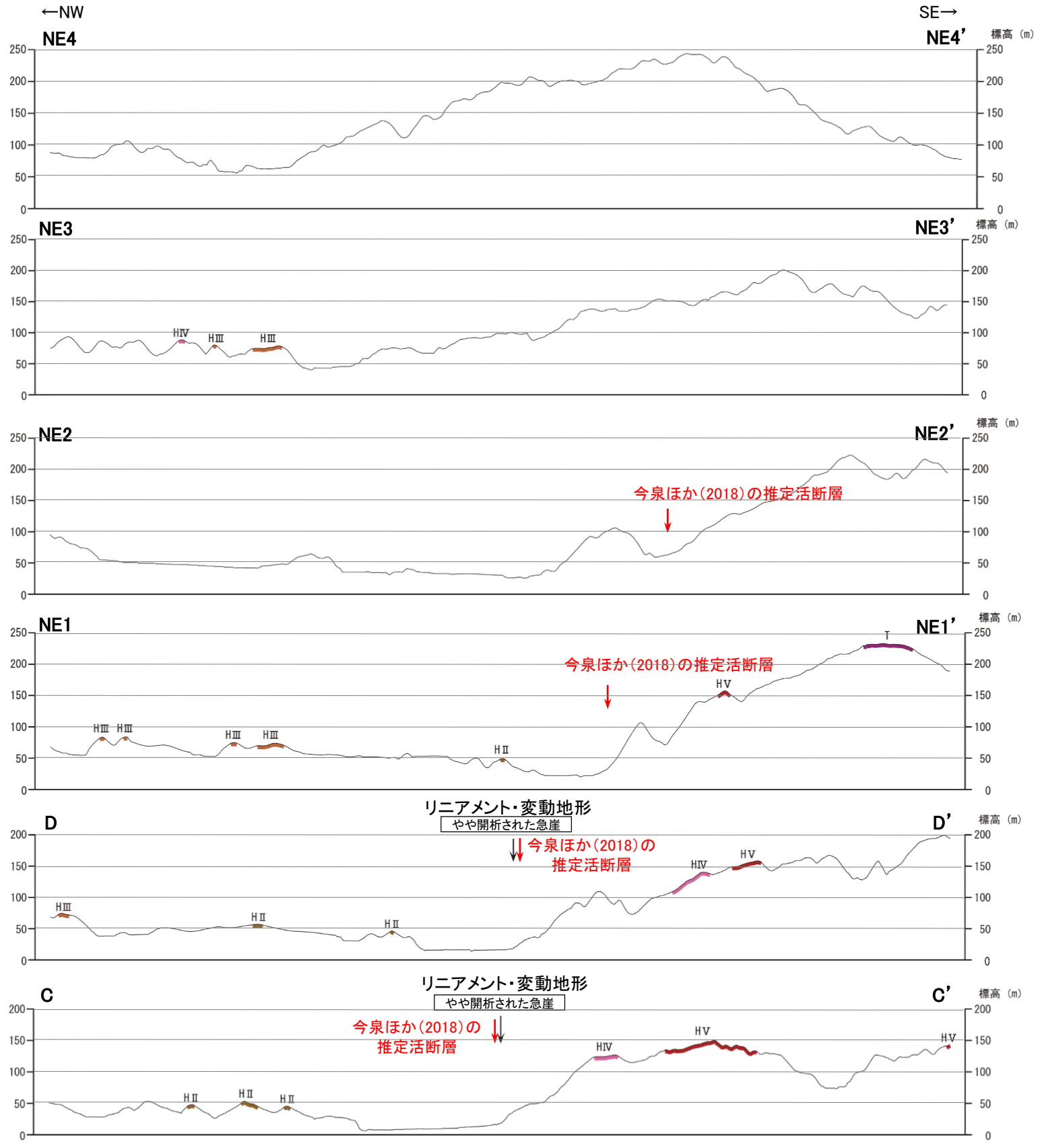
- Lc (変動地形である可能性が低い)
- Ld (変動地形である可能性は非常に低い)

ケバは低下側を示す。

--- 今泉ほか(2018)の推定活断層

リニアメント・変動地形分布図

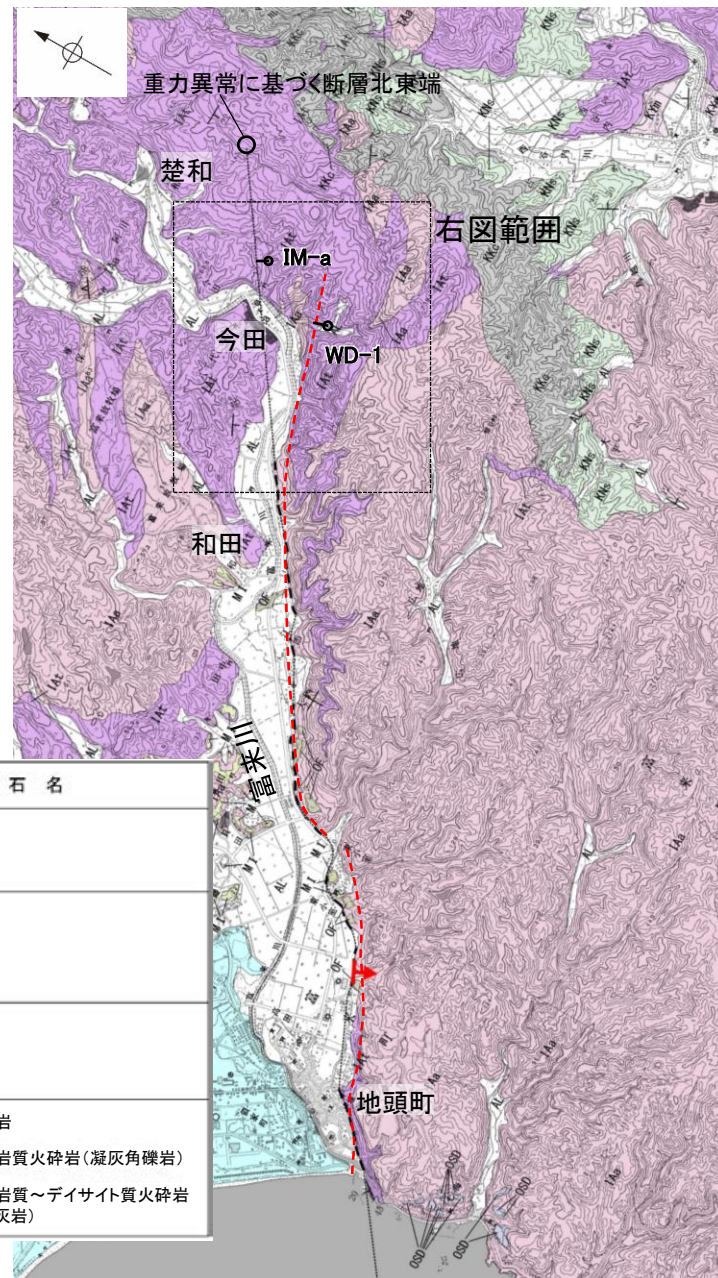
【地形断面図】



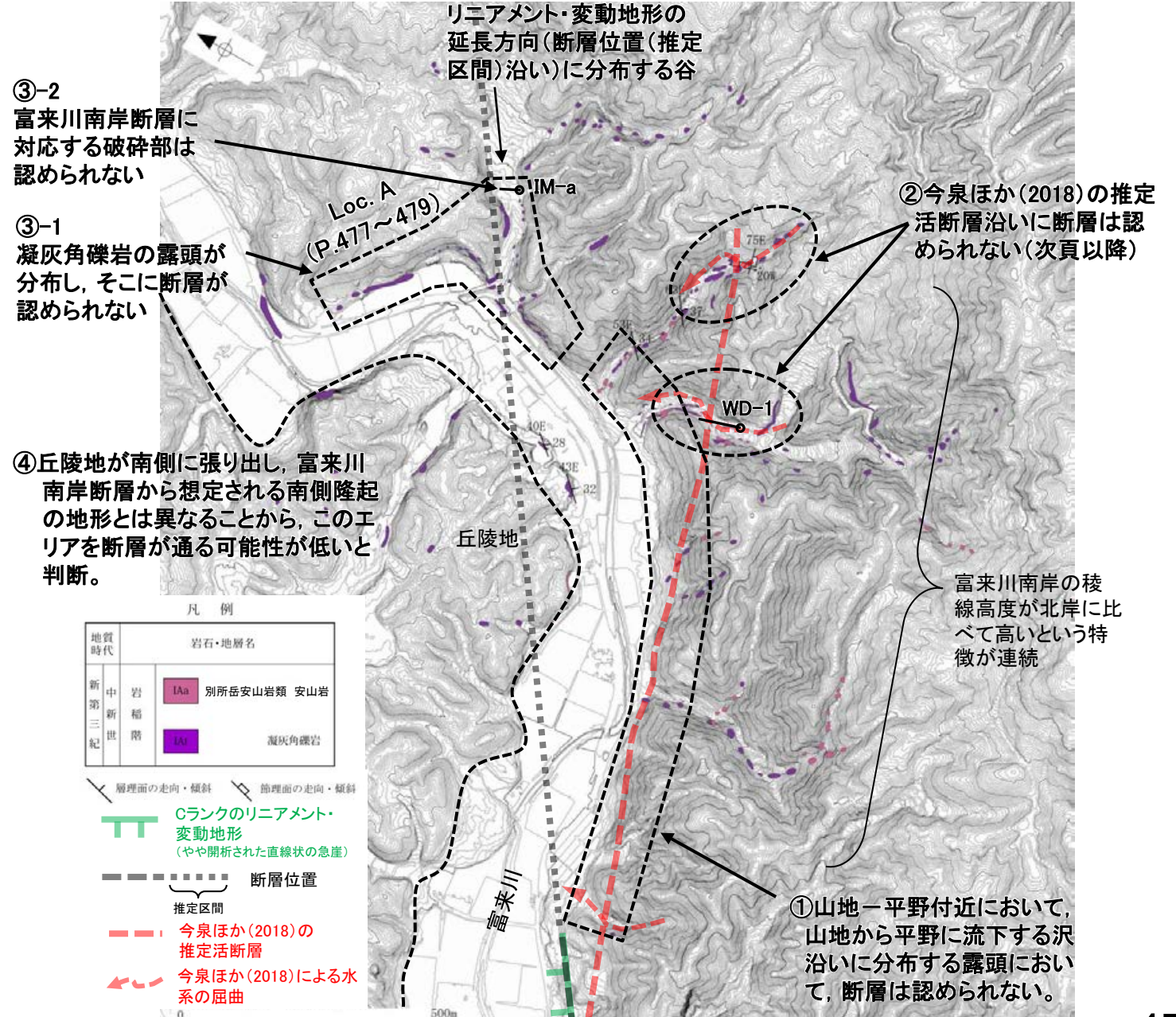
地形断面図(H:V=1:2) (航空レーザ計測による1mDEMから作成)

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 —北東方延長の地質調査—

- リニアメント・変動地形の北東方において、断層の連続性に関する地質調査を行った。
- リニアメント・変動地形は山地—平野境界に判読されることから、和田～今田の山地—平野付近において地表踏査を行った結果、山地から平野に流下する沢沿いに分布する露頭において、断層は認められない(右下図①)。
- また、今泉ほか(2018)は、山地—平野境界付近及びその北東延長の山地内に推定活断層と水系の屈曲を示しているが、これらが示された沢における地表踏査及びボーリング調査(WD-1孔)の結果、断層は認められない(右下図②、次頁以降)。
- さらに、富来川沿いの沖積平野下に断層が伏在して北東方に連続すると考えた場合でも、リニアメント・変動地形の延長方向に位置し、富来川が上流に向かい北東方向から北西方向へ大きく屈曲するLoc.Aにおいては、別所岳安山岩類の凝灰角礫岩が広く分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない(右下図③-1)。また、Loc.Aのうち、リニアメント・変動地形の延長方向(断層位置(推定区間)沿い)に分布する谷において、ボーリング調査(IM-a孔)を行った結果、富来川南岸断層に対応する破碎部は認められない(右下図③-2)。
- なお、和田～今田における富来川の北岸については、丘陵地が南側に張り出し、富来川南岸断層から想定される南側隆起の地形とは異なることから、このエリアを断層が通る可能性が低いと判断した(右下図④)。
- 以上を踏まえ、地質調査の結果、富来川南岸断層の北東端については、右下図①～④の範囲に断層が存在するとは考え難く、仮にリニアメント・変動地形北東方の沖積平野下に断層が伏在したとしても、最も長く連続した場合でもLoc.AにおけるIM-a孔より北東方には延長しないと判断した。



調査位置図

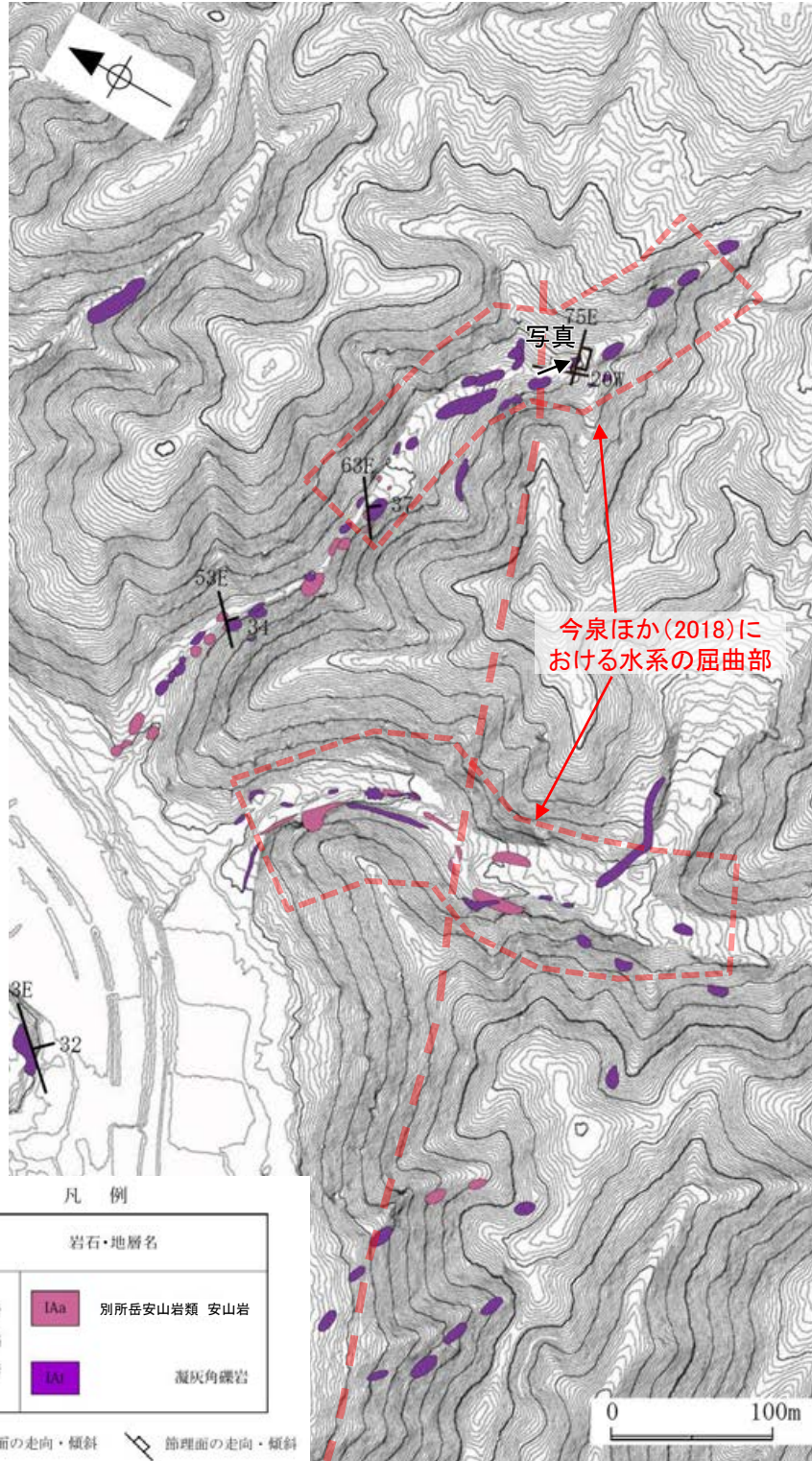


地表踏査結果(ルートマップ)

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(1/4)】

○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢には、別所岳安山岩類の安山岩や凝灰角礫岩が分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない。
○なお、今泉ほか(2018)の推定活断層の付近に、富来川南岸断層と調和的な走向(N75° E)を示す割れ目が認められるが、この割れ目はおおむね密着し、周囲は固結しており破碎は認められず、節理である。



今泉ほか(2018)の推定活断層

位置図



露頭写真
左図における走向N75° Eの節理の付近を北西側から望む



露頭写真(拡大①)
走向N75° Eの節理



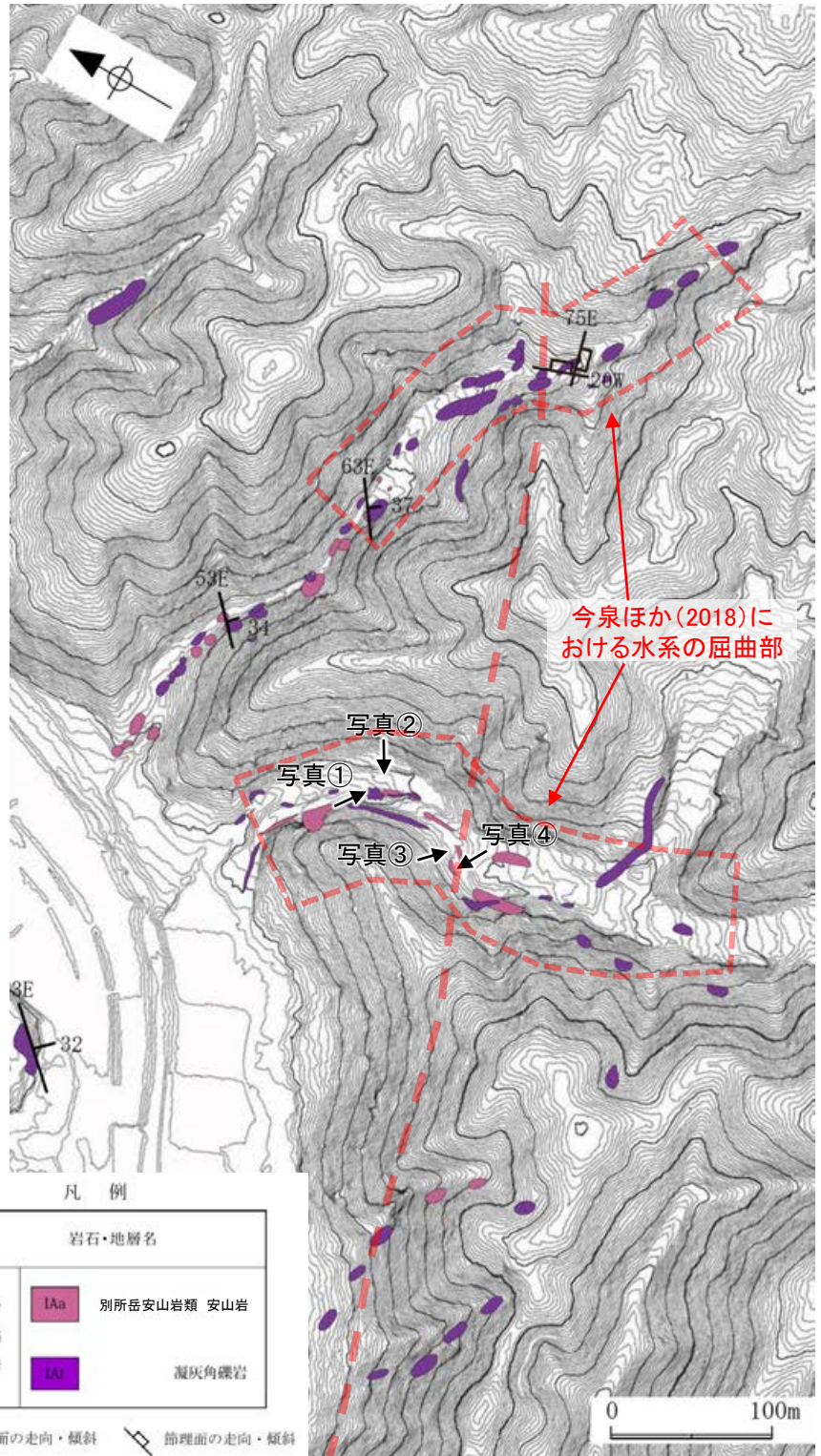
露頭写真(拡大②)
割れ目はおおむね密着し、周囲は固結しており破碎は認められない

・その他の写真は補足資料2.4-1(6)

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(2/4)】

○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢には、別所岳安山岩類の安山岩や凝灰角礫岩が分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない。



今泉ほか(2018)の推定活断層

位置図



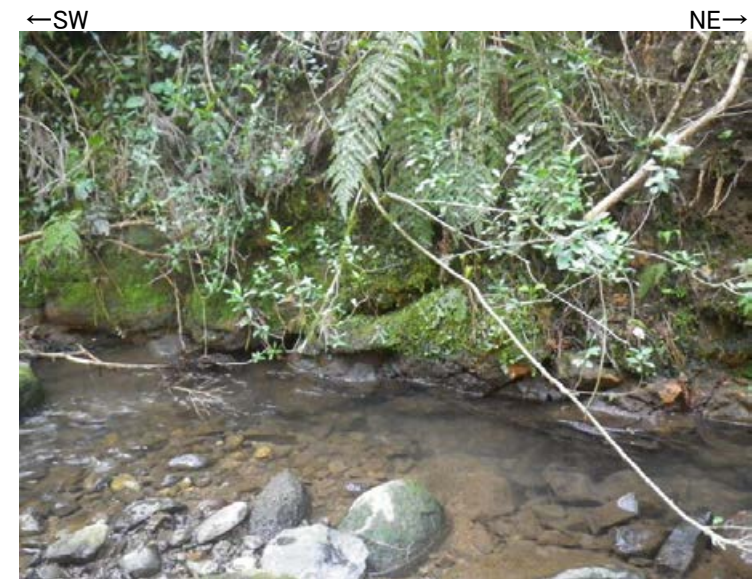
露頭写真①
凝灰角礫岩が分布し、断層は認められない



露頭写真②
風化した安山岩が分布し、断層は認められない



露頭写真③
安山岩が分布し、断層は認められない



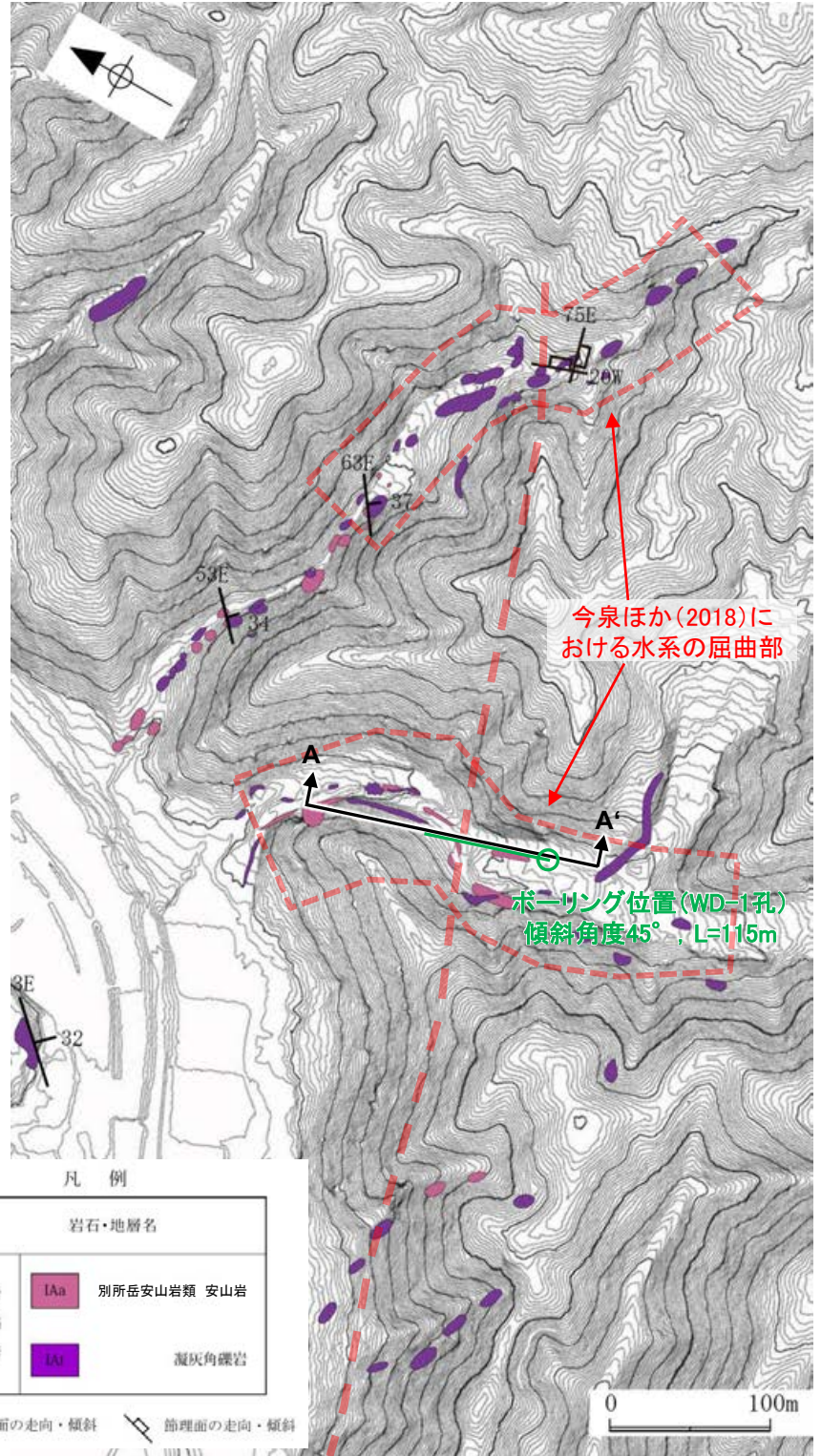
露頭写真④
風化した安山岩が分布し、断層は認められない

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(3/4)】

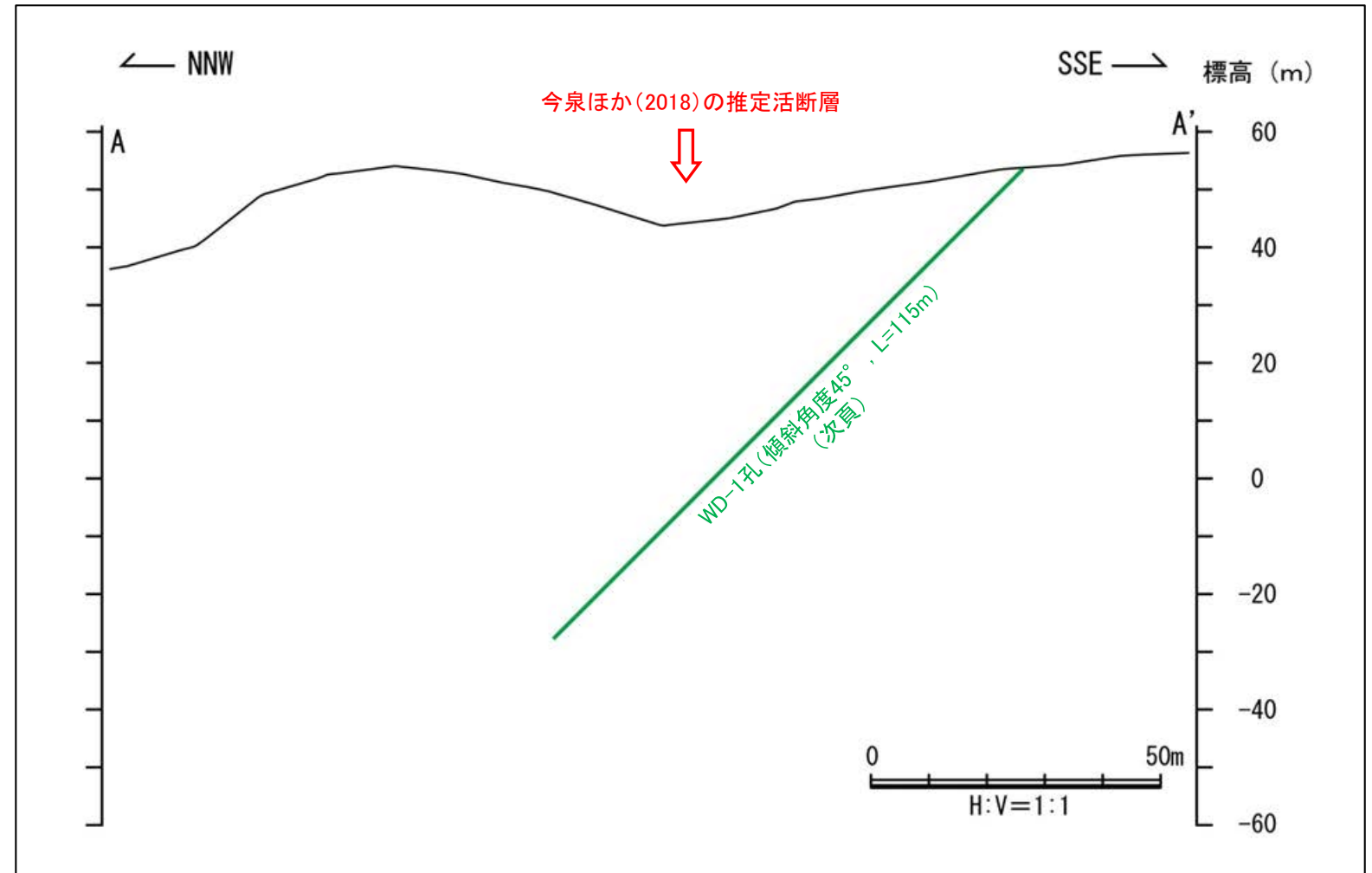
○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢において、ボーリング調査を行った結果、今泉ほか(2018)の推定断層の地下延長部に断層は認められない。

WD-1孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVIは, [データ集1-2](#)



今泉ほか(2018)の推定活断層

位置図

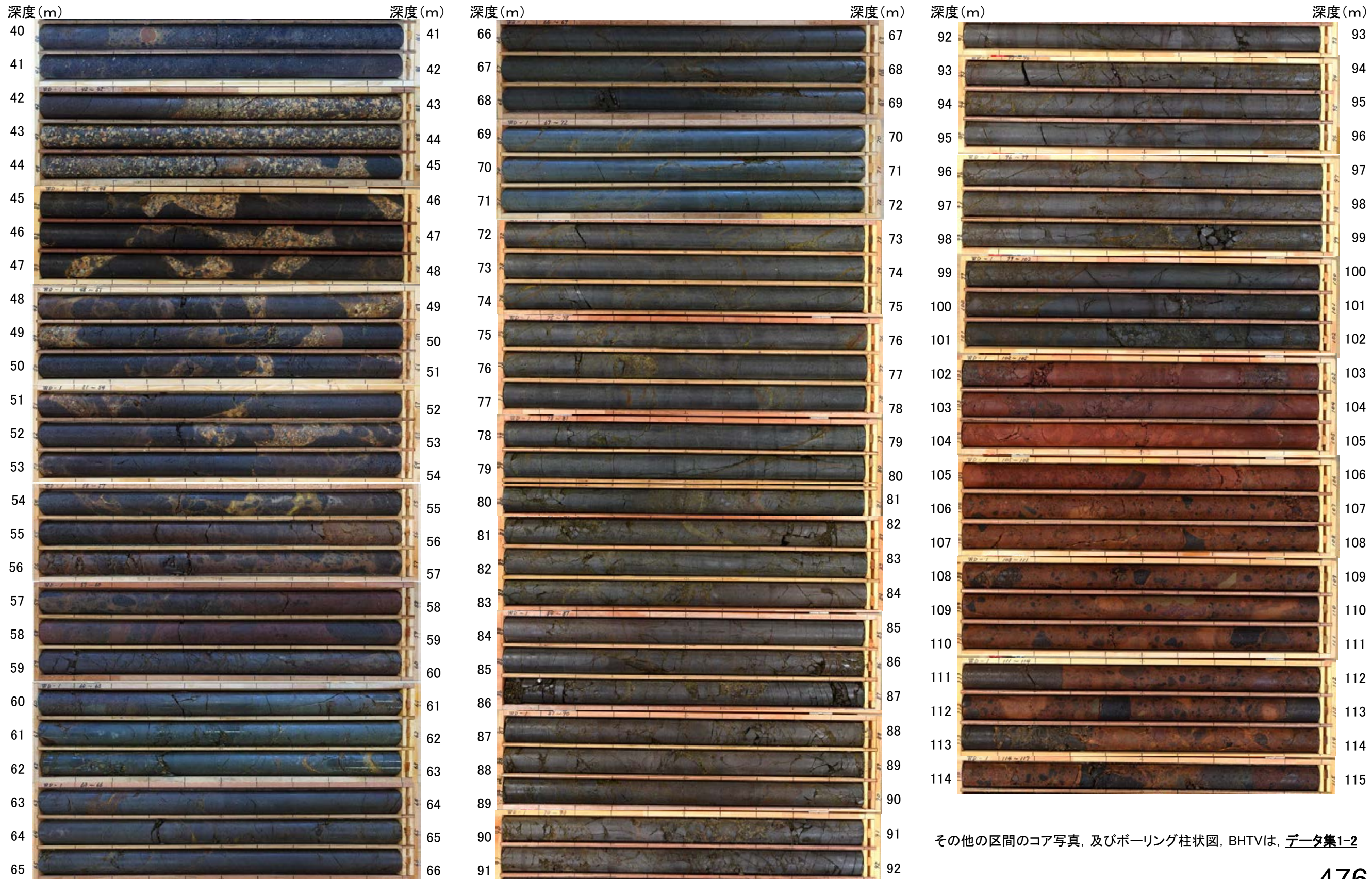


断面図

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(4/4)】

WD-1孔(孔口標高53.14m, 掘進長115m, 傾斜45°)



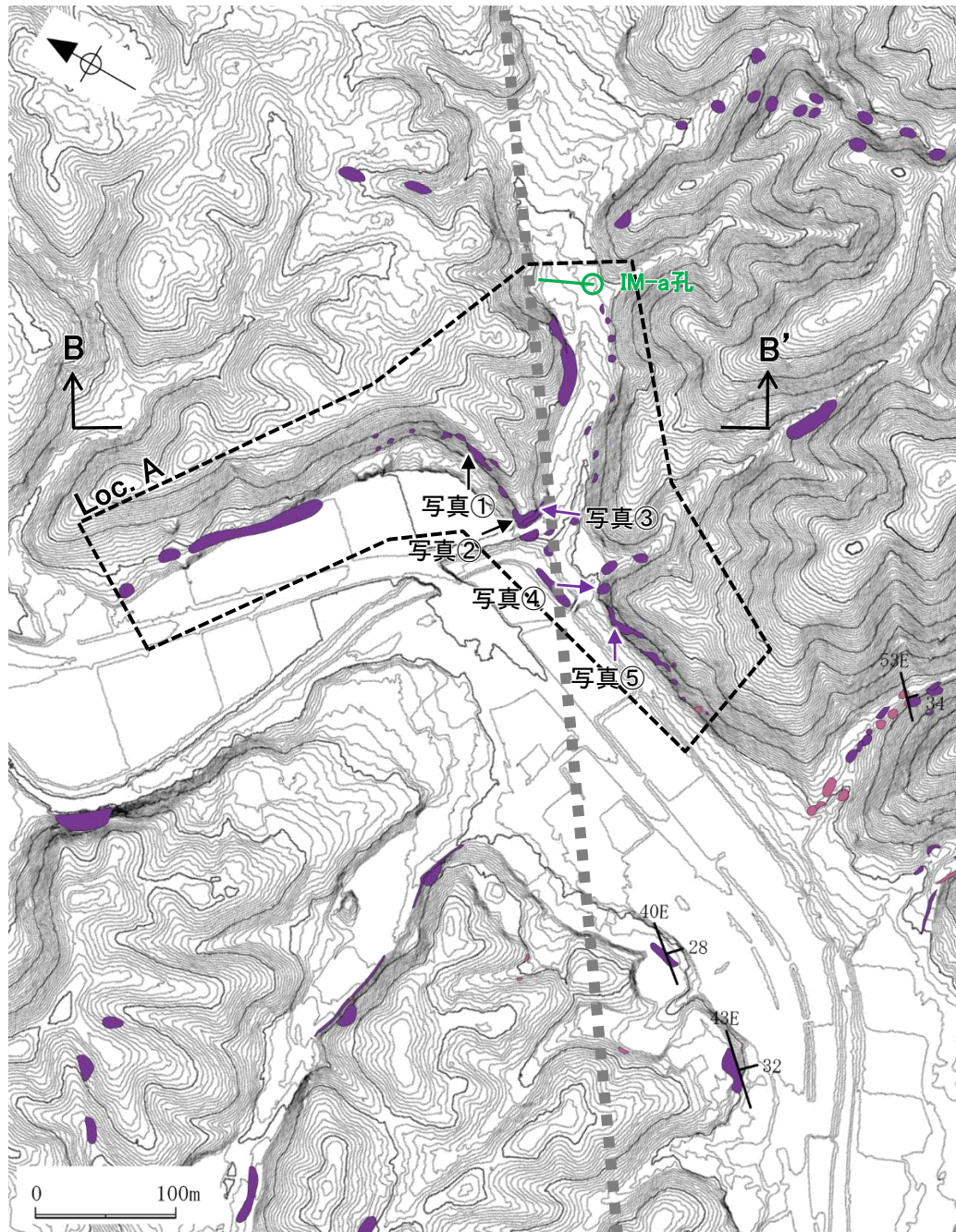
その他の区間のコア写真, 及びボーリング柱状図, BHTVIは, データ集1-2

コア写真(深度40~115m)

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(1/3)】

○Loc.Aにおいては、富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層が認められない。



露頭写真①



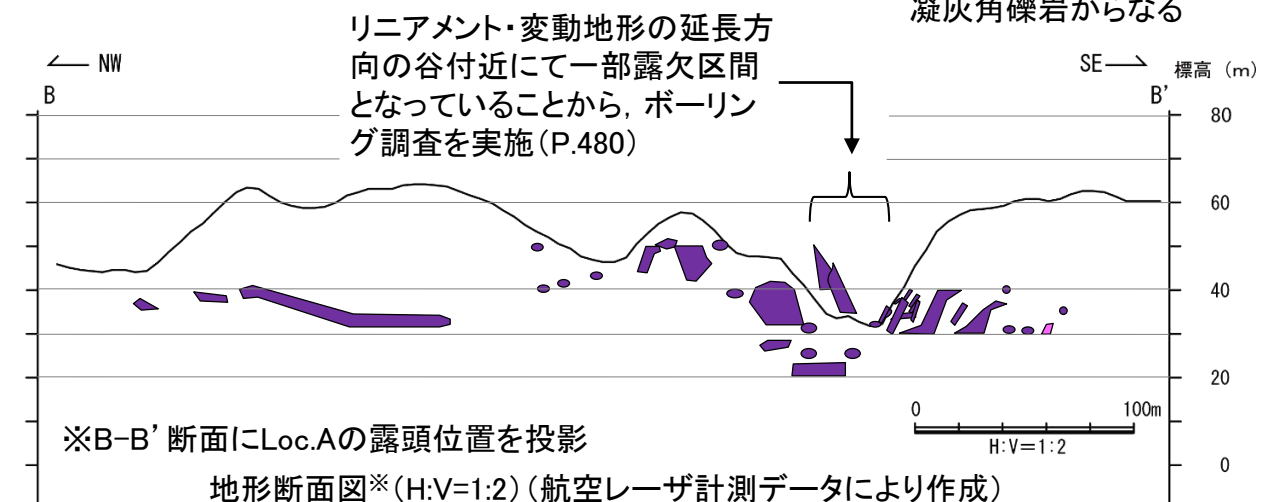
露頭写真①(近景)
凝灰角礫岩からなる



露頭写真②



露頭写真②(近景)
凝灰角礫岩からなる



※B-B'断面にLoc.Aの露頭位置を投影

地形断面図※(H:V=1:2)(航空レーザー計測データにより作成)

凡例

地質時代		岩石・地層名	
新第三紀	中新世	IAa	別所岳安山岩類 安山岩
	新第三紀	IA	凝灰角礫岩

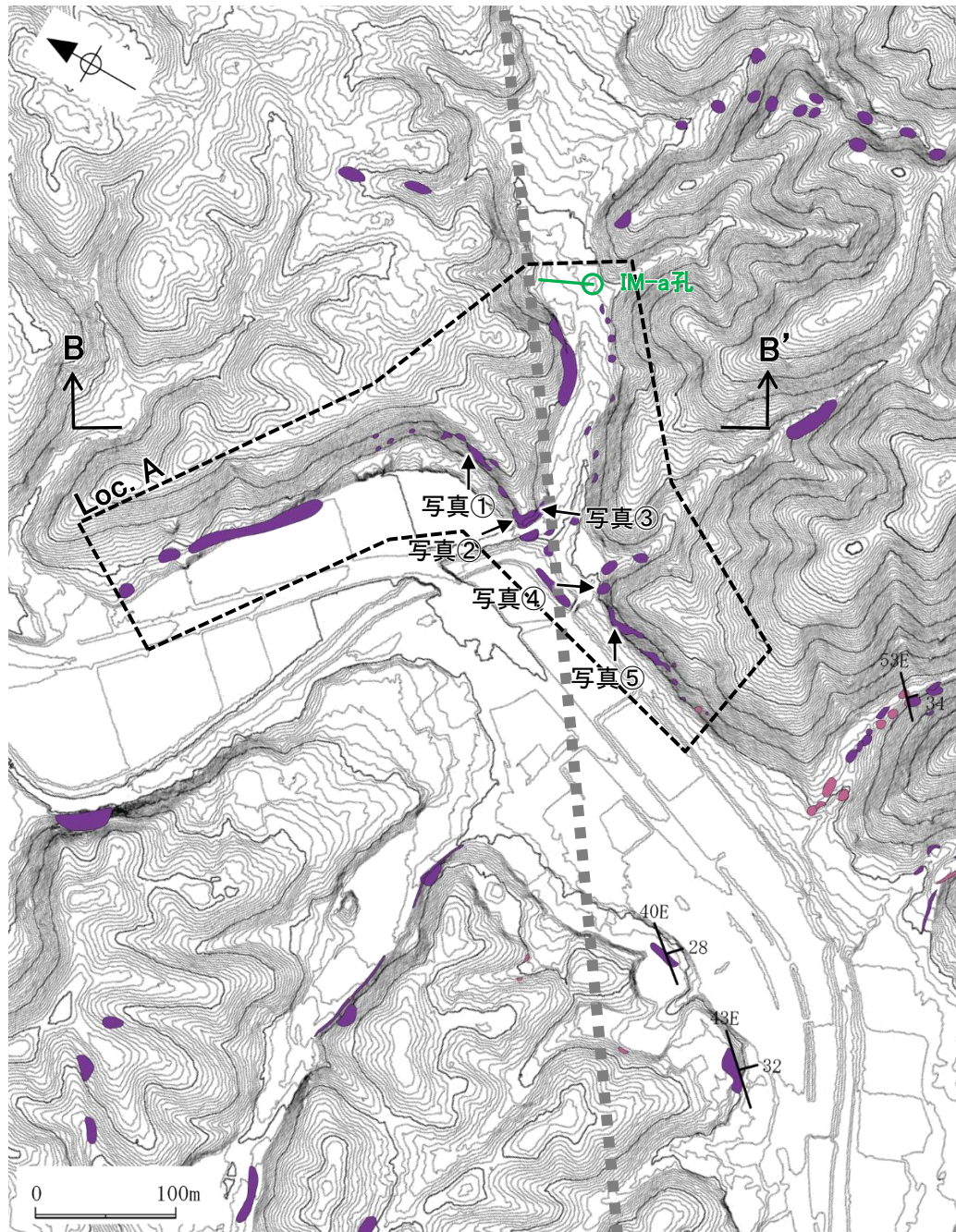
■■■■ 断層位置(推定区間)

位置図

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(2/3)】

○Loc.Aにおいては、富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層が認められない。



露頭写真③
スケールは1m



露頭写真③(近景)
凝灰角礫岩からなる

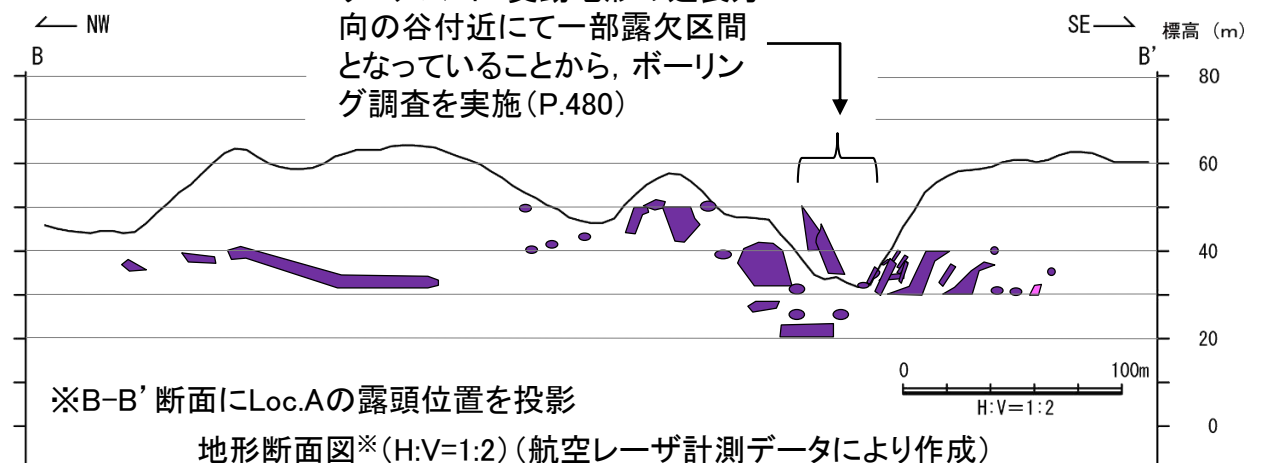


露頭写真④
スケールは1m



露頭写真④(近景)
凝灰角礫岩からなる

リニアメント・変動地形の延長方向の谷付近にて一部露欠区間となっていることから、ボーリング調査を実施(P.480)



※B-B'断面にLoc.Aの露頭位置を投影

地形断面図※(H:V=1:2)(航空レーザー計測データにより作成)

凡例

地質時代		岩石・地層名	
新第三紀	中新世	IAa	別所岳安山岩類 安山岩
	第三紀	IA	凝灰角礫岩

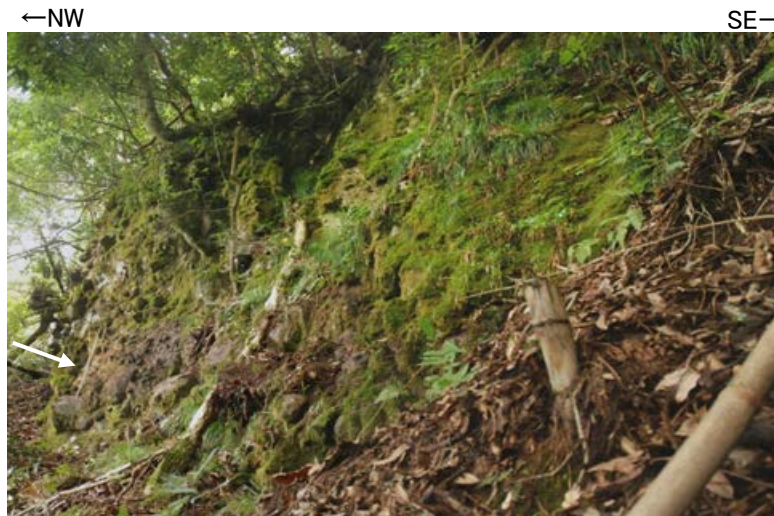
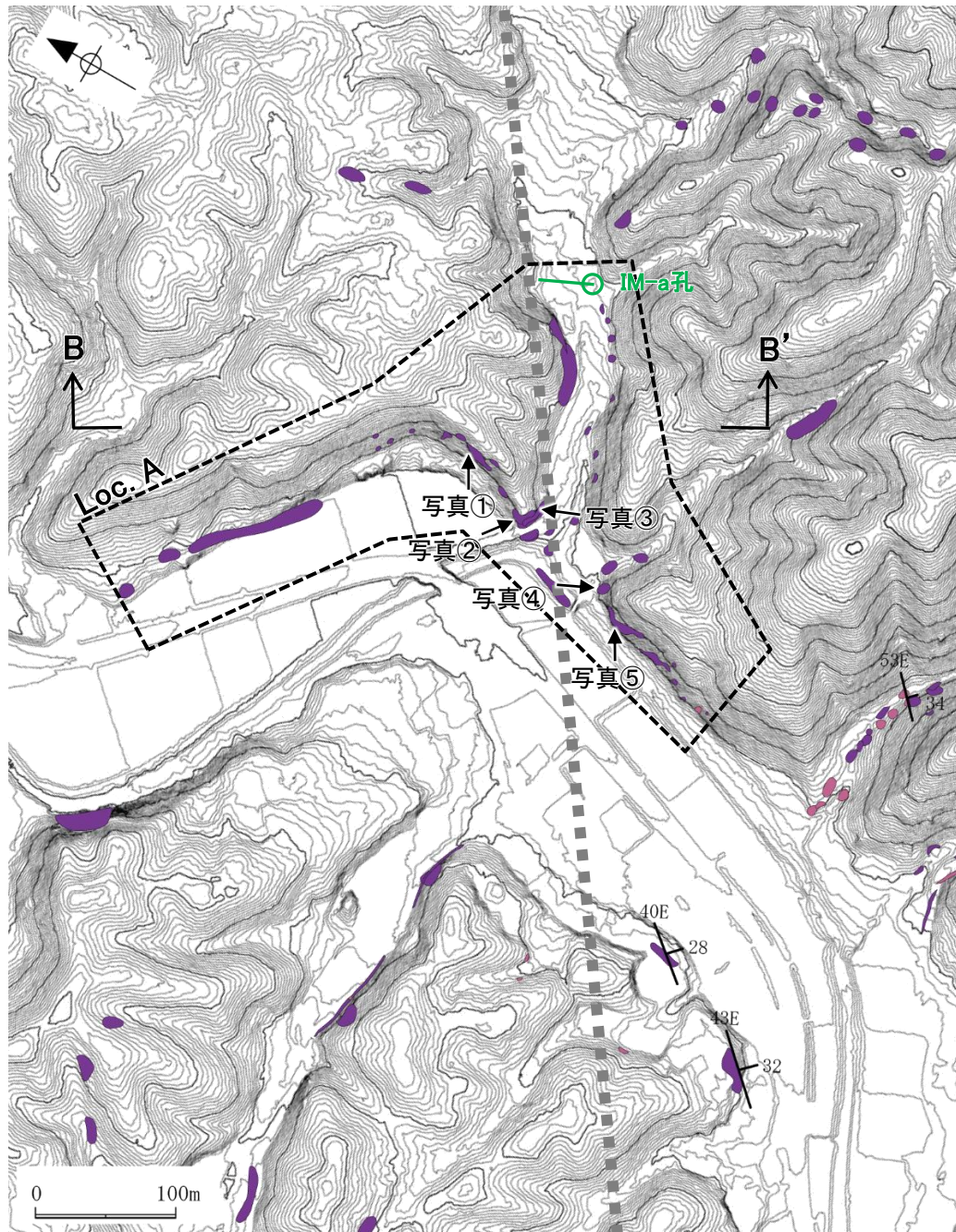
■■■■ 断層位置(推定区間)

位置図

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(3/3)】

○Loc.Aにおいては、富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層が認められない。



露頭写真⑤
白矢印: 近景写真の撮影方向



露頭写真⑤(近景)
凝灰角礫岩からなる
スケールは1m

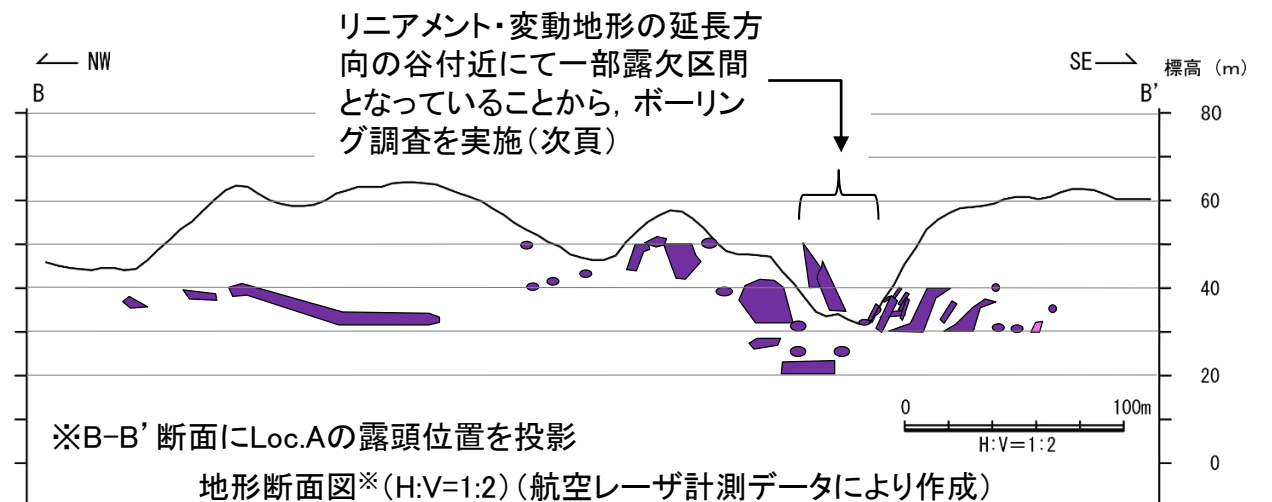
凡例

地質時代	岩石・地層名	
新第三紀	岩層	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	階層	IA 凝灰角礫岩

断層位置(推定区間)

層理面の走向・傾斜

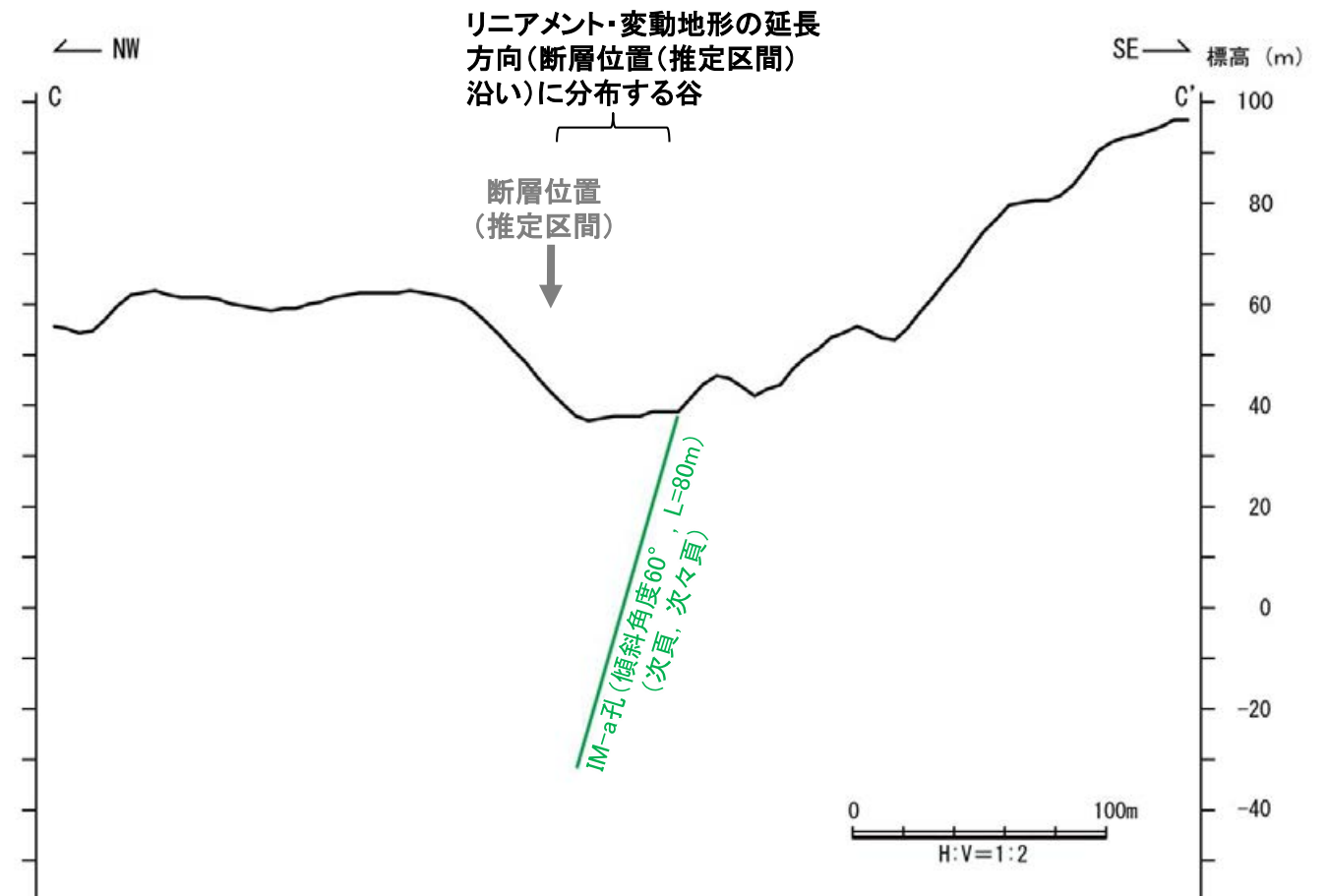
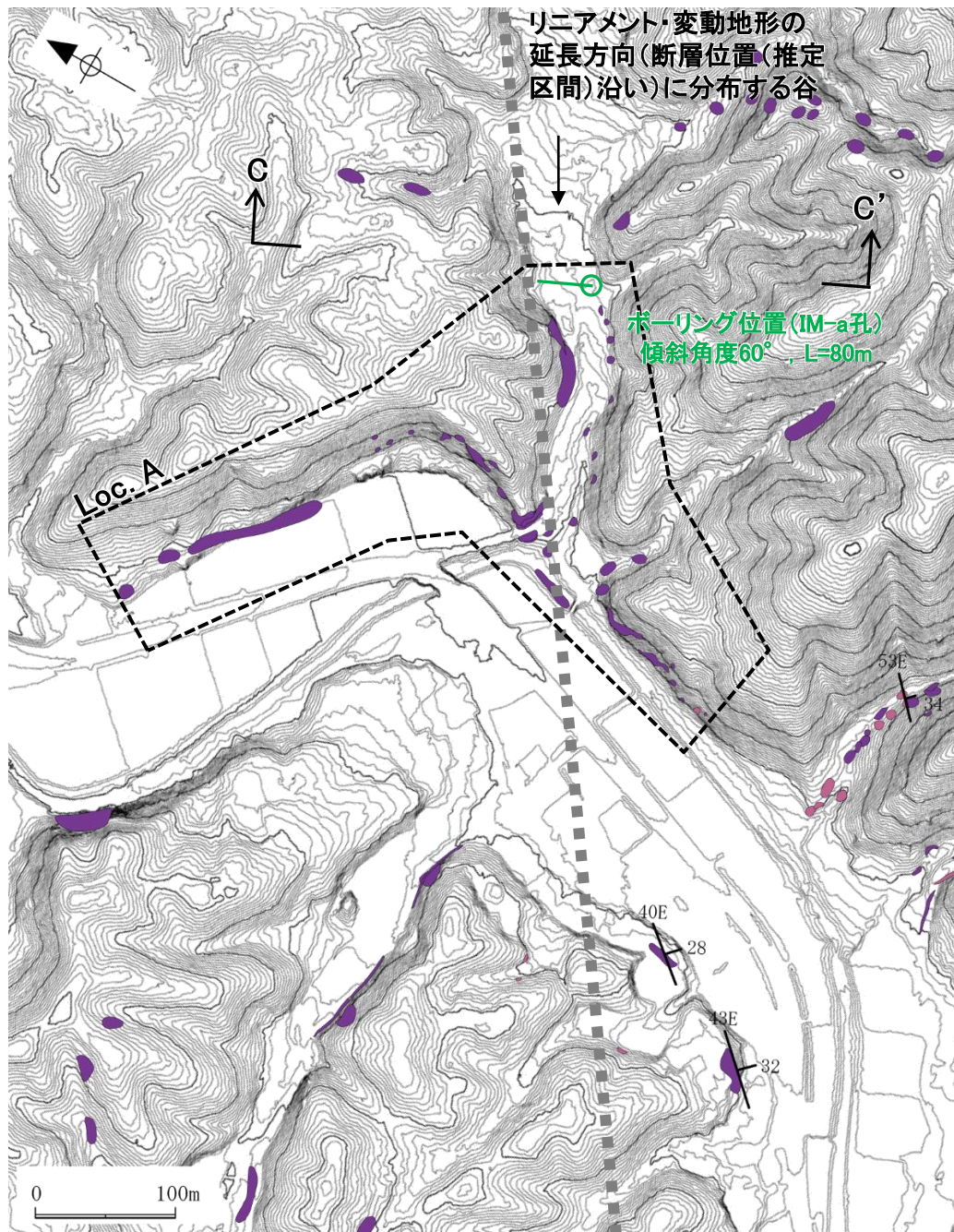
位置図



富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(1/3)】

○ リニアメント・変動地形の延長方向(断層位置(推定区間)沿い)に分布する谷において、ボーリング調査を行った結果、富来川南岸断層に対応する破碎部は認められない。



凡例

地質時代		岩石・地層名	
新第三紀	中新世	IAa	別所岳安山岩類 安山岩
	第三紀	IA	凝灰角礫岩

■■■■ 断層位置(推定区間)

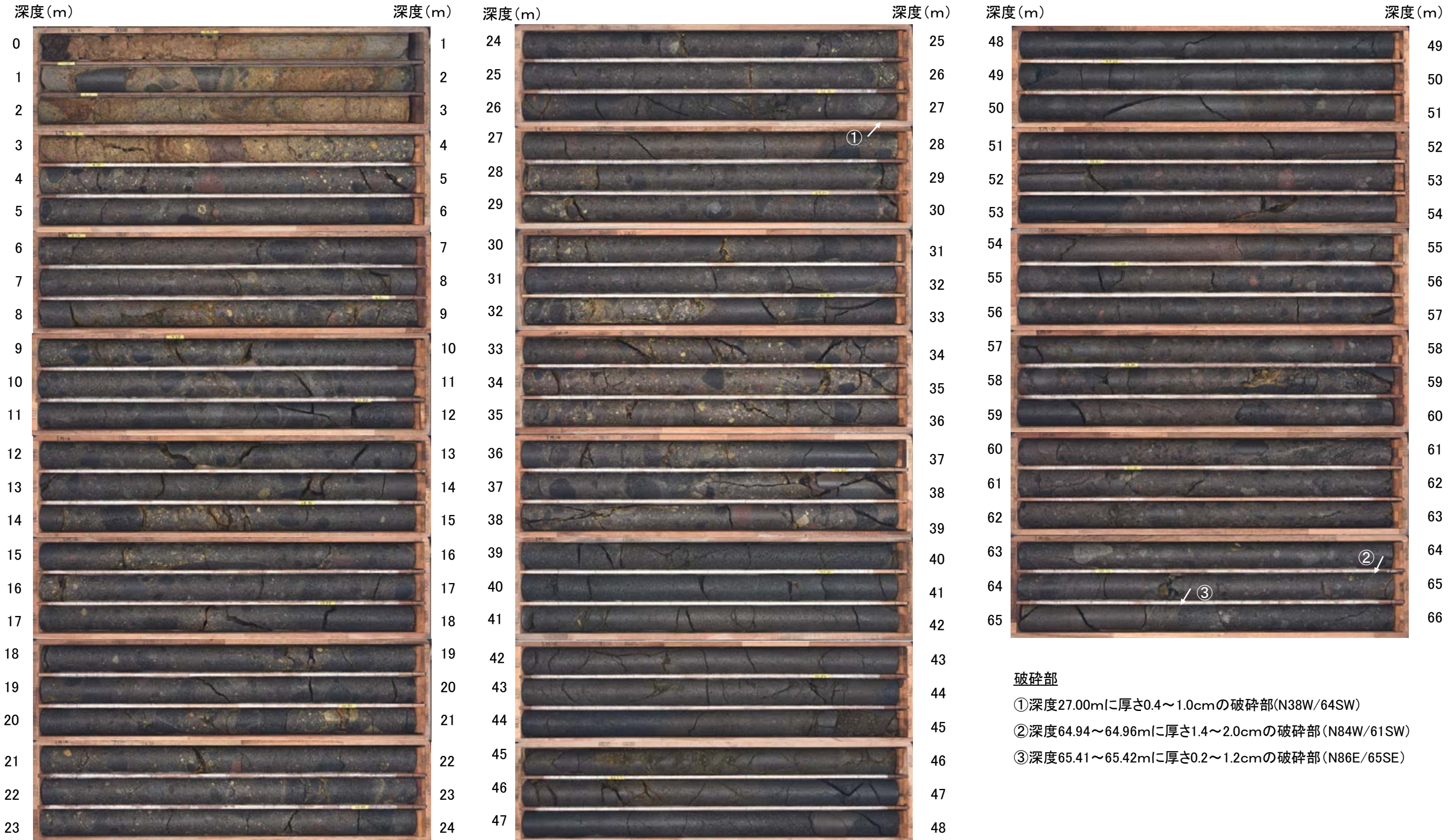
層理面の走向・傾斜

位置図

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(2/3)】

IM-a孔(孔口標高37.72m, 掘進長80m, 傾斜60°)

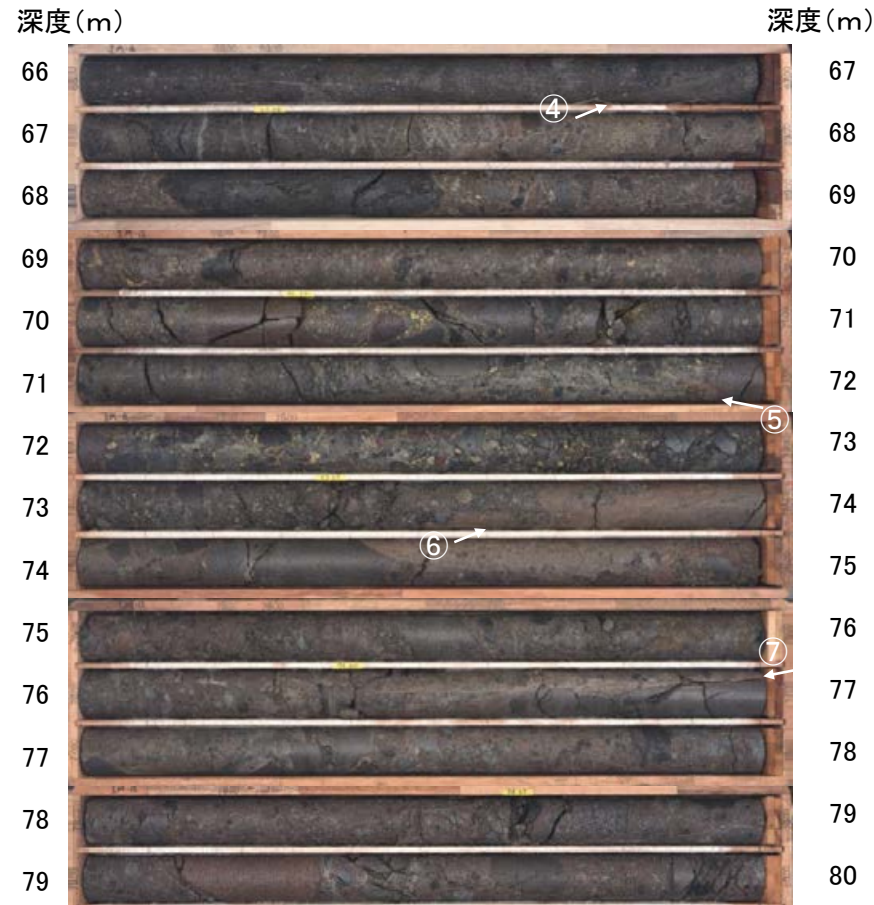


破碎部

- ①深度27.00mに厚さ0.4~1.0cmの破碎部(N38W/64SW)
- ②深度64.94~64.96mに厚さ1.4~2.0cmの破碎部(N84W/61SW)
- ③深度65.41~65.42mに厚さ0.2~1.2cmの破碎部(N86E/65SE)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(3/3)】

IM-a孔(孔口標高37.72m, 掘進長80m, 傾斜60°)



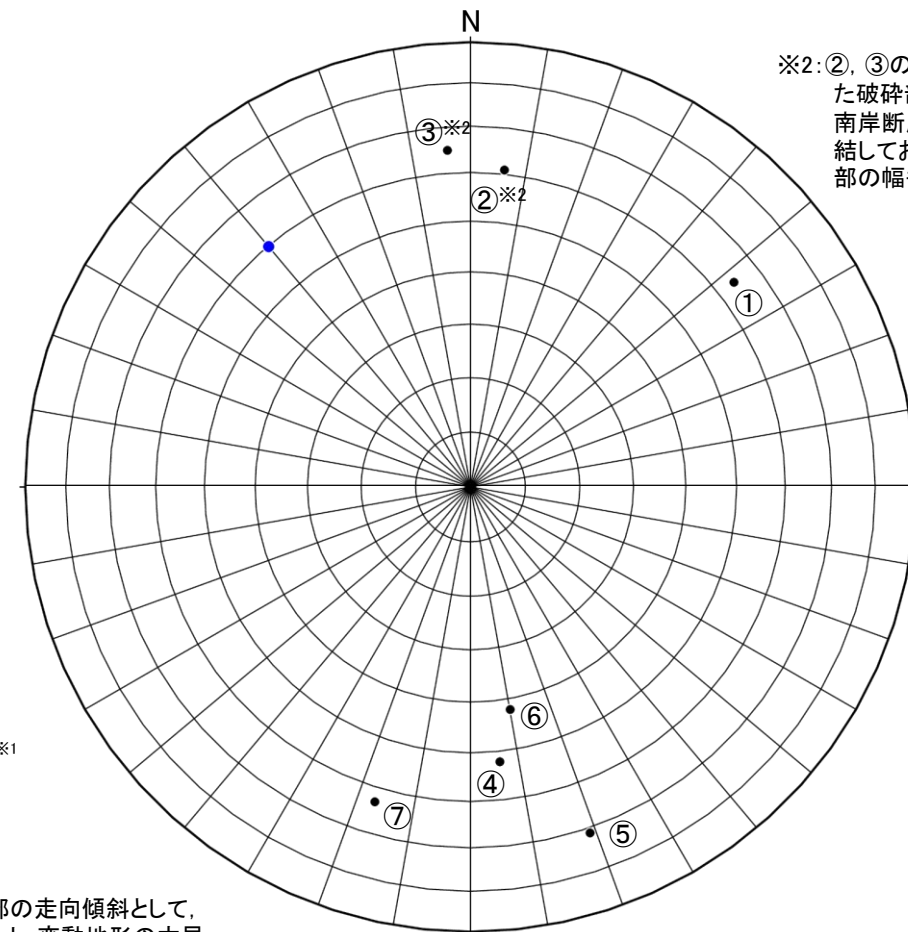
コア写真(深度66~80m)

破砕部

- ④ 深度66.90~66.92mに厚さ0.4~1.2cmの破砕部(N84E/52NW)
- ⑤ 深度71.49~71.95mに厚さ0.4~2.0cmの破砕部(N71E/71NW)
- ⑥ 深度73.68~73.92mに厚さ3.4~4.2cmの破砕部(N80E/42NW)
- ⑦ 深度76.60mに厚さ0.1~1.6cmの破砕部(N73W/63NE)

IM-a孔							
No.	確認深度(m)	標高(m)	走向・傾斜 (走向は真北)	破砕部の幅 (cm)	未固結な破砕部		富来川南岸断層に対応しないと判断した根拠
					粘土状破砕部の幅 (cm)	砂状・角礫状破砕部の幅 (cm)	
①	27.00	EL 14.34	N38W/64SW	1.0	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
②	64.94~64.96	EL -18.52~-18.54	N84W/61SW	2.0	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
③	65.41~65.42	EL -18.93~-18.94	N86E/65SE	1.2	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
④	66.90~66.92	EL -20.22~-20.23	N84E/52NW	1.2	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
⑤	71.49~71.95	EL -24.19~-24.59	N71E/71NW	2.0	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
⑥	73.68~73.92	EL -26.09~-26.30	N80E/42NW	4.2	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。
⑦	76.60	EL -28.62	N73W/63NE	1.6	-	-	・走向・傾斜が富来川南岸断層と対応しない。 ・未固結な破砕部を伴わない。

・富来川南岸断層に対応する破砕部の性状としては、ボーリングTJ-1孔の観察結果(P.459)に基づき、未固結な破砕部を想定した。



※2: ②, ③の破砕部は、IM-a孔で確認された破砕部の中では走向傾斜が富来川南岸断層と比較的近いが、全体が固結しており性状が異なる。また、破砕部の幅も2cm, 1.2cmと小規模である。

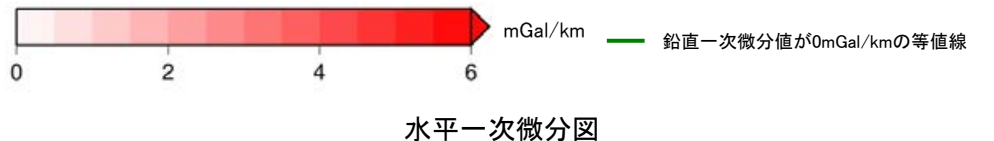
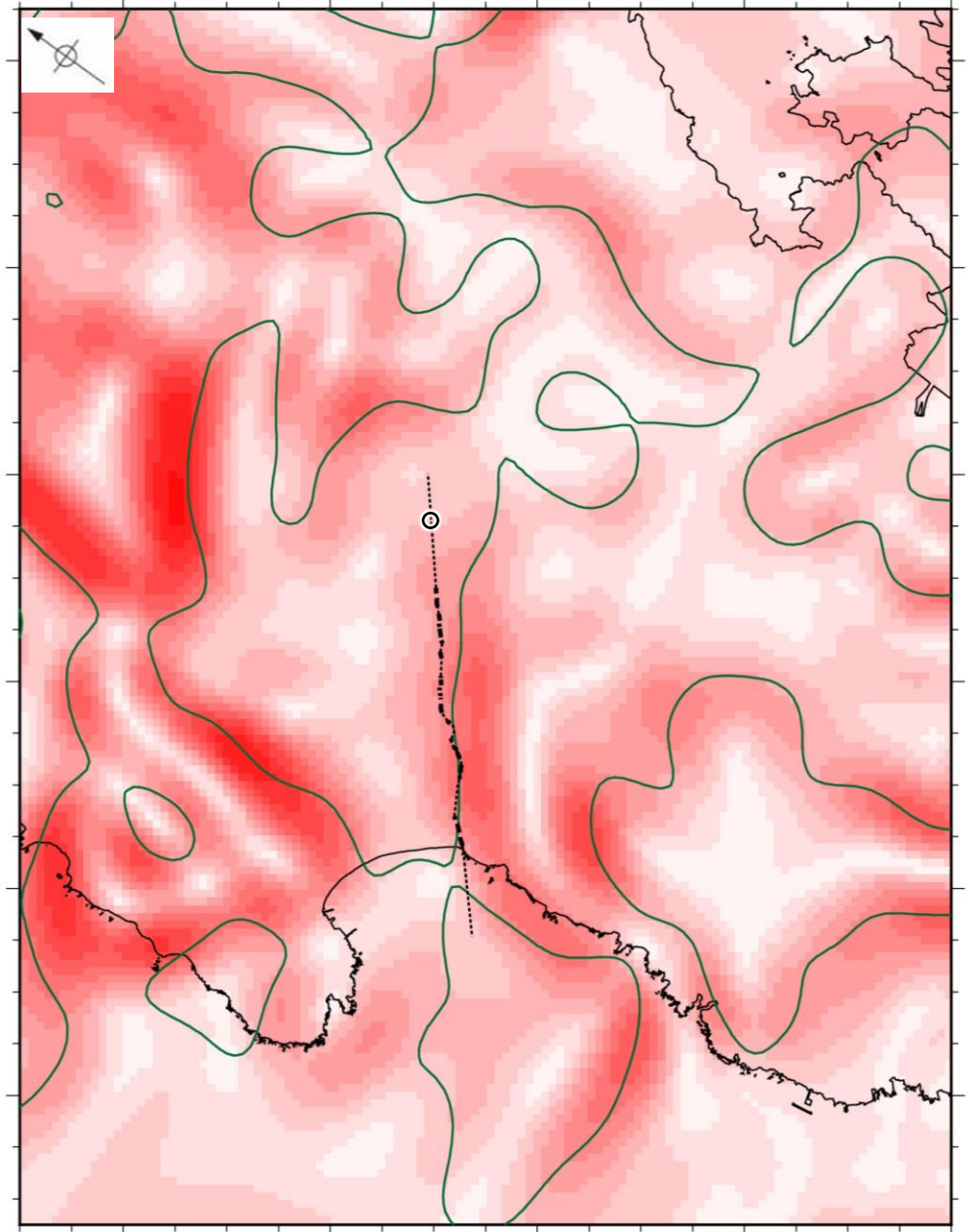
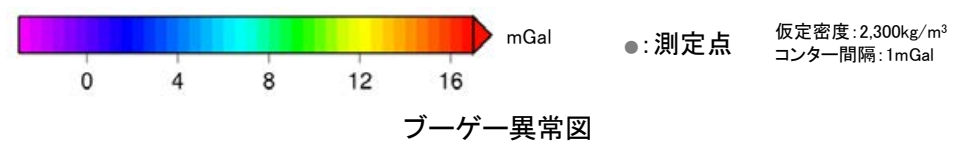
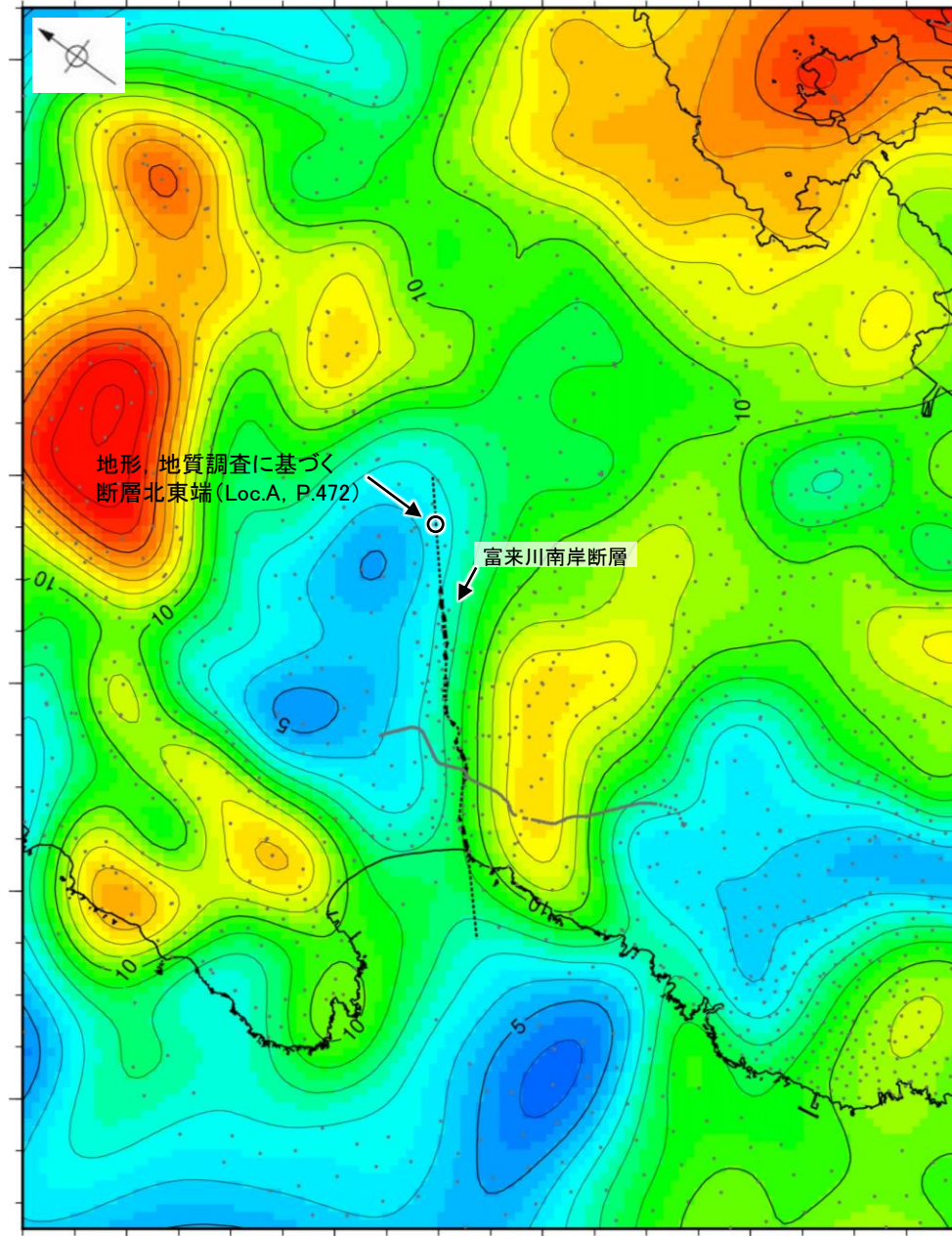
- 富来川南岸断層※1
- IM-a孔の破砕部

※1: 富来川南岸断層に対応する破砕部の走向傾斜として、走向は富来川南岸断層のリニアメント・変動地形の大局的な方向に基づきN50° E, 傾斜は反射法地震探査等で確認した傾斜データに基づき60° SEを想定した。

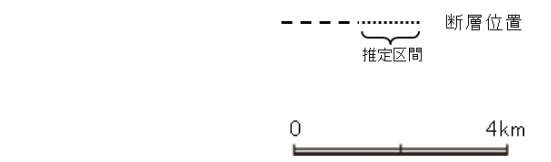
IM-a孔の調査結果
(シュミットネット下半球投影図)

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 — 重力異常 —

- 富来川南岸断層の深部構造を確認するため、ブーゲー異常図，水平一次微分図を作成した。
- 富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図及び水平一次微分図によれば，重力異常の急変部は，海岸線付近からLoc.Aまでの断層が推定された位置にほぼ対応している。
- 基盤等の鉛直な段差構造の位置を示す鉛直一次微分値の0mGal/kmの等値線は，断層沿いに直線的に認められ，その北東側，南西側では屈曲する(下図，次頁)。



・右図は，陸域は本多ほか(2012)，国土地理院(2006)，The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)，Yamamoto et al. (2011)，Hiramatsu et al. (2019)，海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)，石田ほか(2018)を用いて，金沢大学・当社が作成した。



・ブーゲー異常図は，対象とする断層の規模，調査密度を考慮し，平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
 ・なお，フィルター処理については，富来川南岸断層の地下構造について議論している Hiramatsu et al. (2019)を参考にした。

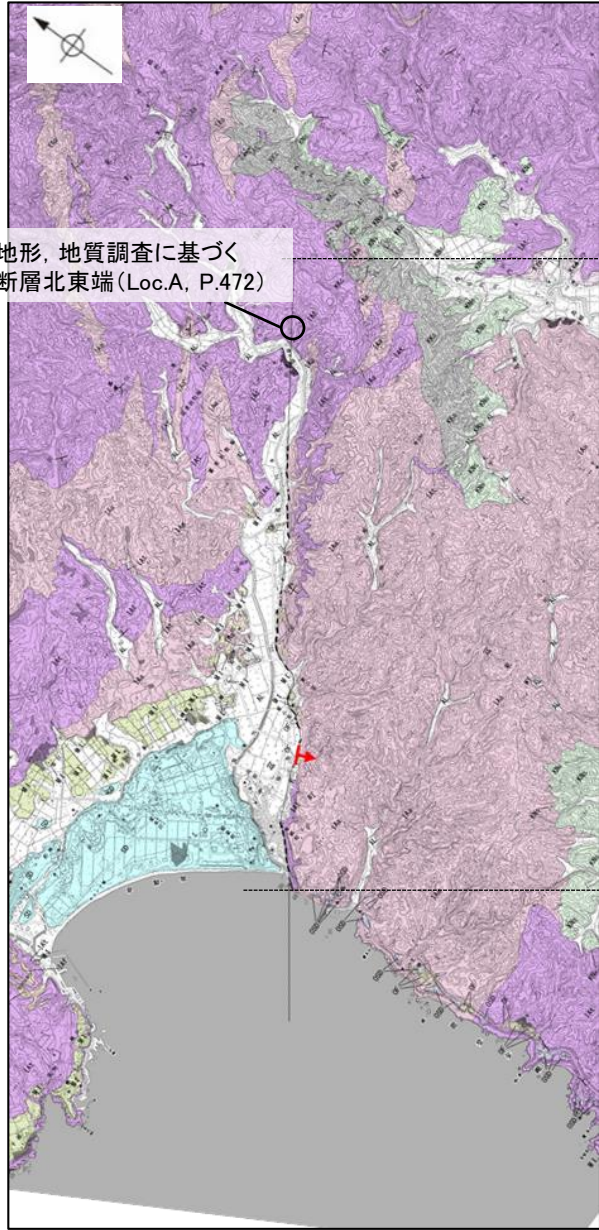
・水平一次微分図は，左のフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。

富来川南岸断層

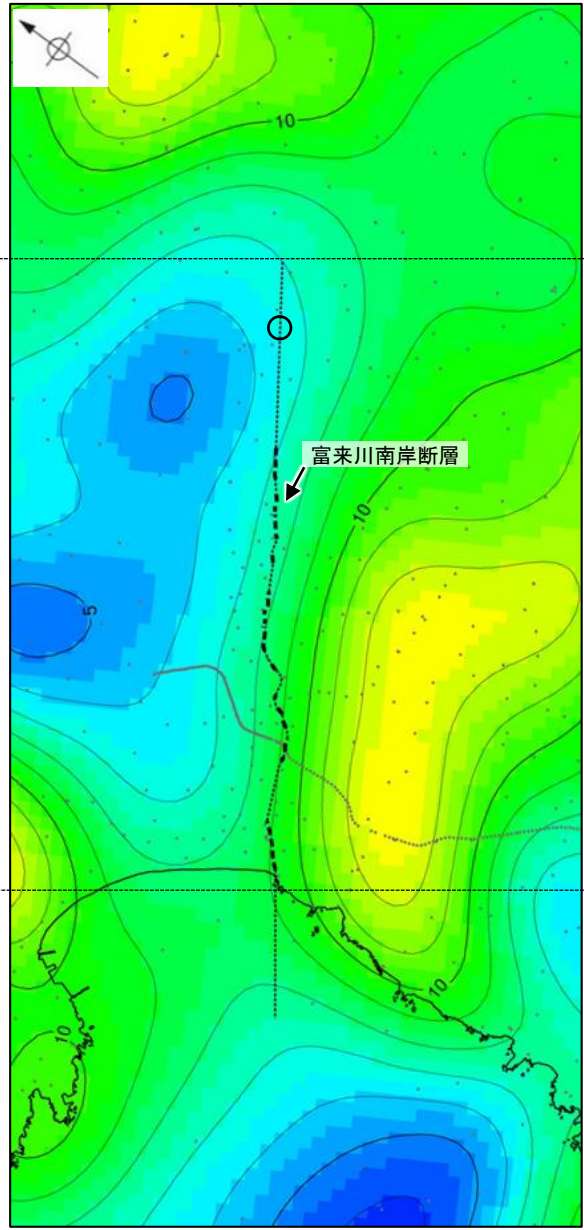
【拡大範囲】



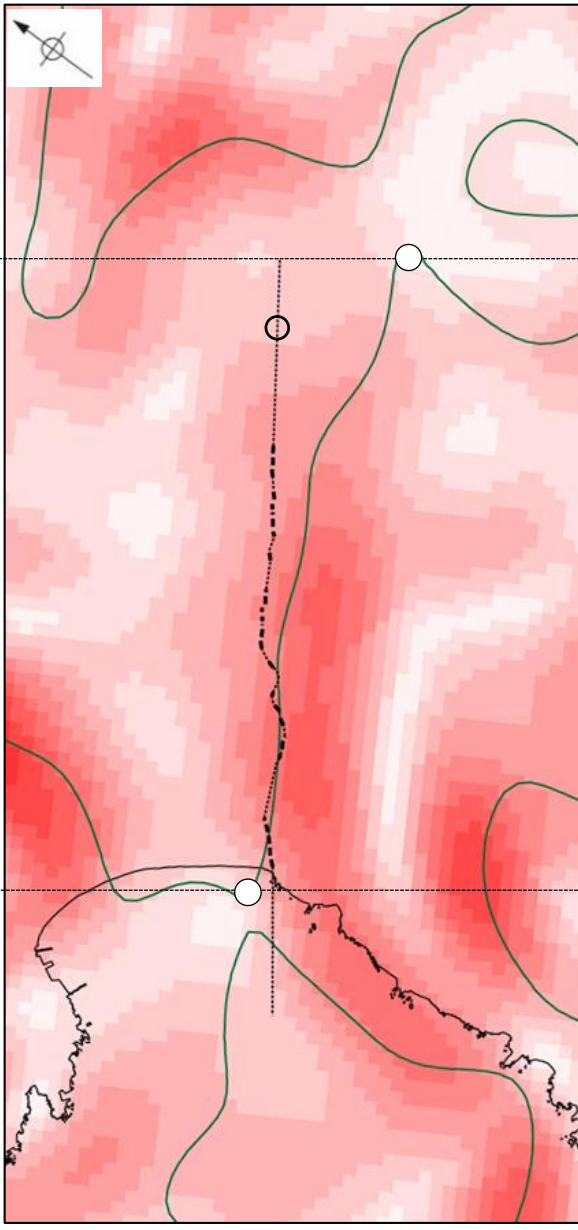
位置図



富来川南岸断層周辺の地質図



富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図



富来川南岸断層周辺の水平一次微分図

鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線が屈曲する。

鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線は直線的に認められる。

鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線が屈曲する。

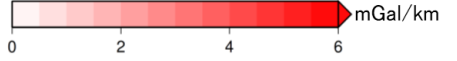
●: 測定点

--- 断層位置
推定区間

— 鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線

--- 断層位置
推定区間
← 断層確認位置

地質時代	地層・岩石名
第四紀更新世	SD 砂丘砂層
	AL 沖積層
	OF 古期扇状地堆積層
	MI 中位段丘I面堆積層
第四紀更新世	OSD 古砂丘砂層
	黒瀬谷階
新第三紀中新世	KNs 草木互層
	KKc 谷出礫岩層
	岩礁階
新第三紀中新世	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	IAT 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
	IAF 別所岳安山岩類 安山岩質~デイサイト質火砕岩(凝灰岩)

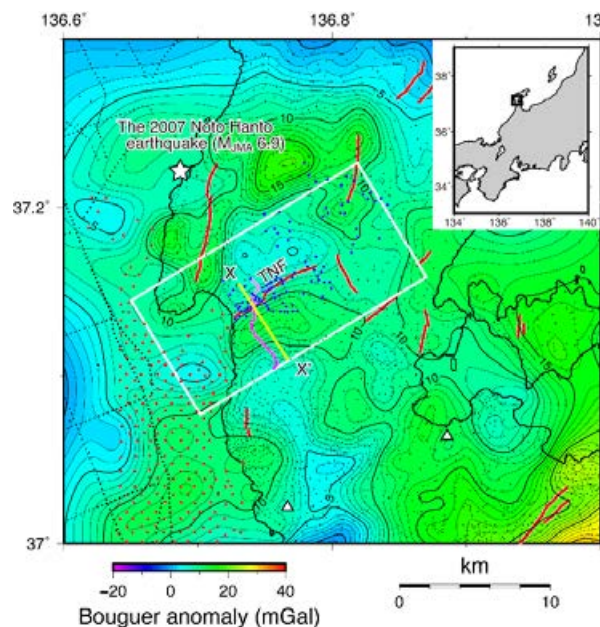


富来川南岸断層

【重力勾配テンソル解析 (Hiramatsu et al., 2019)】

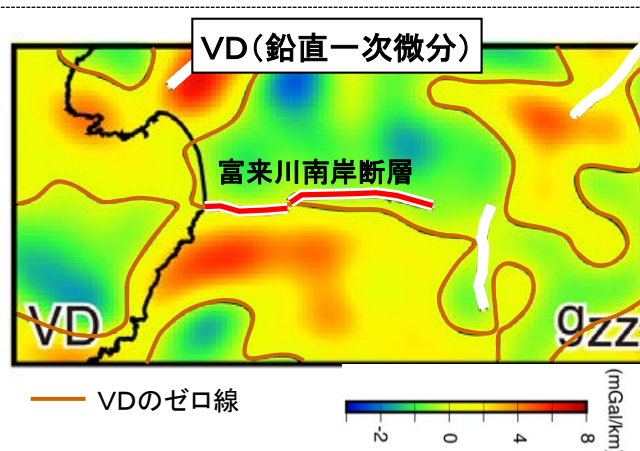
- Hiramatsu et al.(2019)は富来川南岸断層の地下構造が今泉ほか(2018)の推定活断層とほぼ同じ範囲に分布し、周囲の断層と連続構造を示さないとしている。
- Hiramatsu et al.(2019)は重力勾配テンソル解析を実施し、富来川南岸断層の地下構造は傾斜角 $45\sim 60^\circ$ が推定されるとしており、これは反射法地震探査で得られた傾斜角と整合的である。

重力勾配テンソルを用いた解析結果(Hiramatsu et al.(2019)に一部加筆)

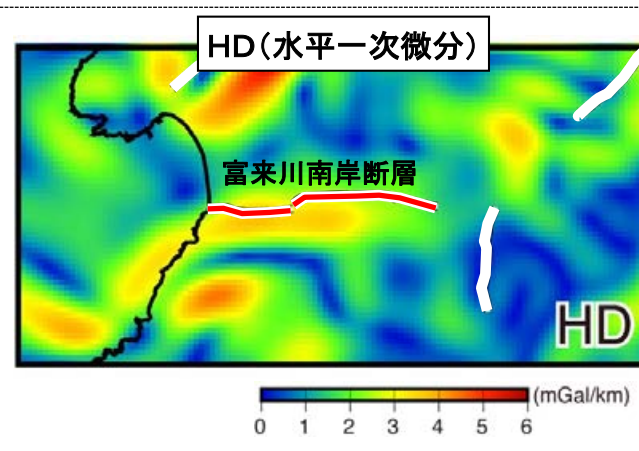


富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図 (Hiramatsu et al., 2019)

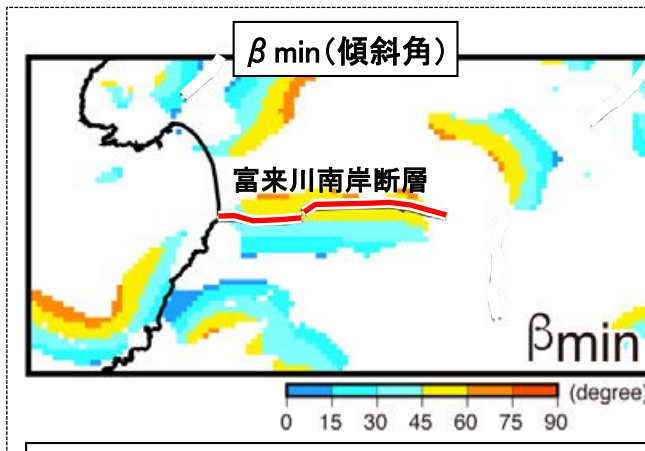
- 活断層または推定活断層(今泉ほか, 2018)
- X-X 2次元タルワニ法検討断面
- 重力勾配テンソルを用いた解析範囲



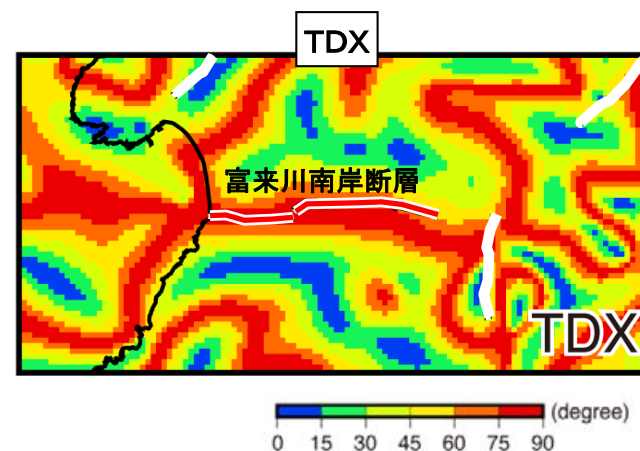
富来川南岸断層に沿ったVDのゼロコンターも、海岸近く及び北東部延長で垂直に曲がる。



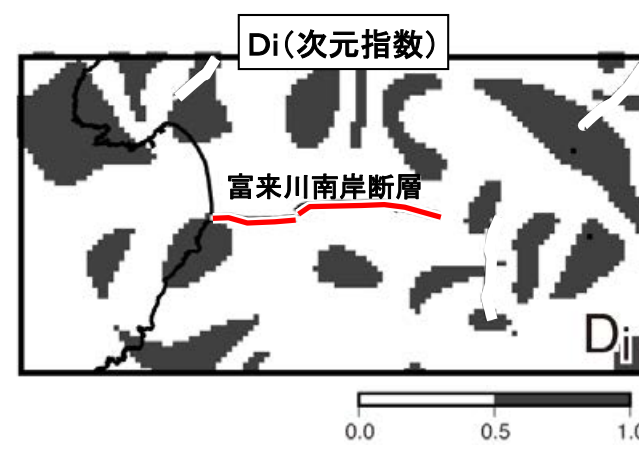
富来川南岸断層に沿ってみられる高いHDの広がり、今泉ほか(2018)による地表トレースの結果とほぼ一致する。



Kusumoto(2016)は断層傾斜角を推定するため、高いHDと低いDiの条件を満たす範囲の断層構造β minを用いている。高HD(>2mGal/km)と低Di(<0.5)の条件を満たす範囲のβ minを示す。



富来川南岸断層に沿ってみられる高いTDXの帯は、北東部及び海岸沿いにみられる南北方向に延びる高いTDXの帯と交差する。



地下構造が2次元であることを示す低いDi(<0.5)は、富来川南岸断層全長とほぼ同じ範囲に分布し、富来川南岸断層の両端付近で高いDi(>0.5)が分布することから3次元的な地下構造を示唆。



傾斜角は $45\sim 60^\circ$ であると推定される。



地下構造が今泉ほか(2018)の推定活断層とほぼ同じ範囲に分布し、周囲の断層と連続構造を示さない。

富来川南岸断層

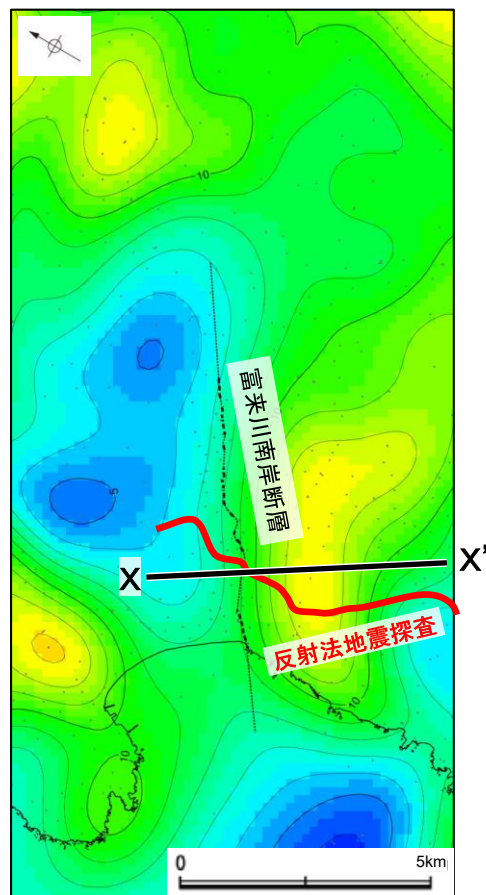
【2次元タルワニ法解析 (Hiramatsu et al., 2019; 小林ほか, 2020)】

○Hiramatsu et al. (2019)は、2次元タルワニ法解析 (Talwani et al., 1959)を行い、富来川南岸断層周辺の密度構造を推定し、断層の傾斜角が 55° のとき、重力異常の計算値と実測値がもっとも整合することを確認した。

○Hiramatsu et al. (2019)が推定した密度構造は、反射法地震探査の結果と整合的である (小林ほか, 2020)。



位置図



富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図

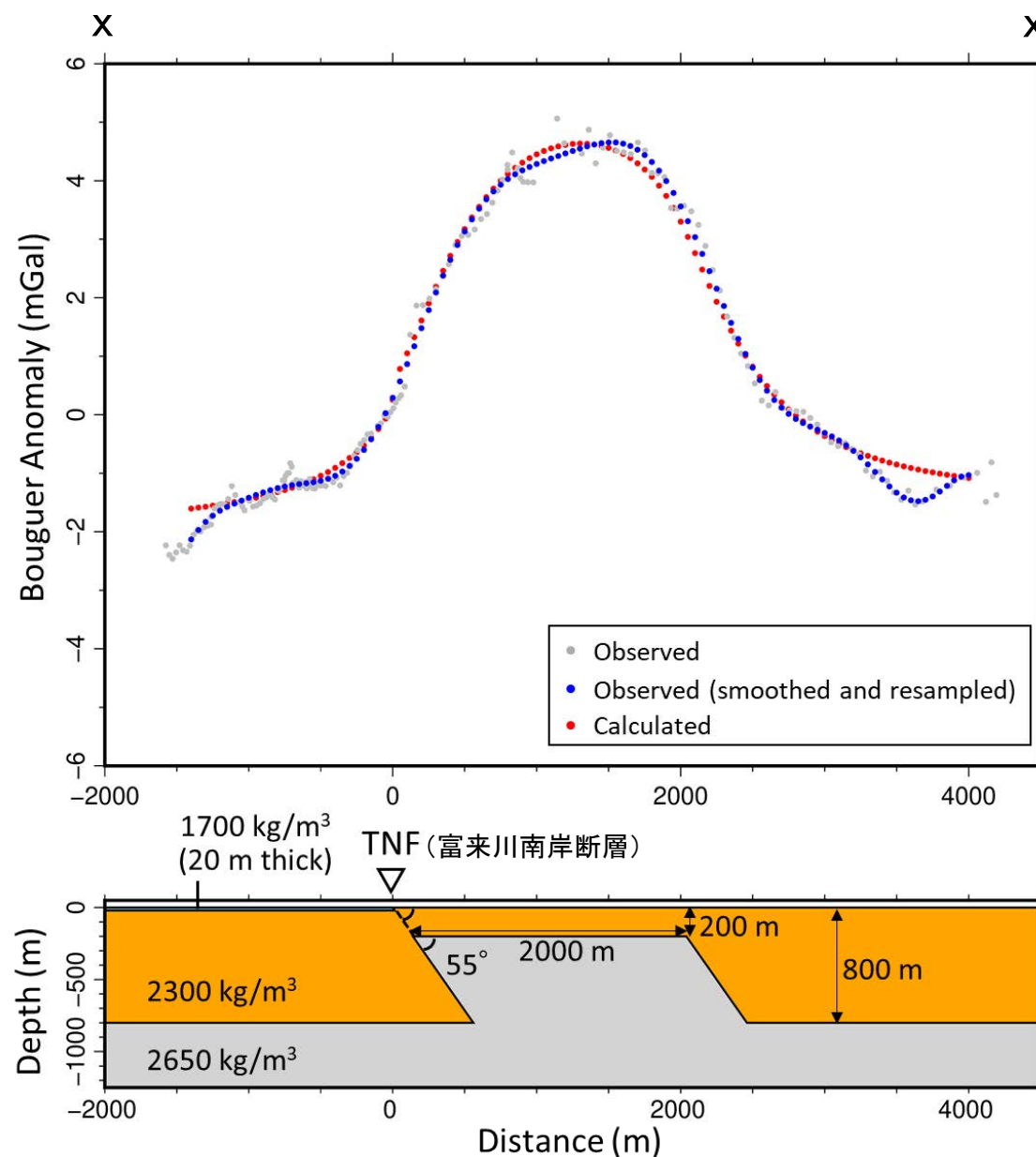
仮定密度: $2,300\text{kg/m}^3$
コンター間隔: 1mGal
●: 測定点

X—X' 2次元タルワニ法解析断面

--- 断層位置
----- 推定区間

密度の設定
(Hiramatsu et al., 2019)

堆積層	$1,700\text{kg/m}^3$
安山岩	$2,300\text{kg/m}^3$
花崗岩	$2,650\text{kg/m}^3$



2次元タルワニ法を用いた解析結果
(小林ほか(2020)に加筆)

上図は、陸域は本多ほか(2012), 国土地理院(2006), The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001), Yamamoto et al. (2011), Hiramatsu et al. (2019), 海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013), 石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成したものである。
なお、ブーゲー異常図は、平面トレンド成分の除去及び遮断波長 3km のローパスフィルター処理を行っている。

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 — 海上音波探査 —

- 断層の南西方沖の海上音波探査結果を確認した。
- 富来川南岸断層の南西方延長にあたるNo.6.75U測線において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。

・各音波探査記録の拡大図はデータ集2

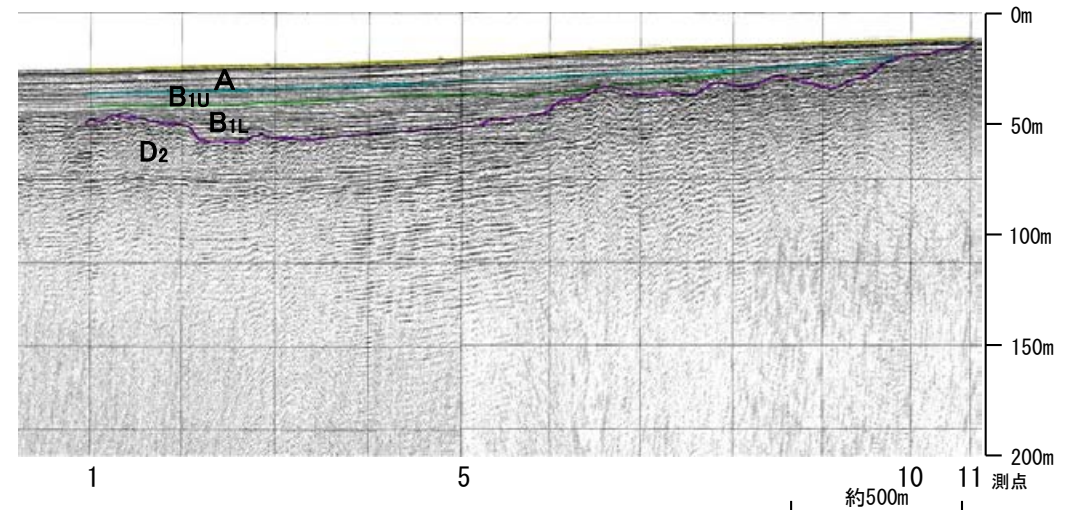
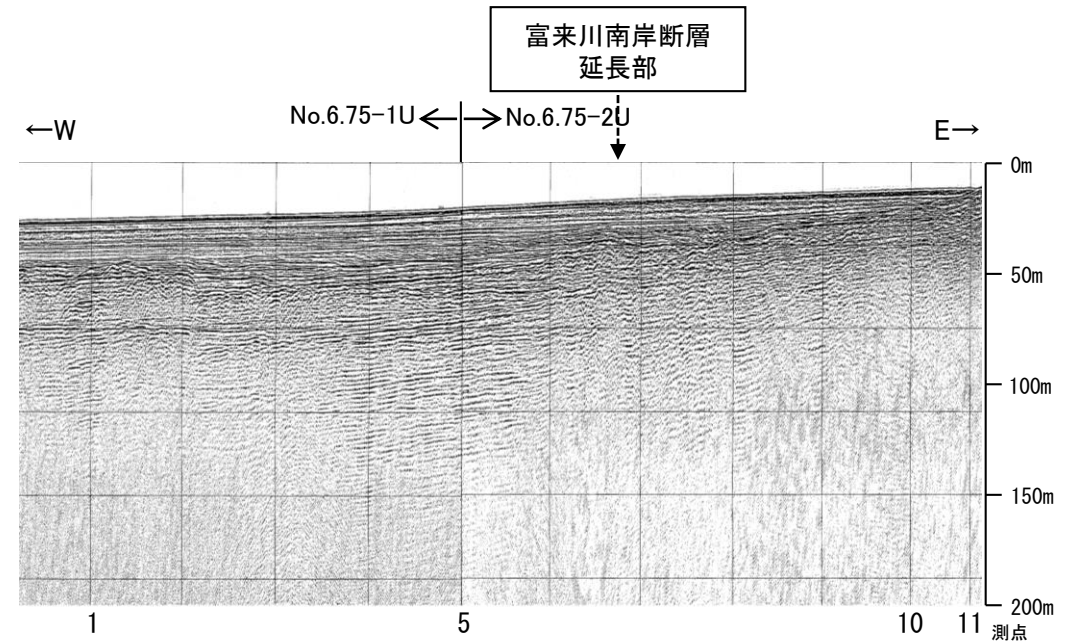
【No.6.75U測線】



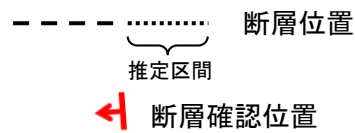
位置図



地質図



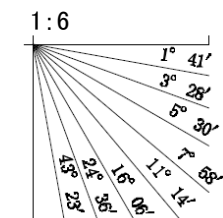
音波探査記録 (No.6.75U測線)



地質時代	地層・岩石名
第四紀 更新世	SD 砂丘砂層
	AL 沖積層
	OF 古期扇状地堆積層
	MI 中位段丘I面堆積層
新第三紀 中新世	OSD 古砂丘砂層
	KNs 草木互層
	KKc 谷出礫岩層
新第三紀 古第三紀	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質~テイスイト質火砕岩(凝灰岩)

○—○— 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
△—△— 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)

地質時代	地質層序
第四紀 更新世	A層
	B層
	C層
新第三紀 中新世	D層
	D ₂ 層
古第三紀 先第三紀	D ₁ 層



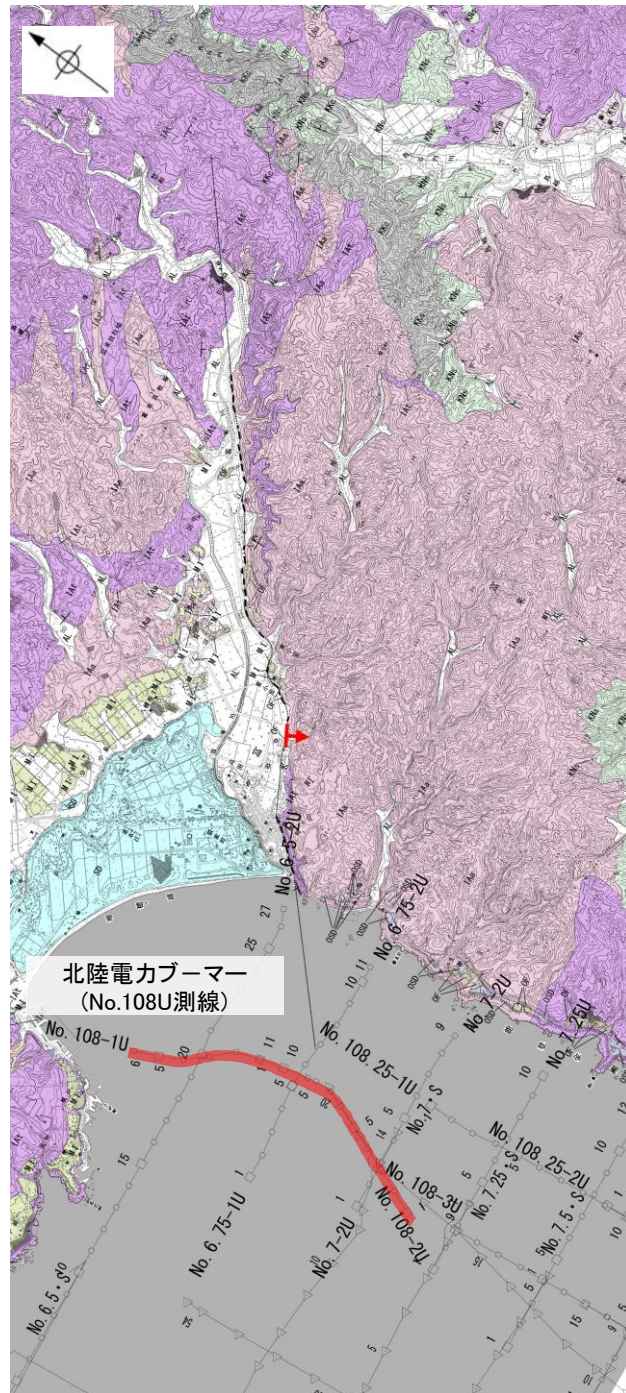
富来川南岸断層(南西端)

【No.108U測線】

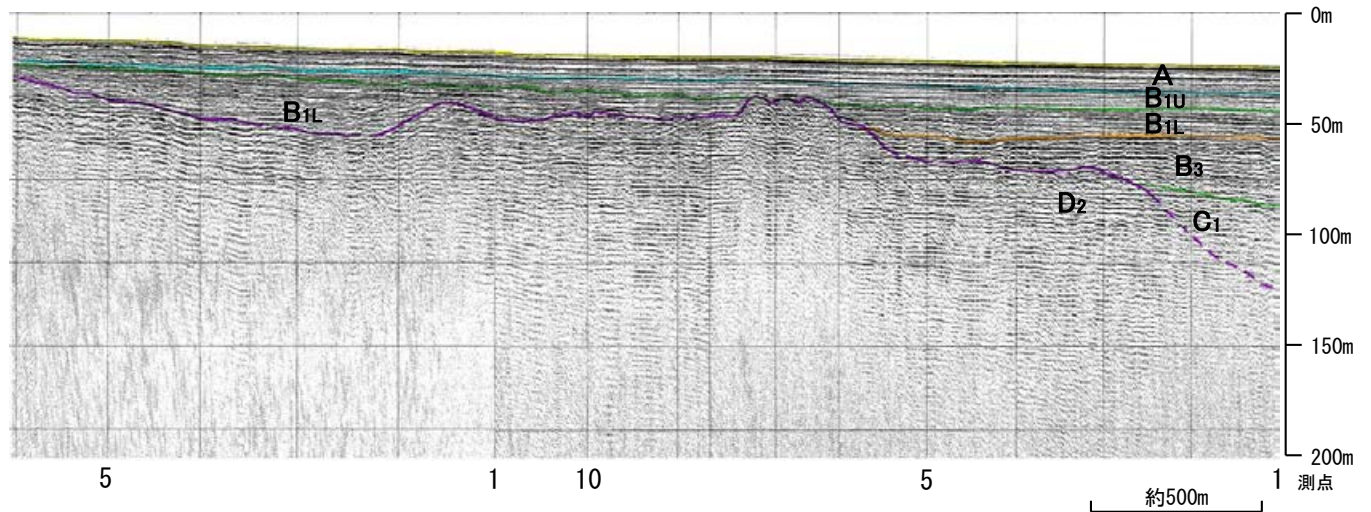
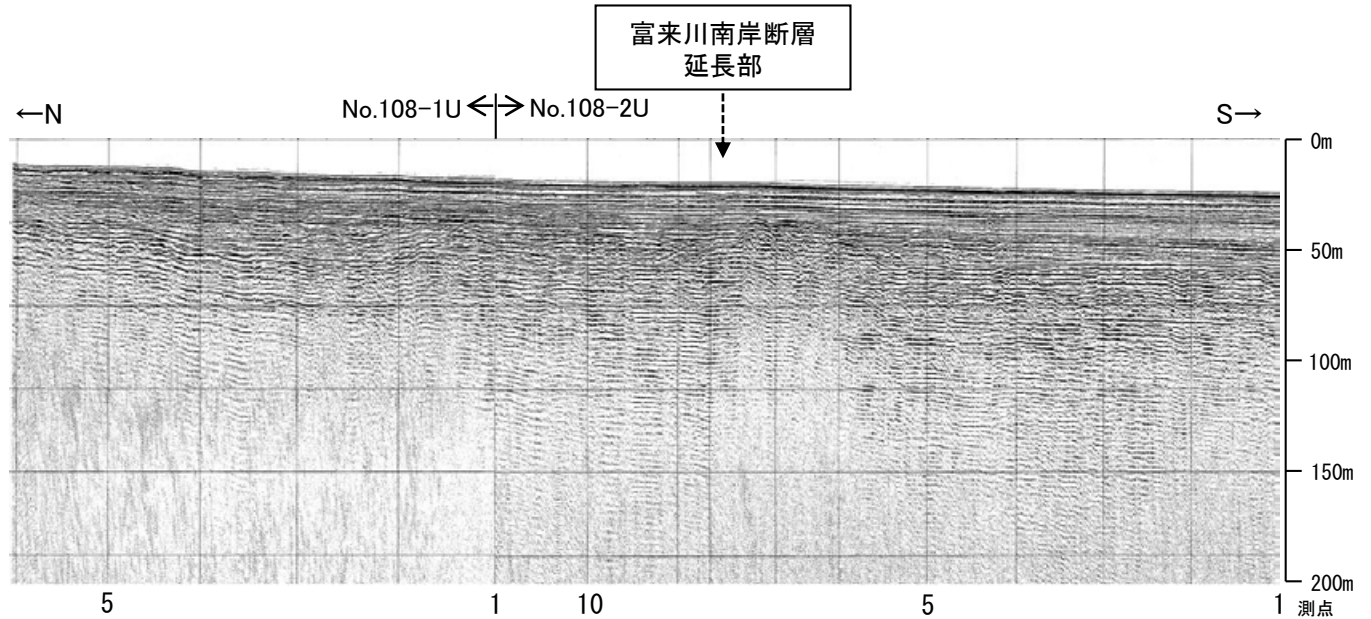
○富来川南岸断層の南西方延長にあたるNo.108U測線において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。



位置図



地質図

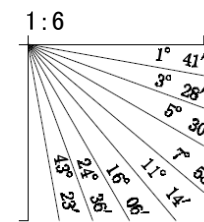


音波探査記録(No.108U測線)

--- 断層位置
 推定区間
 ← 断層確認位置

地質時代	地層・岩石名
第四紀 更新世	SD 砂丘砂層
	AL 沖積層
	OF 古期扇状地堆積層
	MI 中位段丘1面堆積層
新第三紀 中新世	OSD 古砂丘砂層
	KNs 草木互層
新第三紀 第三紀	KKc 谷出礫岩層
	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
	IAt 別所岳安山岩類 安山岩質~テサイト質火砕岩(凝灰岩)

○—○— 調査測線(北陸電力:ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 ○—○— 調査測線(北陸電力:スパーク・シングルチャンネル・約360ジュール)



地質時代	地質層序
第四紀 更新世	A層
	後期 B ₁ 層 B _{1L} 層
	中期 B層 B ₂ 層
	前期 C層 C ₁ 層
新第三紀 中新世	C ₂ 層
	D ₁ 層
古第三紀 先第三紀	D ₂ 層

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 —まとめ—

■北東端
 ○地形調査の結果、直線的な急崖等からなるリニアメント・変動地形を約6km区間にわたり判読した。
 ○地質調査の結果、リニアメント・変動地形の北東方には、対応する断層は認められず、Loc.Aより北東方には富来川南岸断層は延長しないと判断した。
 ○重力探査(ブーゲー異常図及び水平一次微分図)の結果、断層と対応して直線的な重力異常急変部が認められ、さらに北東方延長の楚和付近まで連続して認められる。
 ⇒地形調査、地質調査によれば、少なくともLoc.Aより北東方には、富来川南岸断層に対応する断層は認められないものの、海岸線付近からLoc.Aまでの区間において断層と対応して認められた直線的な重力異常急変部がさらに北東方へ連続していることから、安全側の判断として、直線的な重力異常急変部が途絶える地点(鉛直一次微分値の0mGal/kmの等値線が屈曲する地点)を北東端と評価。

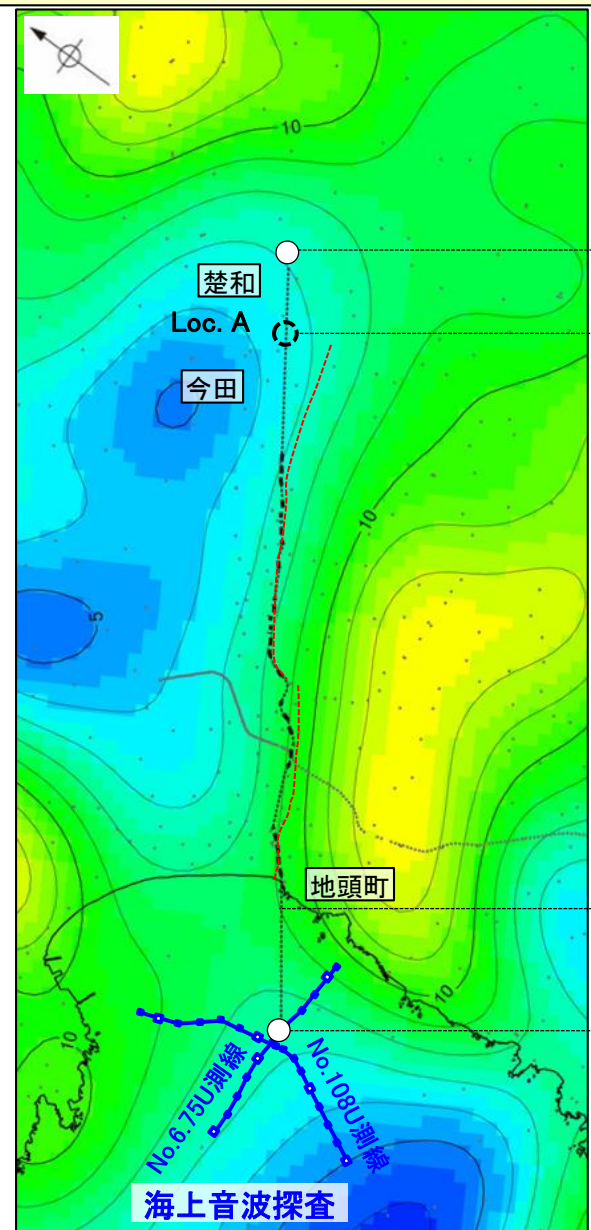
■南西端
 ○リニアメント・変動地形の南西方延長に位置する富来港西方沖の海上音波探査記録(No.6.75U測線, No.108U測線)において、断層は認められない。
 ⇒海上音波探査で断層が認められないことを確認したNo.6.75U測線を南西端と評価。

○以上のことから、富来川南岸断層の長さについては、リニアメント・変動地形を判読した区間を含む、直線的な重力異常急変部が途絶える地点(北東端)から海上音波探査で断層が認められないことを確認したNo.6.75U測線(南西端)までの約9.0km区間を評価。

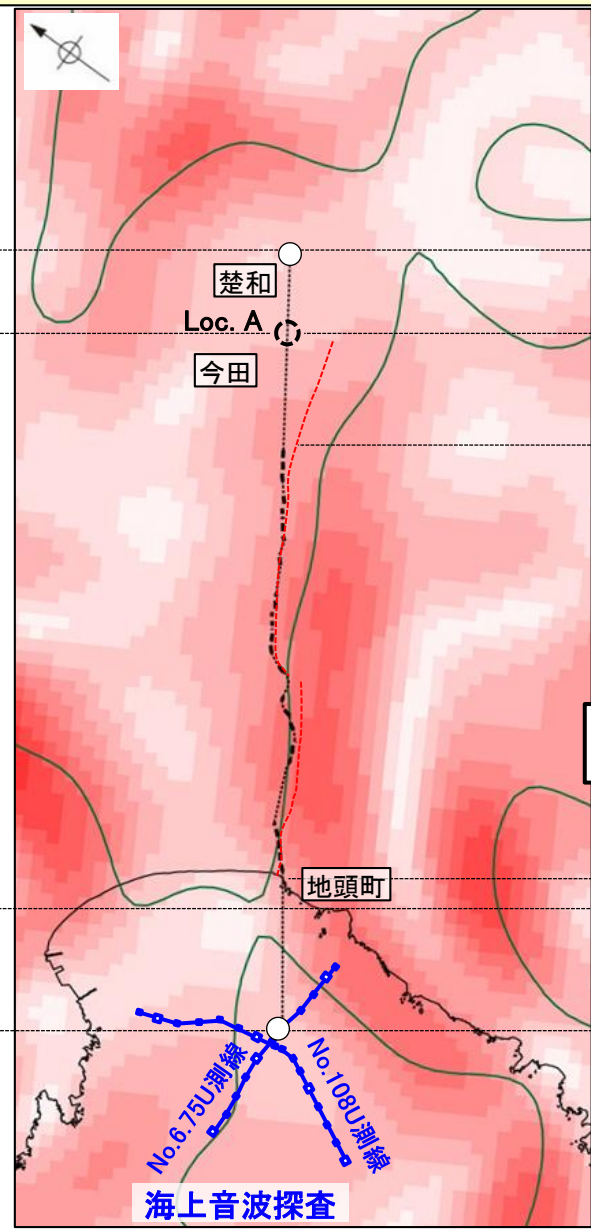


位置図

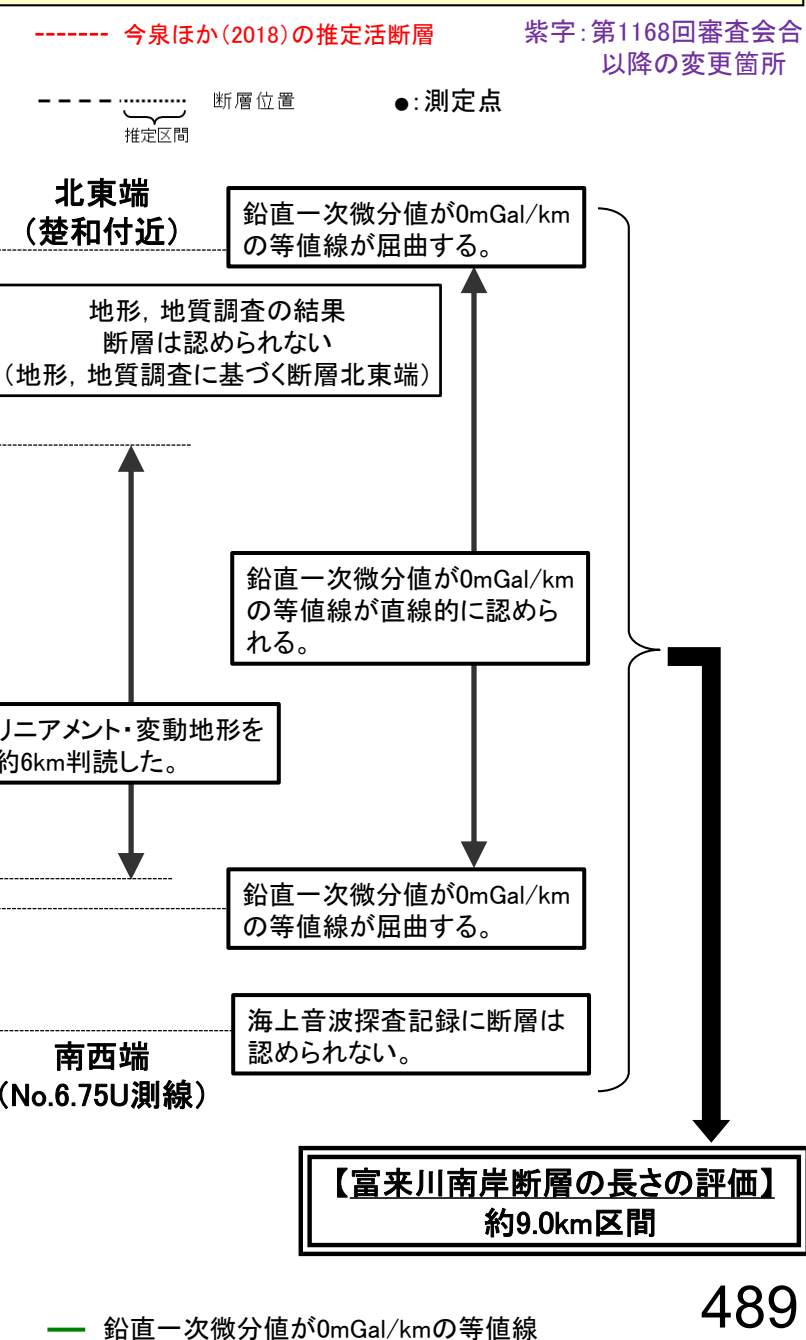
・上図は、陸域は本多ほか(2012), 国土地理院(2006), The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001), Yamamoto et al. (2011), Hiramatsu et al. (2019), 海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013), 石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
 ・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
 ・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。
 ・水平一次微分図は、上記の処理後のブーゲー異常図を基に作成した。



富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図
 0 4 8 12 16 mGal 仮定密度: 2,300kg/m³ コンター間隔: 1mGal



富来川南岸断層周辺の水平一次微分図
 0 2 4 6 mGal/km



2.4.1.2 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地質構造

2.4.1.2 (1) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地質構造の評価結果

○富来川南岸断層，兜岩沖断層について，両断層が連続する可能性を指摘した知見があることを踏まえ，富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造について，海上音波探査結果，重力探査結果を用いて，検討した。

○調査結果は以下のとおり。

- ・海上音波探査の結果，富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海底において，いずれの地層にも断層が推定できるような変位，変形は認められない。また，断層構造の連続性を検討するために，海域のD₂層上面の形状を確認した結果，富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない(次頁～P.496)。
- ・重力探査結果より作成したブーゲー異常図から，富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが，南西方海域の兜岩沖断層との間には連続する重力構造は認められない(P.497～499)。

○上記の結果を踏まえると，富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は認められない。

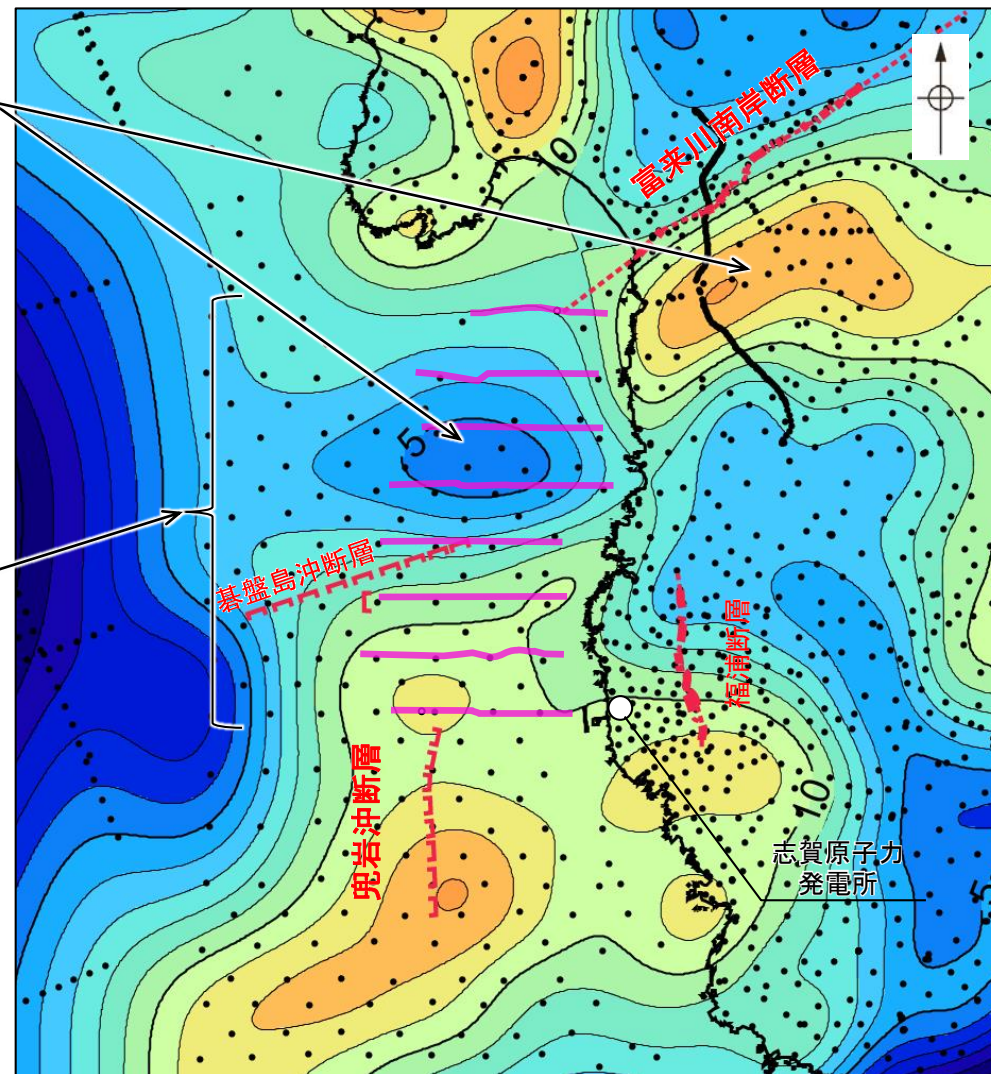
・本検討は，有識者会合により示された今後の課題⑥に対応

【重力探査結果】

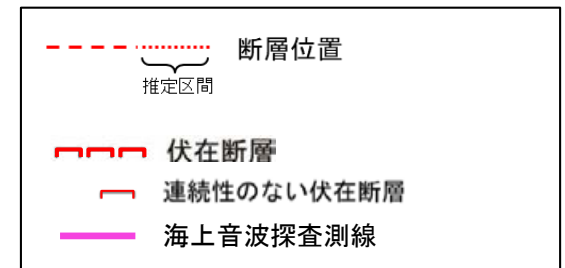
富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが，兜岩沖断層との間には連続する重力構造は認められない。

【海上音波探査結果】

- ・いずれの地層にも断層が推定できるような変位，変形は認められない。
- ・海域のD₂層上面の形状を確認した結果，富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない。



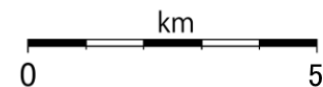
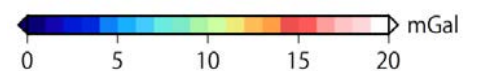
ブーゲー異常図



仮定密度: 2,300kg/m³

コンター間隔: 1mGal

●: 測定点



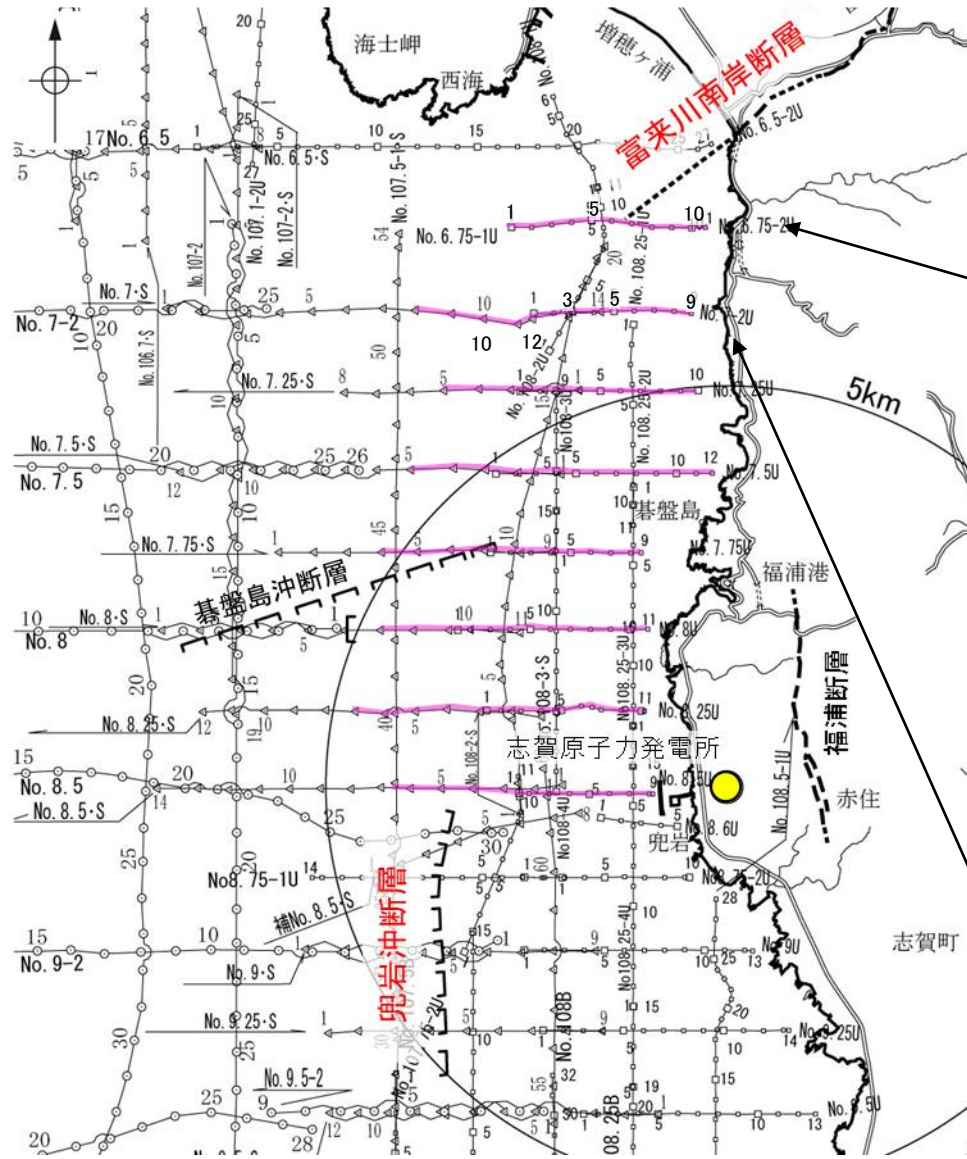
・上図は，陸域は本多ほか(2012)，国土地理院(2006)，The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)，Yamamoto et al. (2011)，Hiramatsu et al. (2019)，海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)，石田ほか(2018)を用いて，金沢大学・当社が作成した。
・ブーゲー異常図は，対象とする断層の規模，調査密度を考慮し，平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお，フィルター処理については，富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al. (2019)を参考にした。

2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 —海上音波探査—

○富来川南岸断層～兜岩沖断層間において、海域の地質構造の調査のため、海上音波探査を行った。
○その結果、同区間において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。

【No.6.75U測線, No.7・S測線, No.7-2U測線】

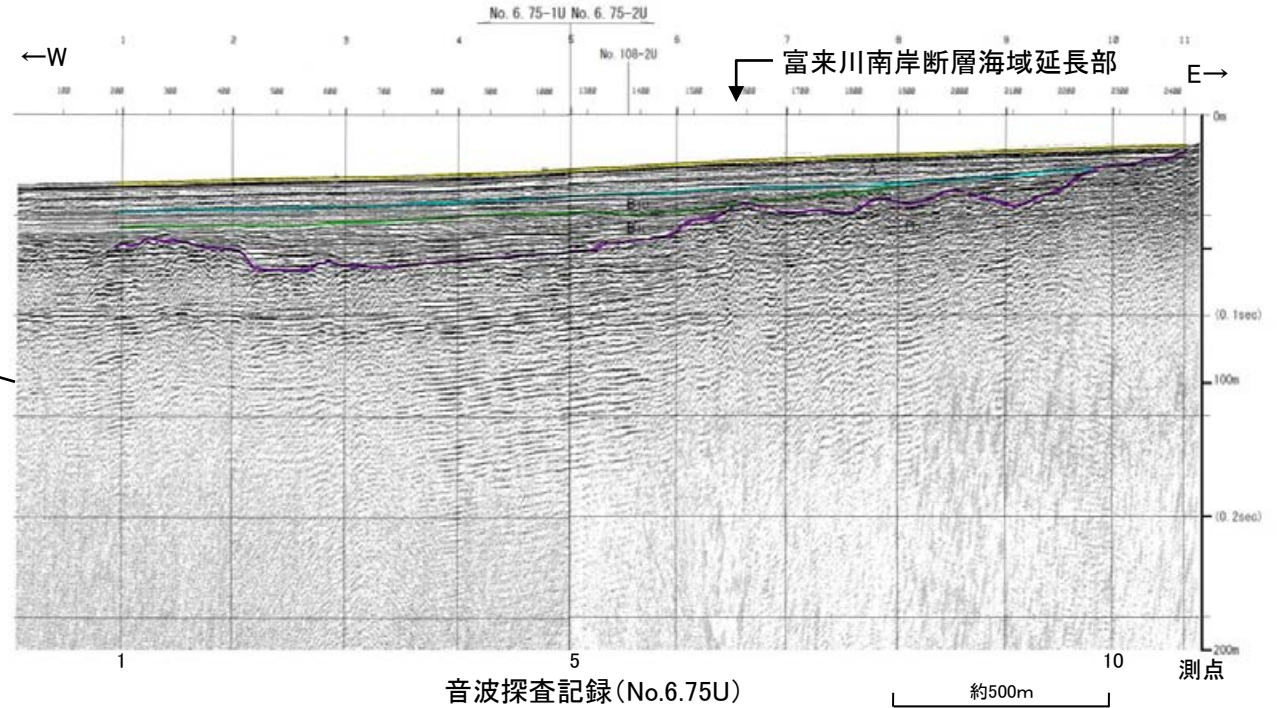
・各音波探査記録の拡大図はデータ集2



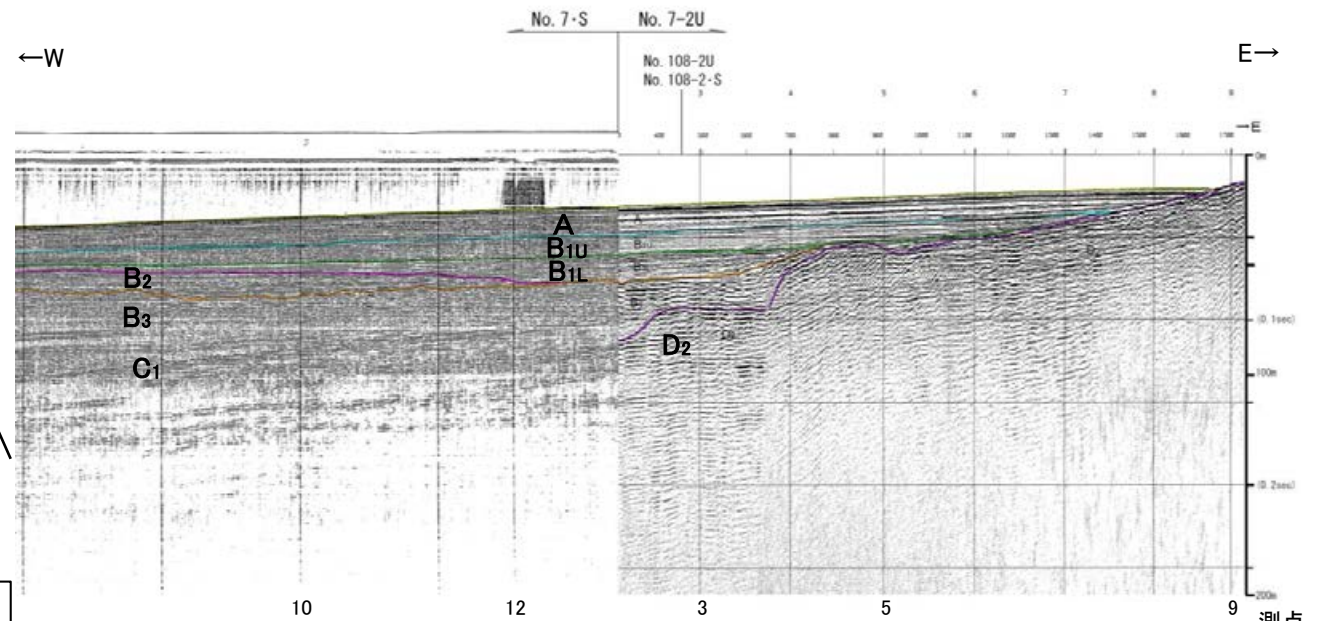
凡例

- 断層位置 (推定区間)
- 伏在断層
- 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の音波探査測線
- No. 8 ○—○— 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
- No. 7・S △—△— 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約360ジュール)
- No. 8U □—□— 調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
- NI-10BM ——— 調査測線 (原子力安全・保安院: プーマー・マルチチャンネル)

音波探査測線図

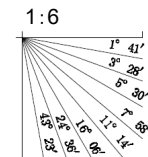


音波探査記録 (No.6.75U)



音波探査記録 (No.7・S, No.7-2U)

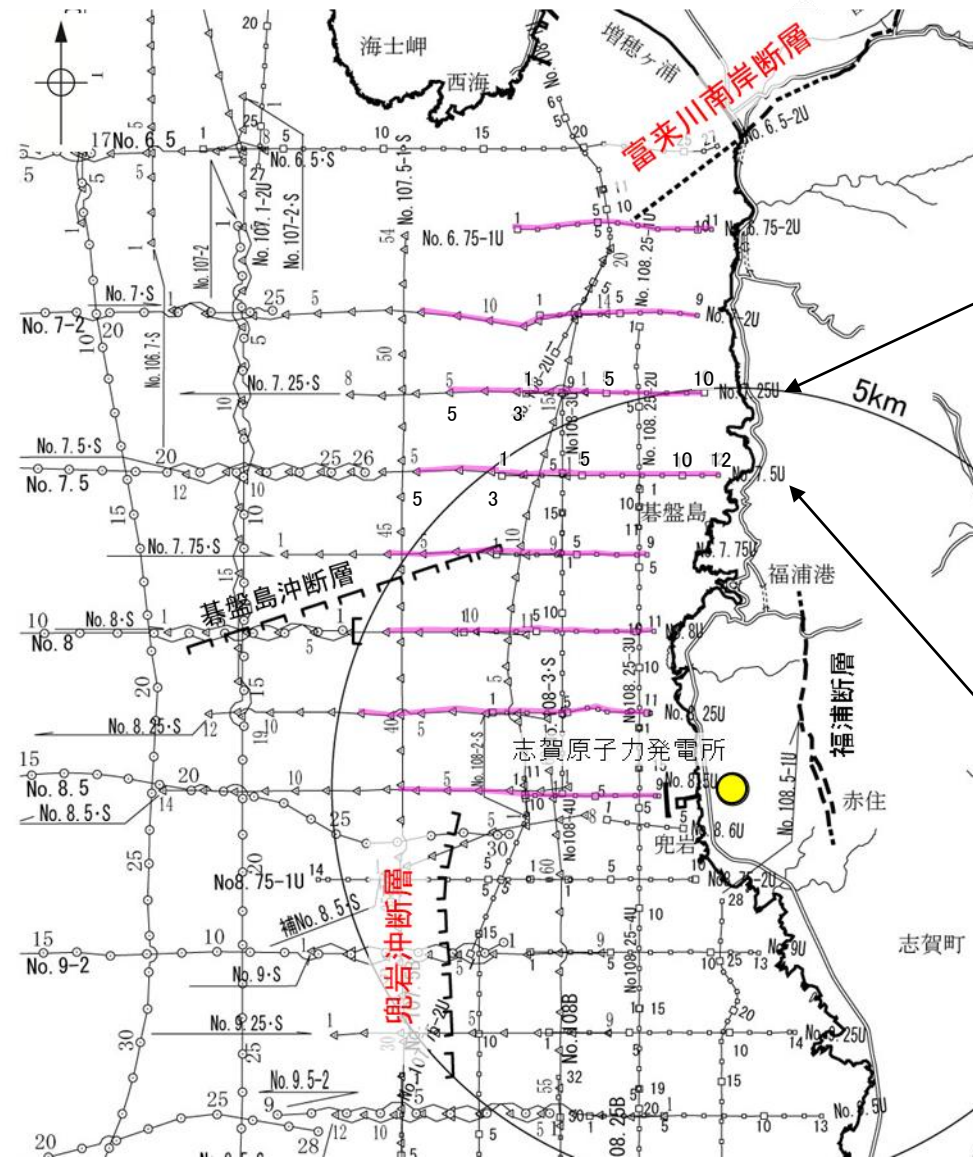
地質時代	地質層序
第四紀	A層
	B層
	C層
第三紀	D層
	E層



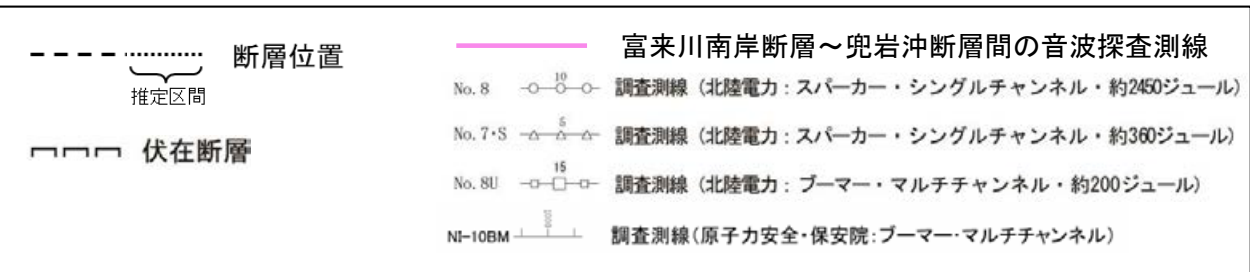
※:各音波探査記録の全線はデータ集2

富来川南岸断層～兜岩沖断層間

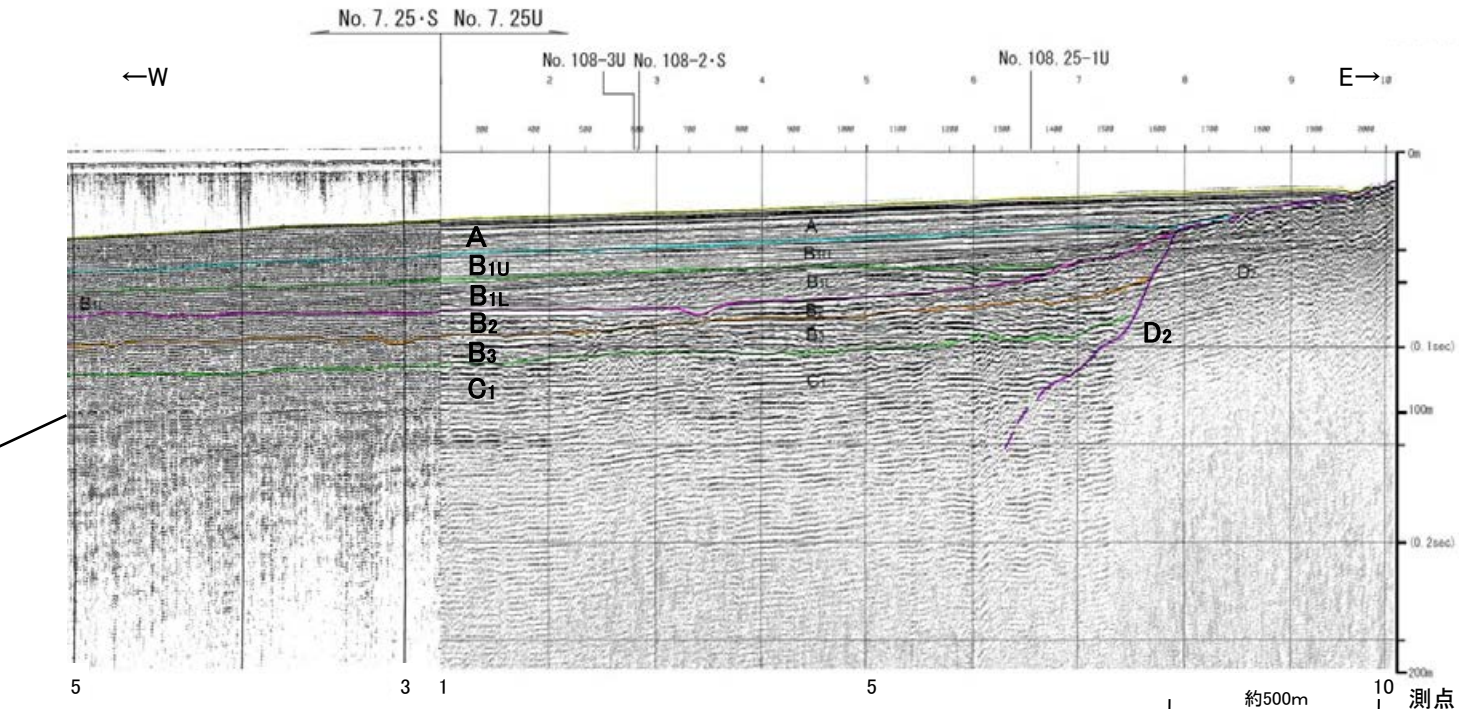
【No.7.25・S測線, No.7.25U測線, No.7.5・S測線, No.7.5U測線】



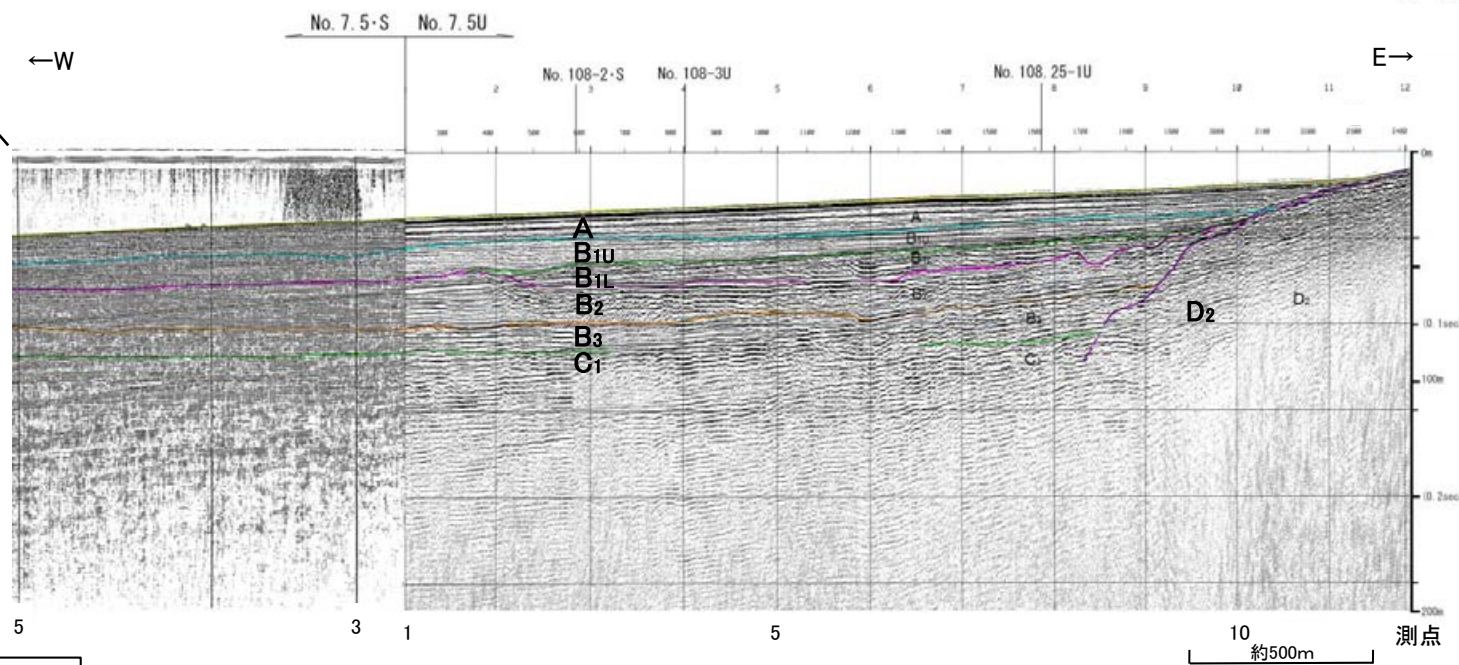
凡例



音波探査測線図

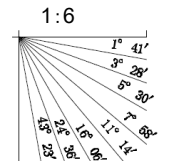


音波探査記録 (No.7.25・S, No.7.25U※)



音波探査記録 (No.7.5・S, No.7.5U※)

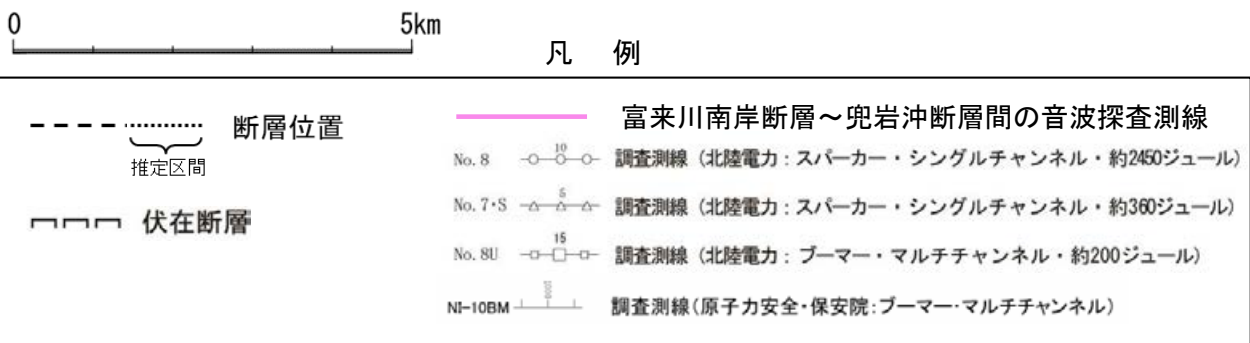
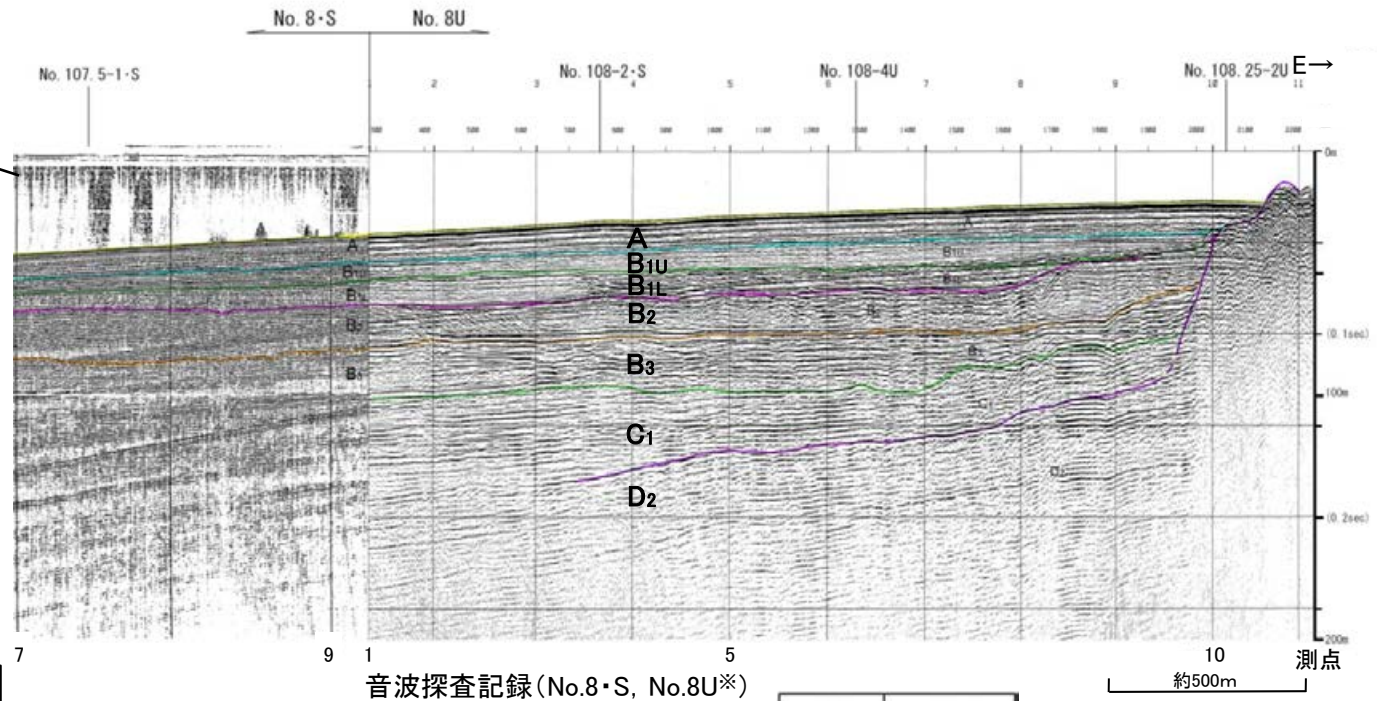
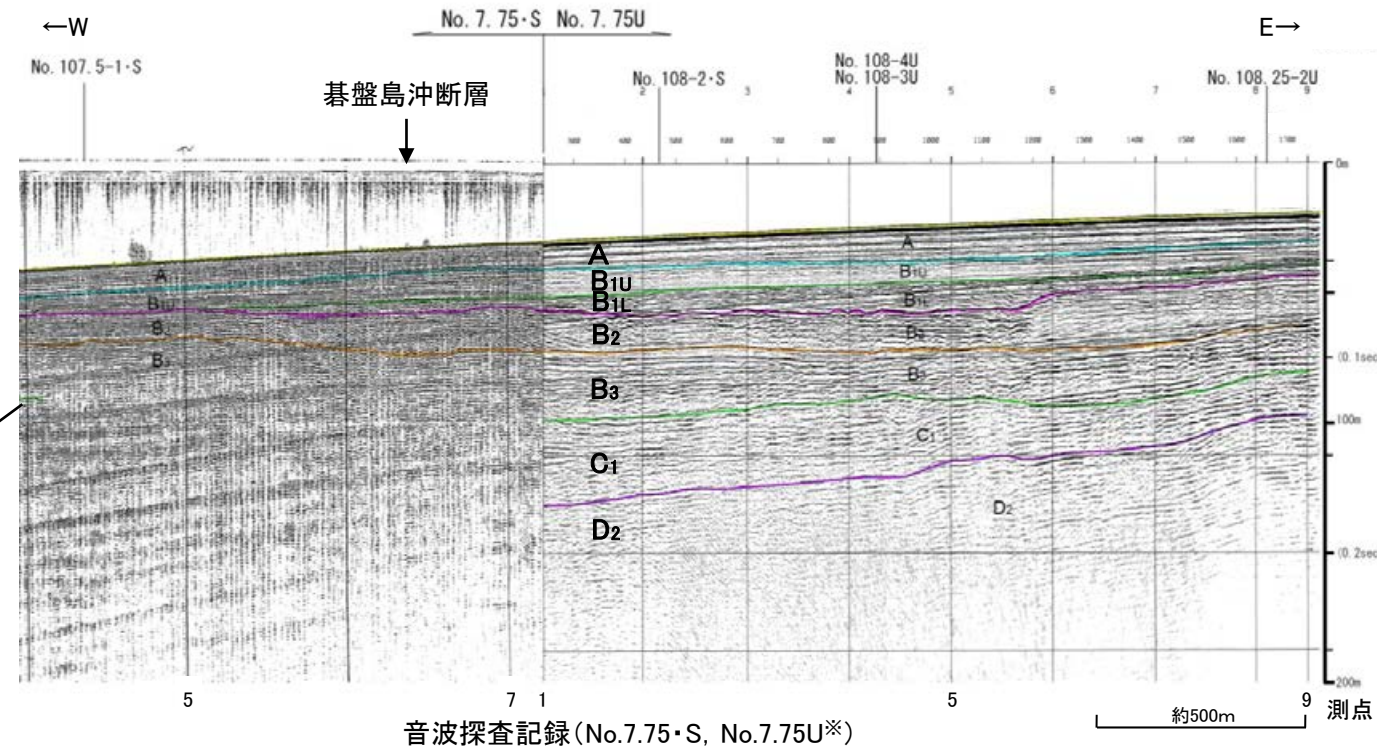
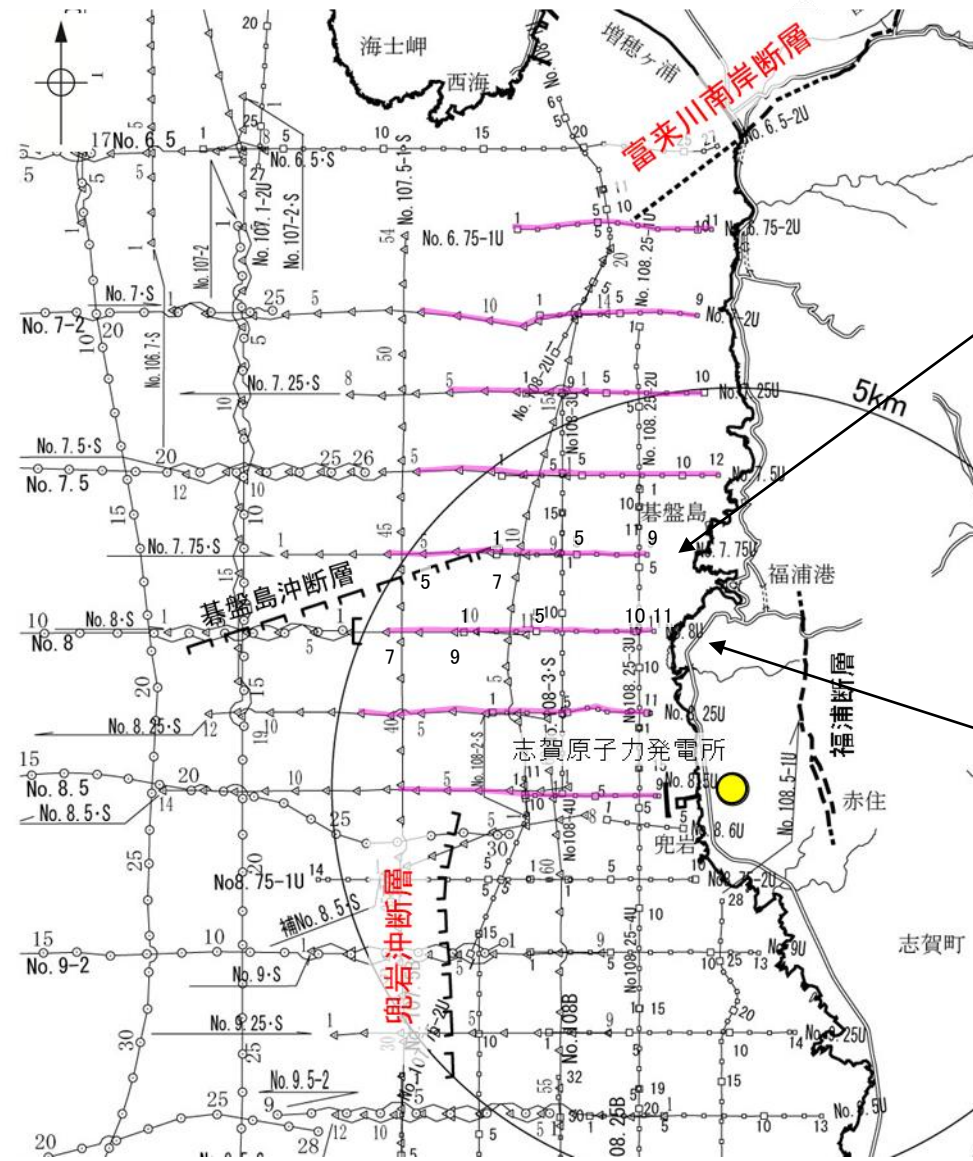
地質時代		地質層序	
第四紀	更新世	後期	A層
	中期		B ₁ 層
			B ₁₁ 層
			B ₂ 層
前期		C ₁ 層	
第三紀	新第三紀		C ₂ 層
	中新世		D ₁ 層
古第三紀			D ₂ 層
先第三紀			



※:各音波探査記録の全線はデータ集2

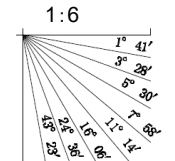
富来川南岸断層～兜岩冲断層間

【No.7.75・S測線, No.7.75U測線, No.8・S測線, No.8U測線】



音波探査測線図

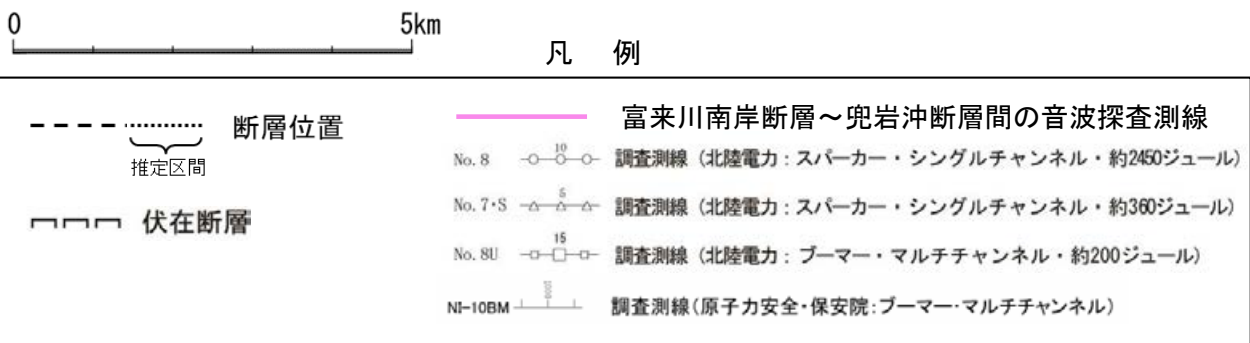
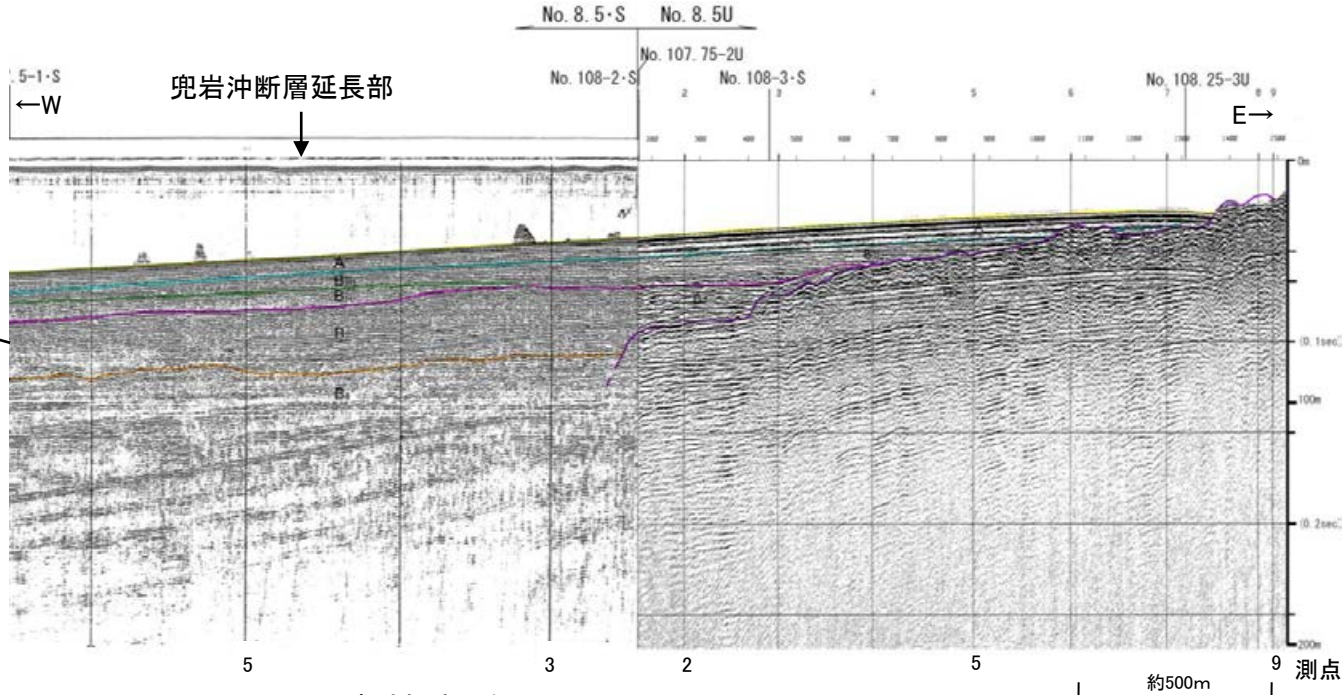
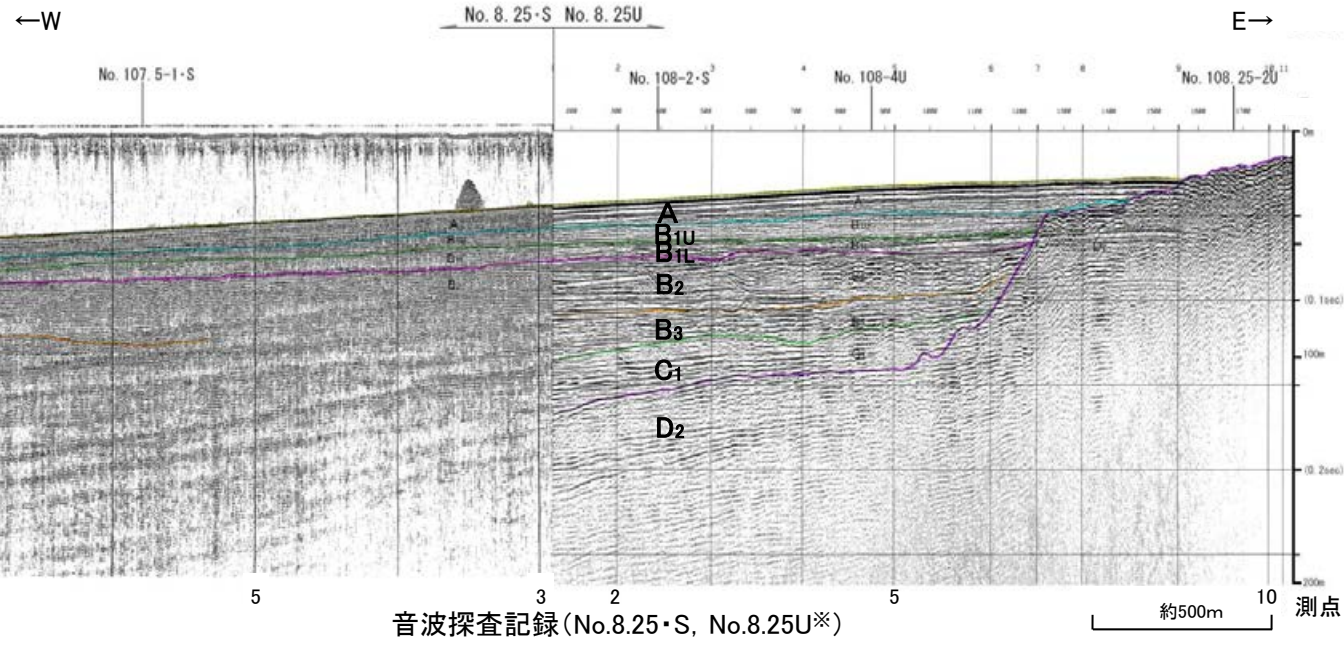
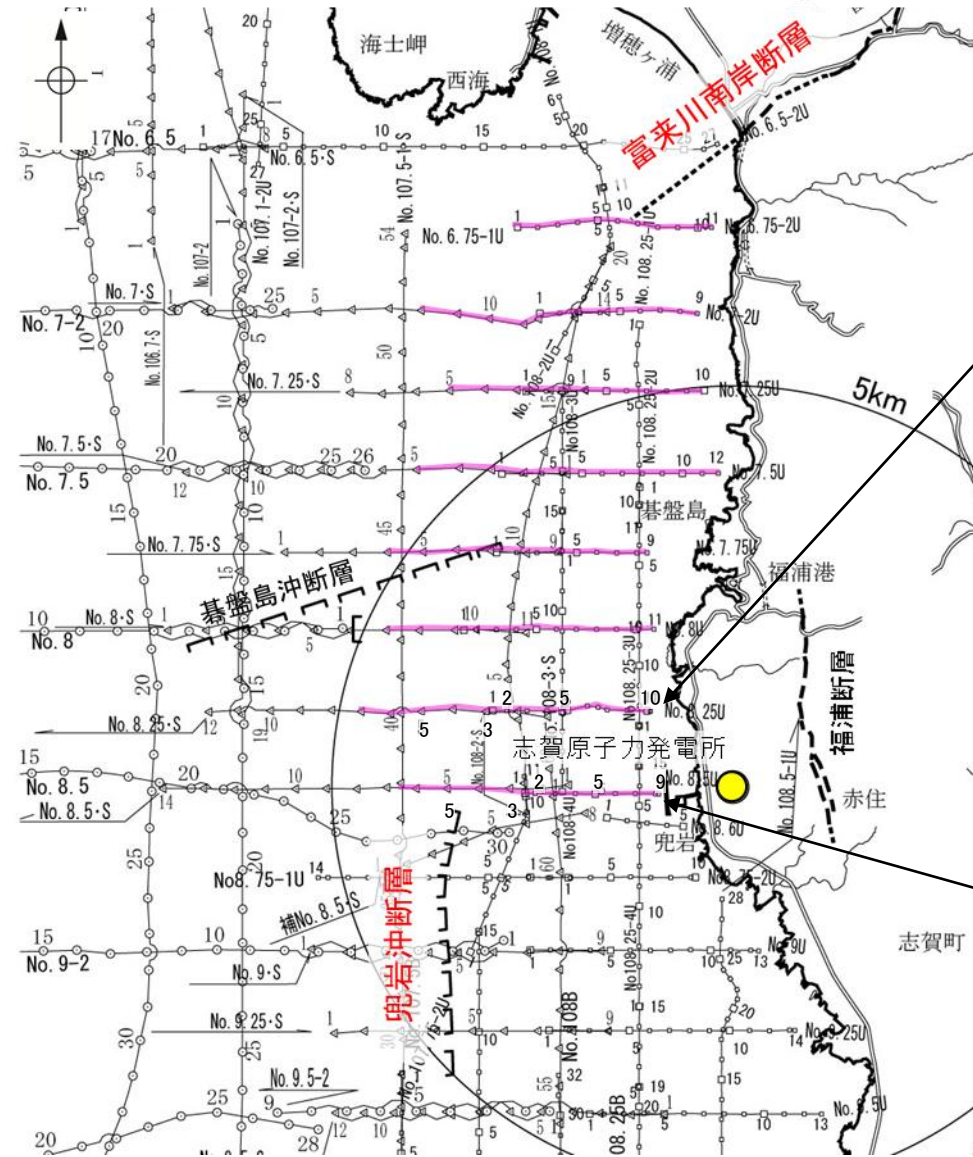
地質時代		地質層序	
第四紀	更新世	A層	
	後期	B _{1U} 層	B _{1L} 層
	中期	B ₂ 層	B ₃ 層
	前期	C ₁ 層	
第三紀	新第三紀	C ₂ 層	
	中新世	D ₁ 層	
古第三紀		D ₂ 層	
	白第三紀		



※:各音波探査記録の全線はデータ集2

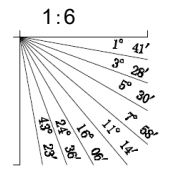
富来川南岸断層～兜岩冲断層間

【No.8.25・S測線, No.8.25U測線, No.8.5・S測線, No.8.5U測線】



音波探査測線図

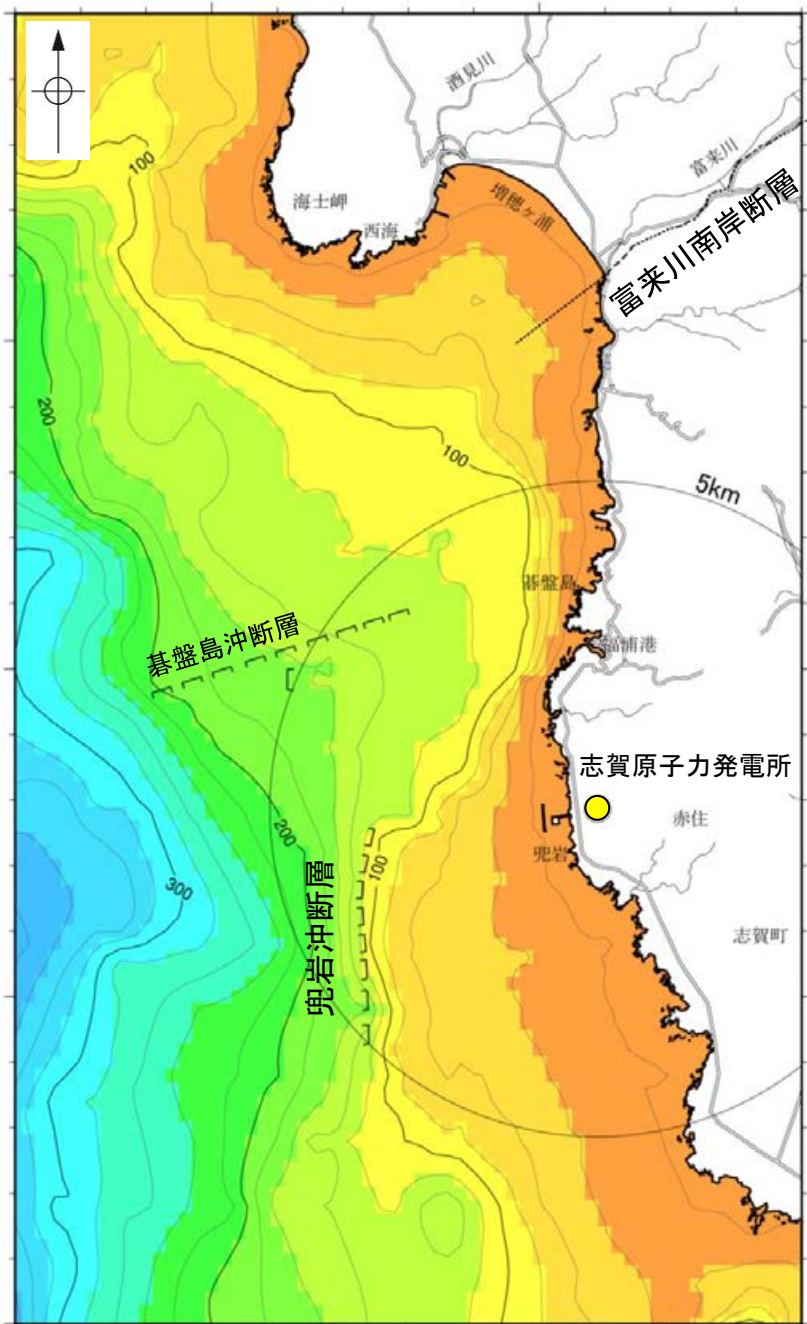
地質時代	地質層序	
第四紀	更新世 後期	A層
	更新世 中期	B ₁ 層
		B ₁₁ 層
		B ₂ 層
更新世 前期	C ₁ 層	
新第三紀	鮮新世	C ₂ 層
	中新世	D ₁ 層
古第三紀	中新世	D ₂ 層
	中新世	
先第三紀		



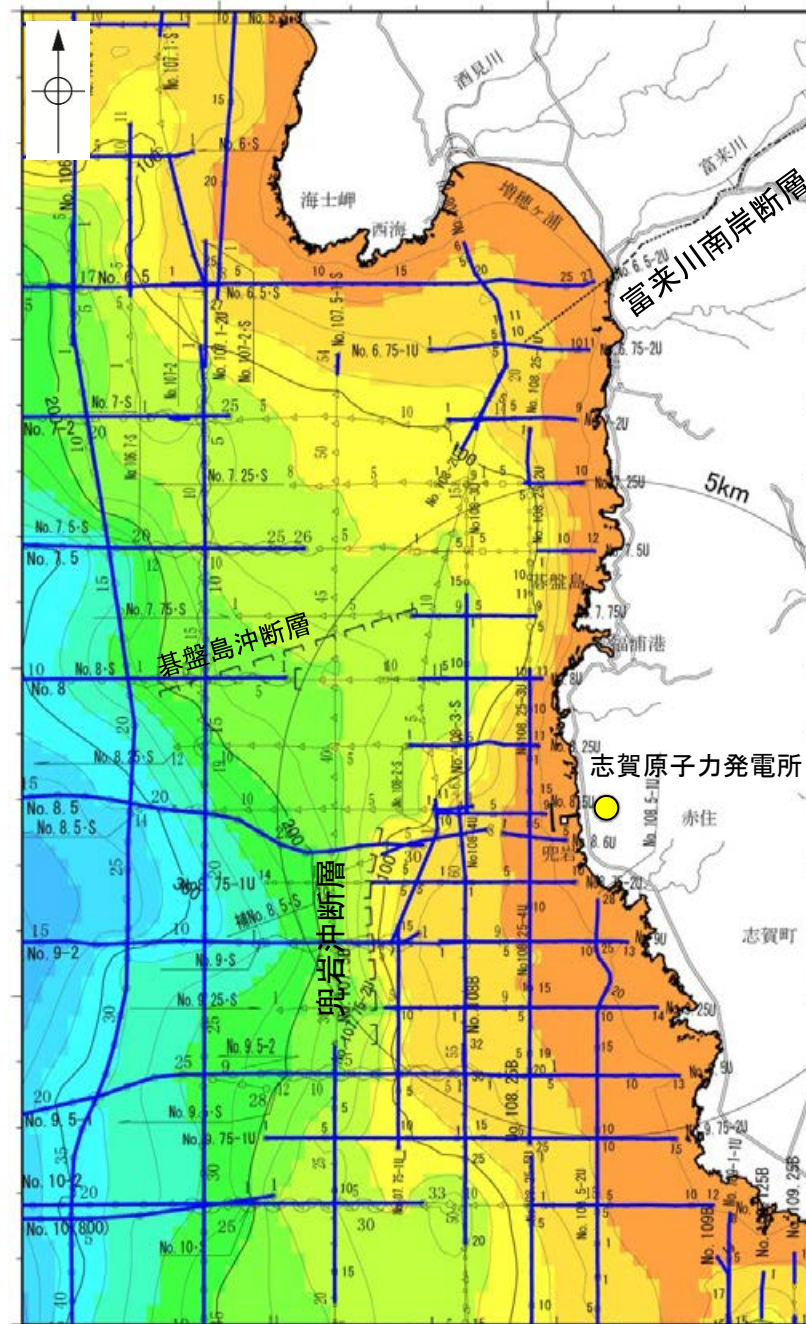
※:各音波探査記録の全線はデータ集2

2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 -海上音波探査(D₂層上面深度)-

- 富来川南岸断層～兜岩沖断層間において、断層構造の連続性を検討するために、海域のD₂層上面(陸域の岩稻階の別所岳安山岩類に対比)の形状を確認した。
- 富来川南岸断層の海域延長部では、D₂層上面は南西方向に深度を増し、断層を挟んでD₂層上面深度に差は認められない。
- 兜岩沖断層周辺の海域では、D₂層上面は海岸線から断層位置まで緩やかに深度を増し、断層位置で急激に落ち込んでいる。この傾向は兜岩沖断層の北方延長では認められず、より海岸線付近で深度を増している。なお、兜岩沖断層の南方延長では、D₂層上面深度が急激に落ち込むような形状は認められない。
- 以上より、富来川南岸断層～兜岩沖断層間のD₂層上面の形状から、両断層間に連続する構造は推定されない。

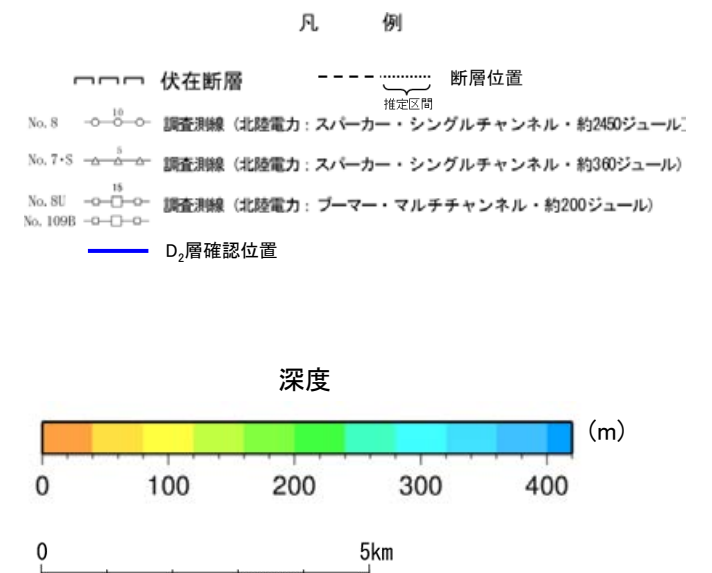


D₂層等深線図



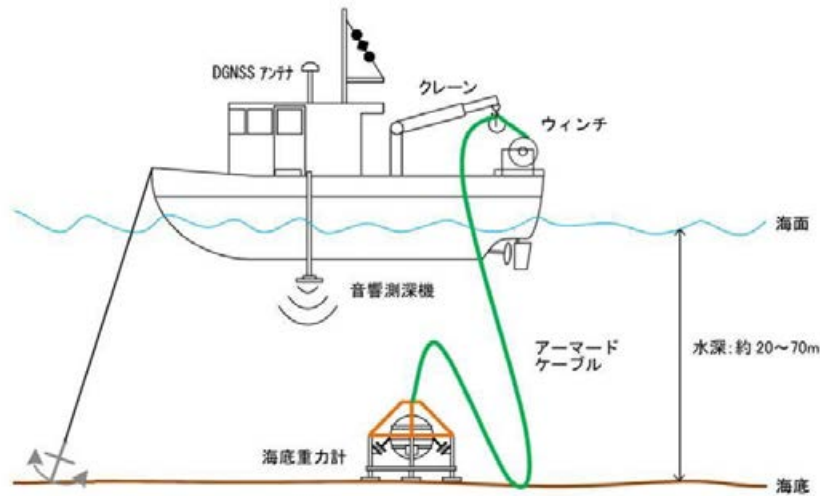
D₂層等深線図
(測線位置とD₂層上面確認位置を加筆)

- ・左図は、北陸電力のスーパーカーとブーマーによる海上音波探査の解析結果と産業技術総合研究所地質調査総合センター(2009)を用いて、金沢大学・当社が作成したものである。
- ・D₂層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D₁層、D₂層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
- ・D₂層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。



2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 — 海底重力探査 —

- 能登半島の重力異常については、村田ほか(2018)により編集されているが、富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域を含む能登半島西岸の沿岸域は重力測定の空白域となっていた。
- このことから、能登半島西岸の海岸線沿い約40km×沖合い約10kmの海域で、陸上重力計と同程度の高精度なデータを取得可能な海底重力計を用いた海底重力探査(測定点数:275点)を実施した。

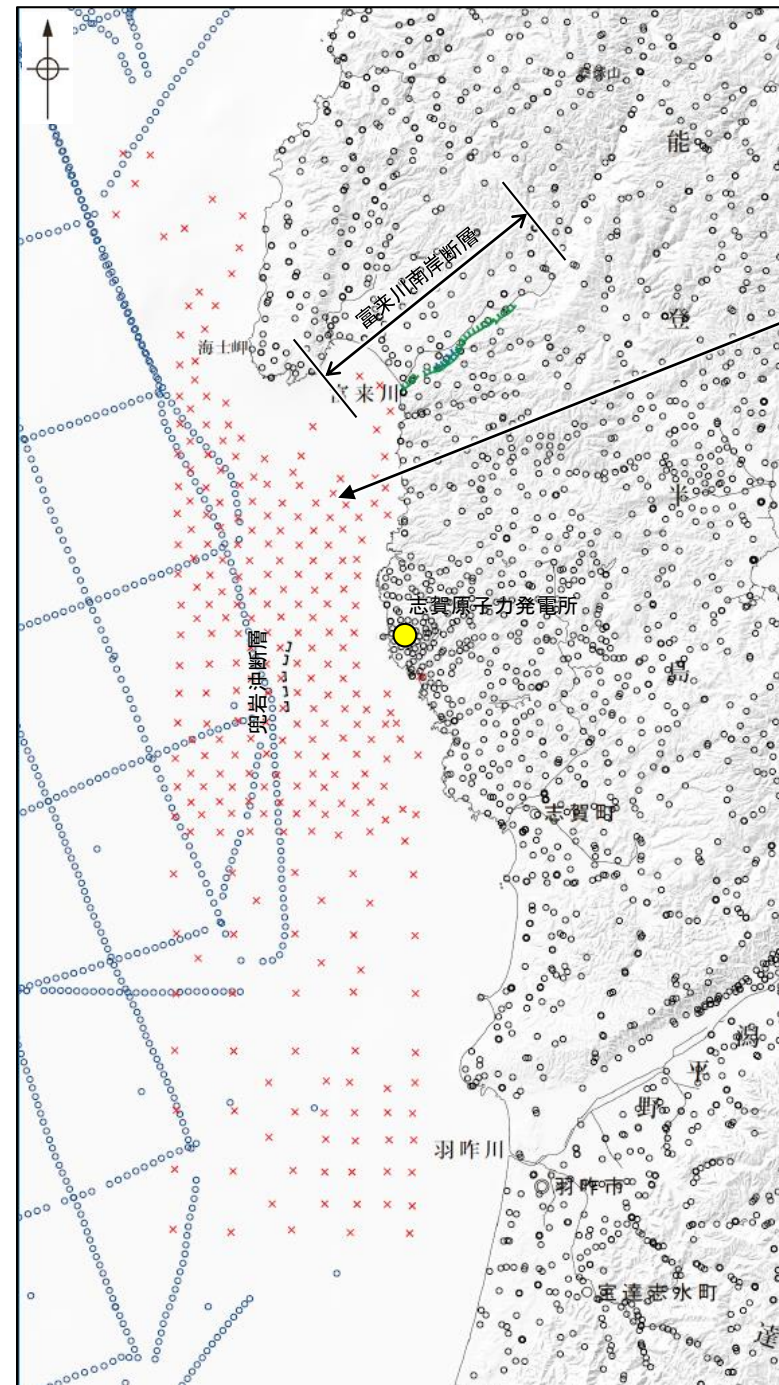


項目	仕様
測定分解能	0.001mGal [※]
測定レンジ	8,000mGal
測定可能傾斜範囲	±25°以内
容器耐圧水深	600m
大きさ	H92cm×W86cm×L86cm
重量	約190kg (空中) 約100kg (海中)
入力電圧	DC24V DC36～75V (ケーブル接続時)

※:陸上重力計と同程度。

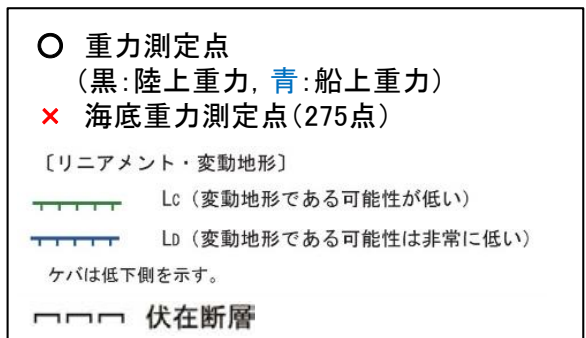
(なお、船上重力計の測定精度は1mGal程度(駒澤, 2003))

測定に用いられたINO海底重力計の測定概要図及び仕様
(石田ほか(2018)に一部加筆)



富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域を含む能登半島西岸の沿岸域は、重力測定が実施されていない空白域であったことから、海底重力計による測定を実施した。

凡 例



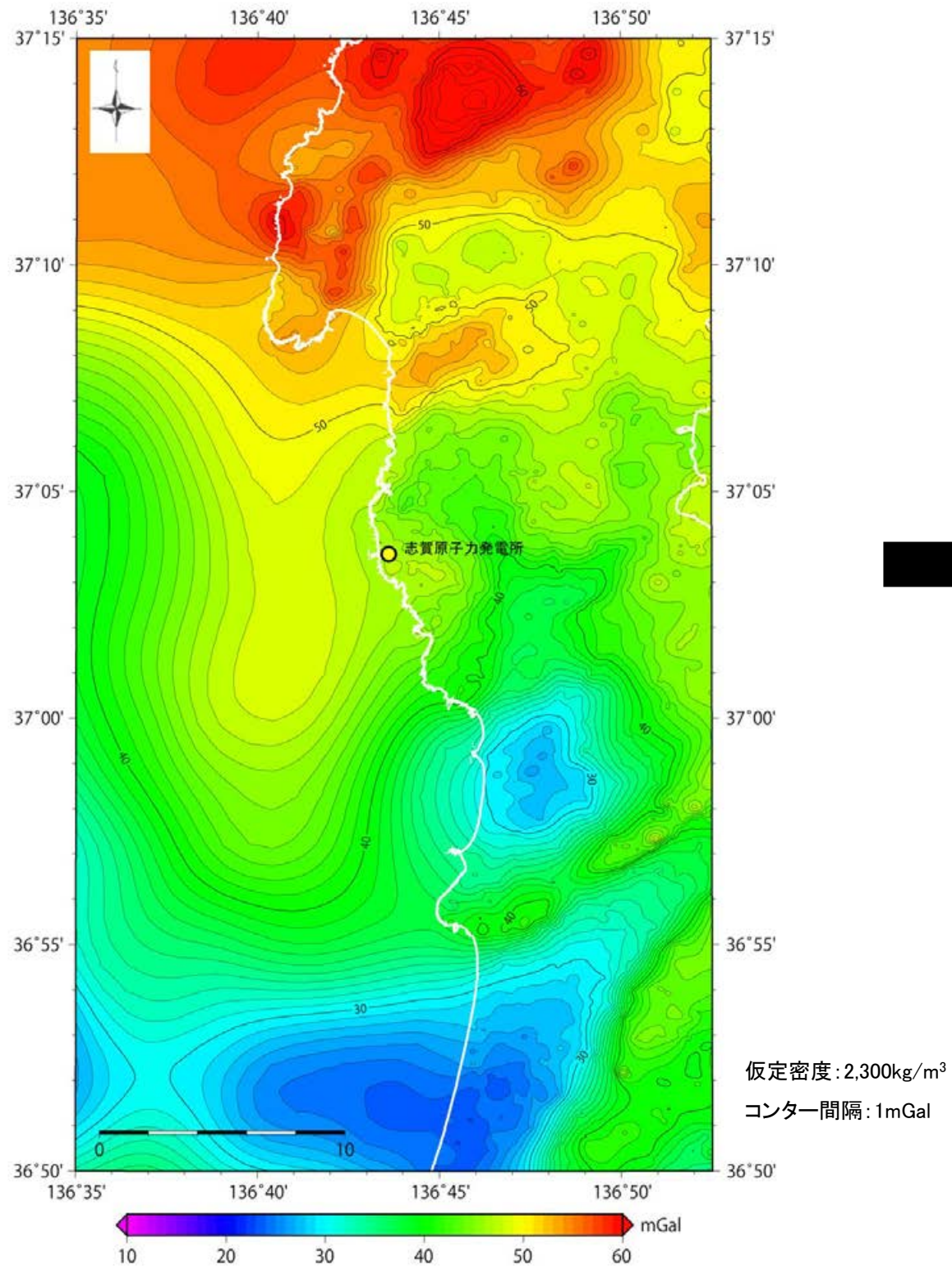
重力測定点分布

(村田ほか(2018)を一部編集, 海底重力測定点・断層線を加筆)

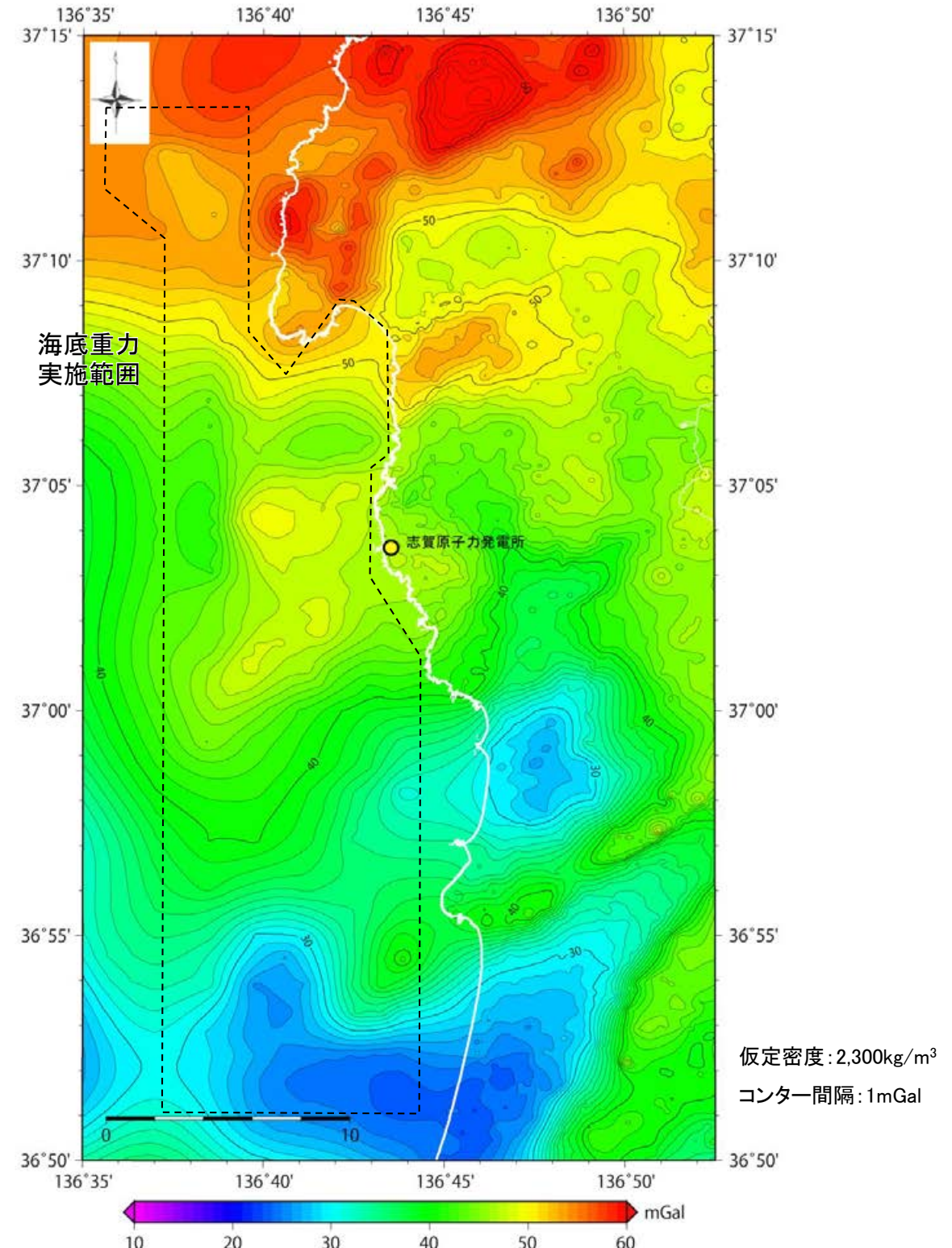


2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 - 海底重力探査 -

○陸上重力計と同程度の精度を有する海底重力計を用いて、海底重力探査を実施し、従来に比べ高精度のブーゲー異常図を作成した(石田ほか, 2018)。



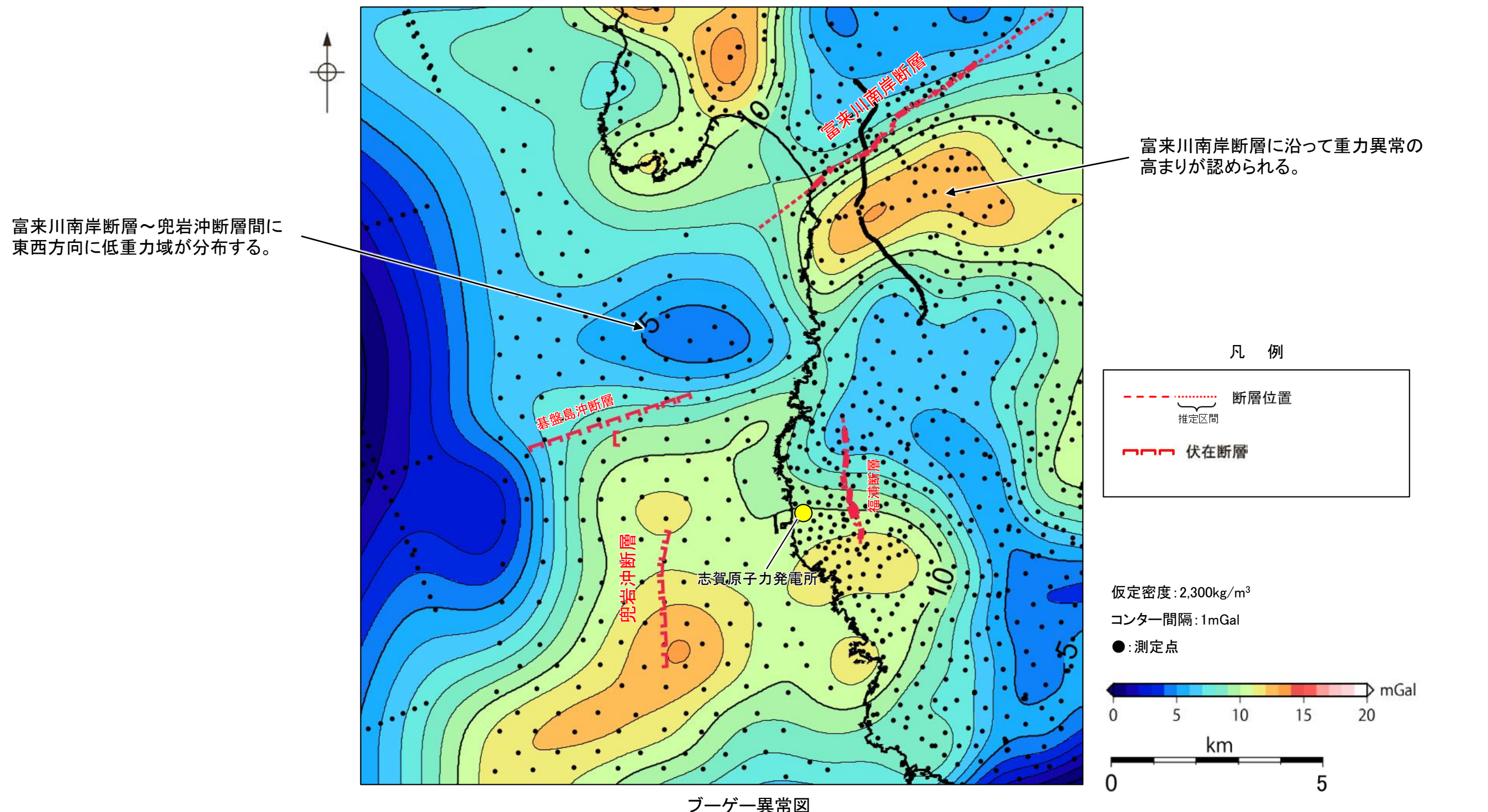
ブーゲー異常図
(海底重力探査結果なし; 石田ほか(2018))



ブーゲー異常図
(海底重力探査結果を含む; 石田ほか(2018)に一部加筆)

2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 —海底重力探査(地質構造の検討)—

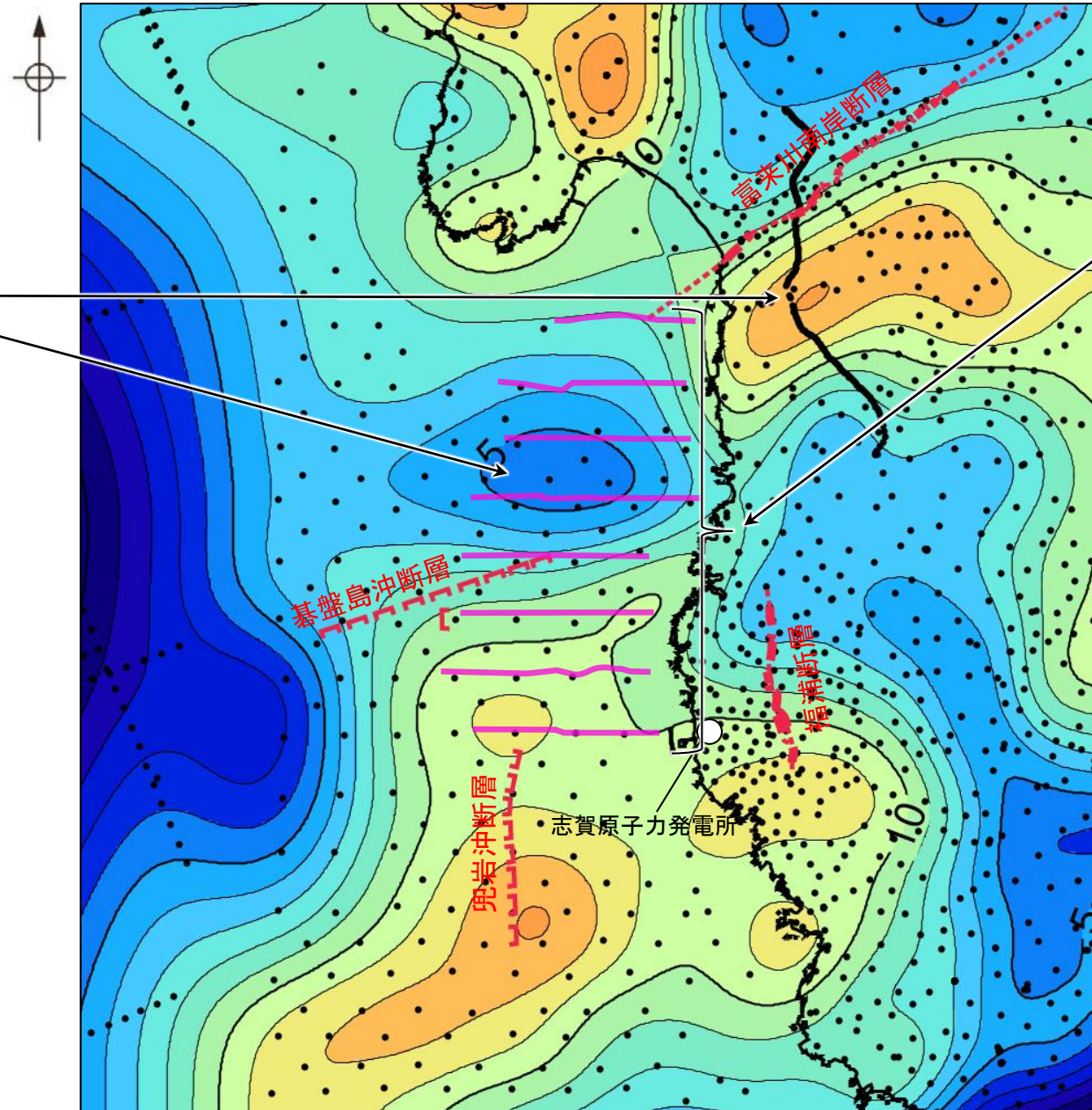
○高精度のブーゲー異常図によれば、富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、南西方海域の兜岩沖断層との間には、東西方向に低重力域が分布しており、富来川南岸断層と兜岩沖断層が連続するような重力構造は認められない。
○また、同データを用いた重力勾配テンソル解析の結果からも、富来川南岸断層の地下構造は、周囲の断層と連続構造を示さない(Hiramatsu et al., 2019, P.485)。



・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。

2.4.1.2 (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 ーまとめー

- 富来川南岸断層～兜岩沖断層間における海域の地質構造について、海上音波探査、海底重力探査による重力異常データにより、以下の結果を得た。
 - ・海上音波探査の結果、富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海底において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。また、断層構造の連続性を検討するために、海域のD₂層上面の形状を確認した結果、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない。
 - ・重力探査結果から作成したブーゲー異常図から、富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、南西方海域の兜岩沖断層との間には連続する重力構造は認められない。
- これらを踏まえると、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は認められない。



ブーゲー異常図

【海上音波探査】
 ・いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない(P.492～495)。
 ・海域のD₂層上面の形状を確認した結果、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない(P.496)。

凡 例

- 断層位置 推定区間 (Dashed red line)
- 伏在断層 (Solid red line)
- 海上音波探査測線 (Pink line)

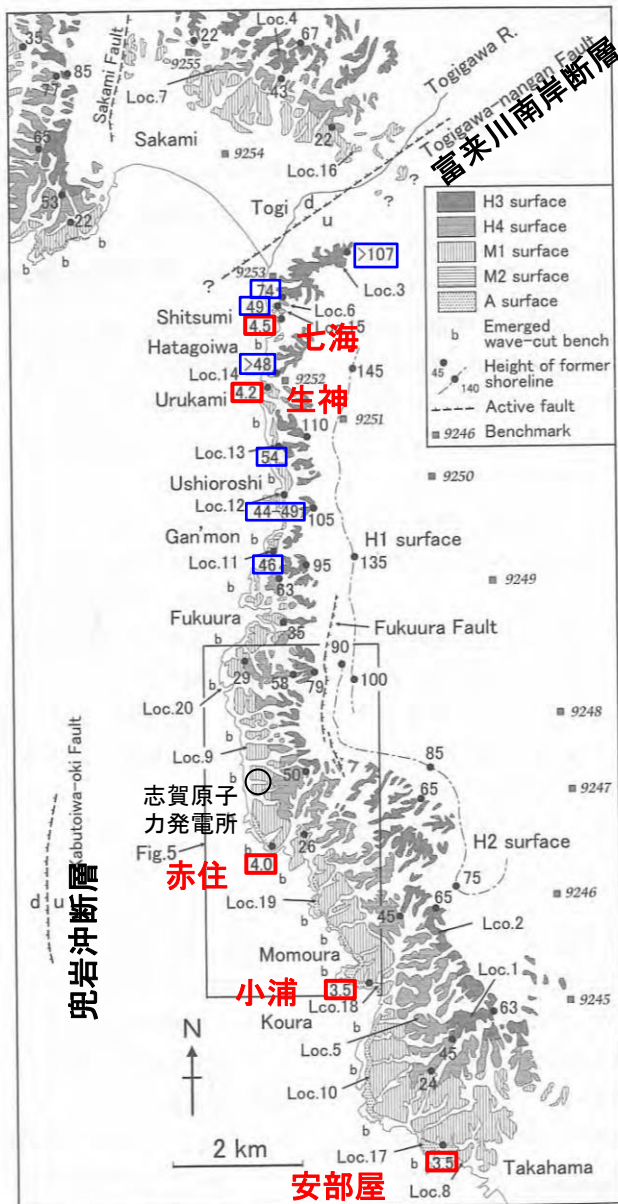
仮定密度: 2,300kg/m³
 コンター間隔: 1mGal
 ●: 測定点
 0 5 10 15 20 mGal
 0 5 km

【重力探査】
 富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、兜岩沖断層との間には連続する構造は認められない。

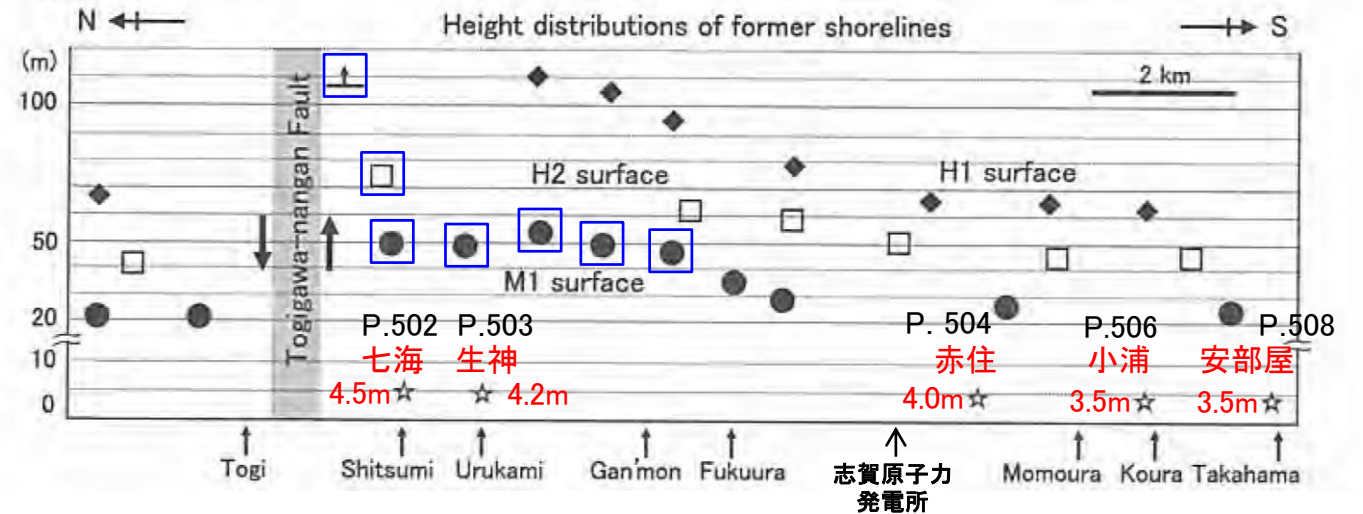
・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
 ・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
 ・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。

2.4.1.2 (参考) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地形面の地質調査 - 海岸地形(A面・離水ベンチ) -

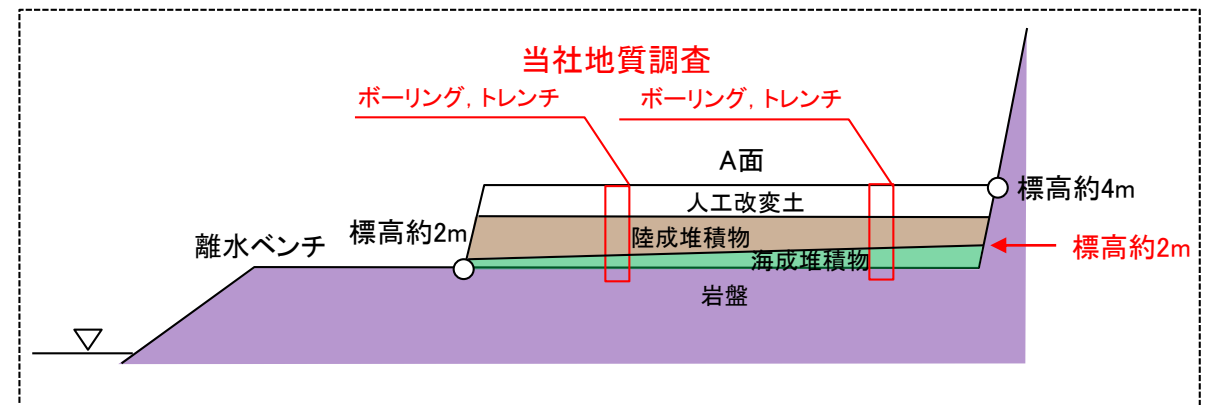
- 能登半島西岸域において、渡辺ほか(2015)は、完新世に形成された2段に大別されるベンチ(低位から離水ベンチ, A面)が、間欠的な隆起を示唆すると指摘しており、これを富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造を推定する根拠としている。
- このA面と離水ベンチの関係を検討するため、A面においてボーリング調査及びトレンチ調査を行った結果、赤住, 小浦, 安部屋のA面は、下位のベンチとほぼ同程度の高さ(標高約2m)である海成堆積物や岩盤の上面を人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面であることを確認した。
- また、七海, 生神のA面は、河川により侵食されたと考えられる岩盤を、陸成堆積物が厚く覆っていることから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。
- 上記の調査結果から、本地域において完新世の2段のベンチは認められないと評価した。



・渡辺ほか(2015)が示すM1面, H面のうち、富来川南岸断層南方の地形面(左図及び右図に青枠で示した地点)については、当社の調査の結果、表層に厚い風成砂層や河川堆積物が分布することから、海成段丘面ではなく古砂丘、古期扇状地面であると評価した(P.502～509)。



海成段丘面の旧汀線高度分布
(渡辺ほか(2015)を編集, 一部加筆)

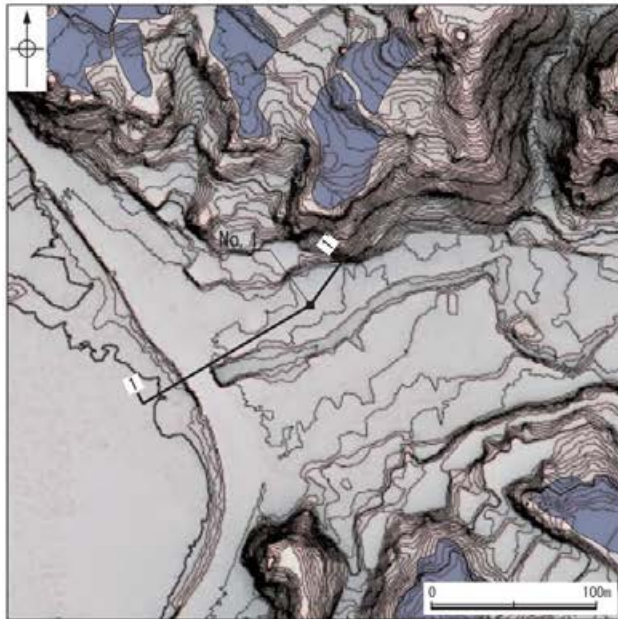


当社地質調査結果に基づくA面と離水ベンチの関係

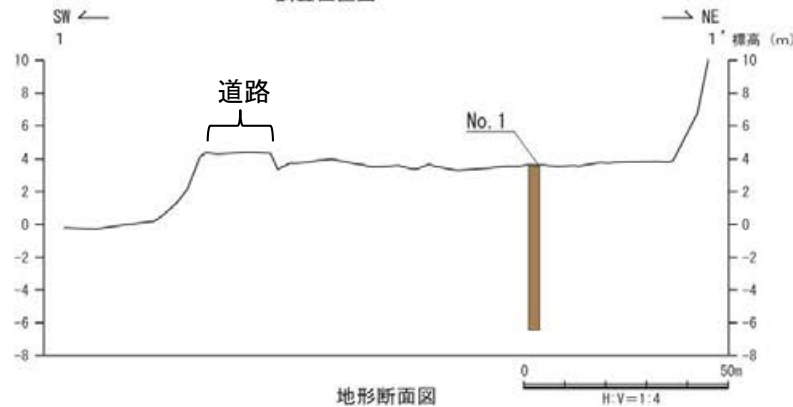
能登半島西岸域の海成段丘面分類図
(渡辺ほか, 2015に一部加筆)

【海岸地形の調査結果】 ひつみ (七海地点)

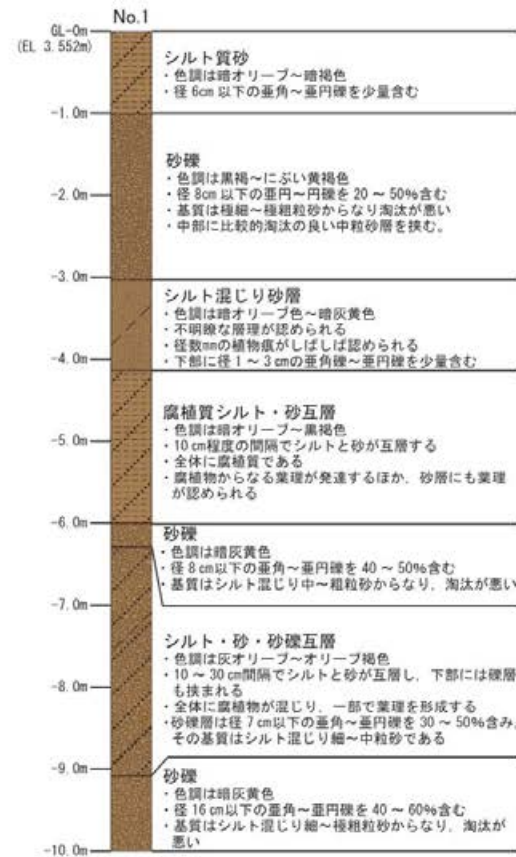
- 七海地点における地形面を構成する地層は、上位より、シルト質砂層、砂礫層、シルト混じり砂層等である。
- シルト質砂層は、シルトを主体とする層相であり、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- 砂礫層は、一部で比較的淘汰のよい砂層を挟むが、全体として基質の淘汰が悪い砂礫層が主体であり、波の営力による分級作用を受けていないと推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- シルト混じり砂層は、植物根をしばしば含むことから、陸成堆積物と判断した。
- また、本地形面は河川沿いに位置する。
- よって、本地点は、岩盤が河川により侵食され、陸成堆積物が厚く分布することから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。



調査位置図



地形断面図



柱状図
凡例

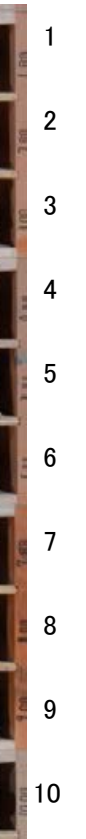


深度(m)



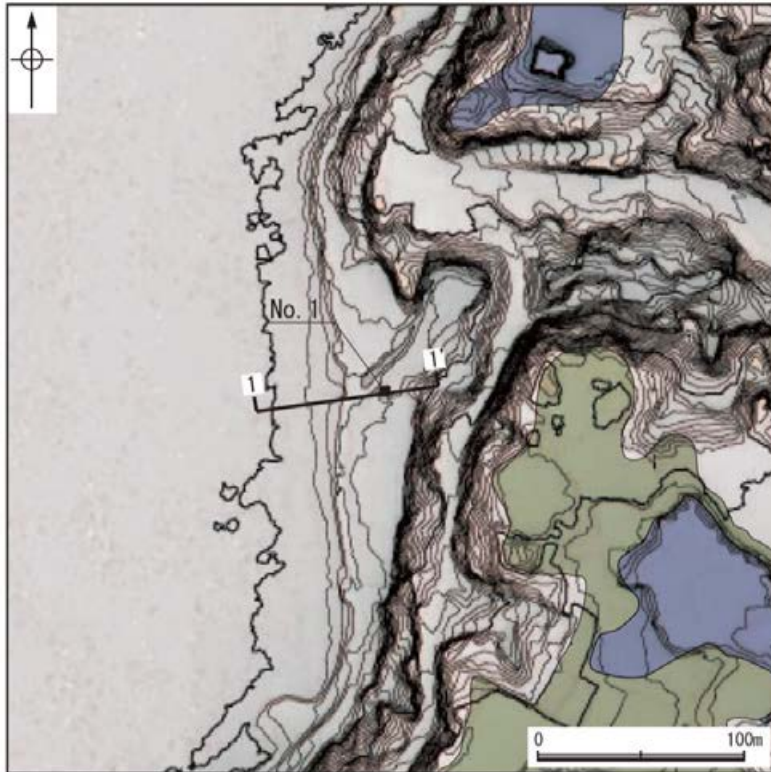
コア写真

深度(m)



【海岸地形の調査結果】 うるかみ (生神地点)

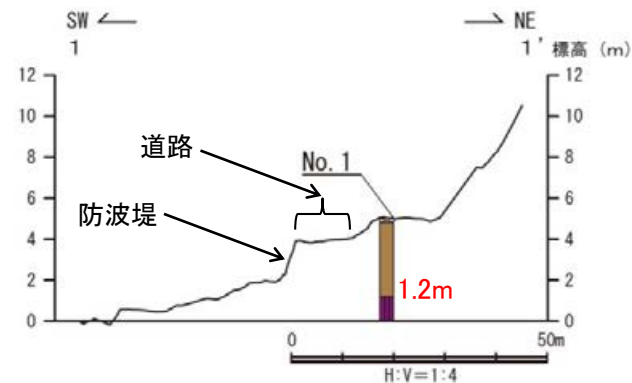
- 生神地点における地形面を構成する地層は、上位より人工改変土、礫混じり粘土層、砂礫層である。
- 礫混じり粘土層は、粘土を主体とし、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- 砂礫層は、基質がシルト混じり砂～極粗粒砂からなり淘汰が悪く、波の営力による分級作用を受けていないと推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- また、本地形面は河口付近に位置する。
- よって、本地点は、河川により侵食されたと考えられる岩盤上面を、直接人工改変土や陸成堆積物が覆っていることから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。



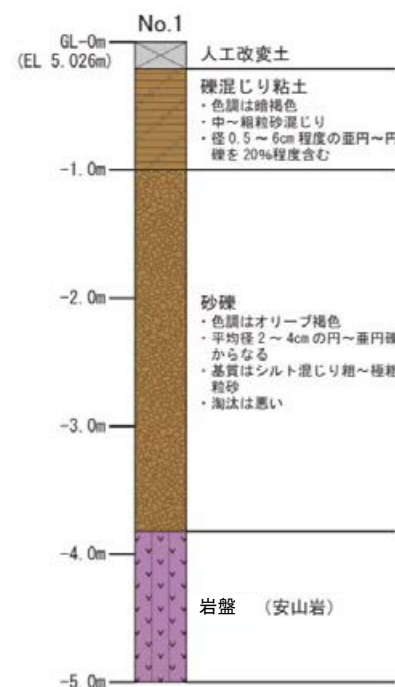
調査位置図

凡例

〔調査位置図〕	〔地形断面図〕	〔柱状図〕
古砂丘	人工改変土	粘土
古期扇状地面	陸成堆積物	砂礫
● No. 1 調査位置	岩盤	礫混じり
1:1 断面線		人工改変土
		陸成堆積物
		海成堆積物
		岩盤



地形断面図



柱状図

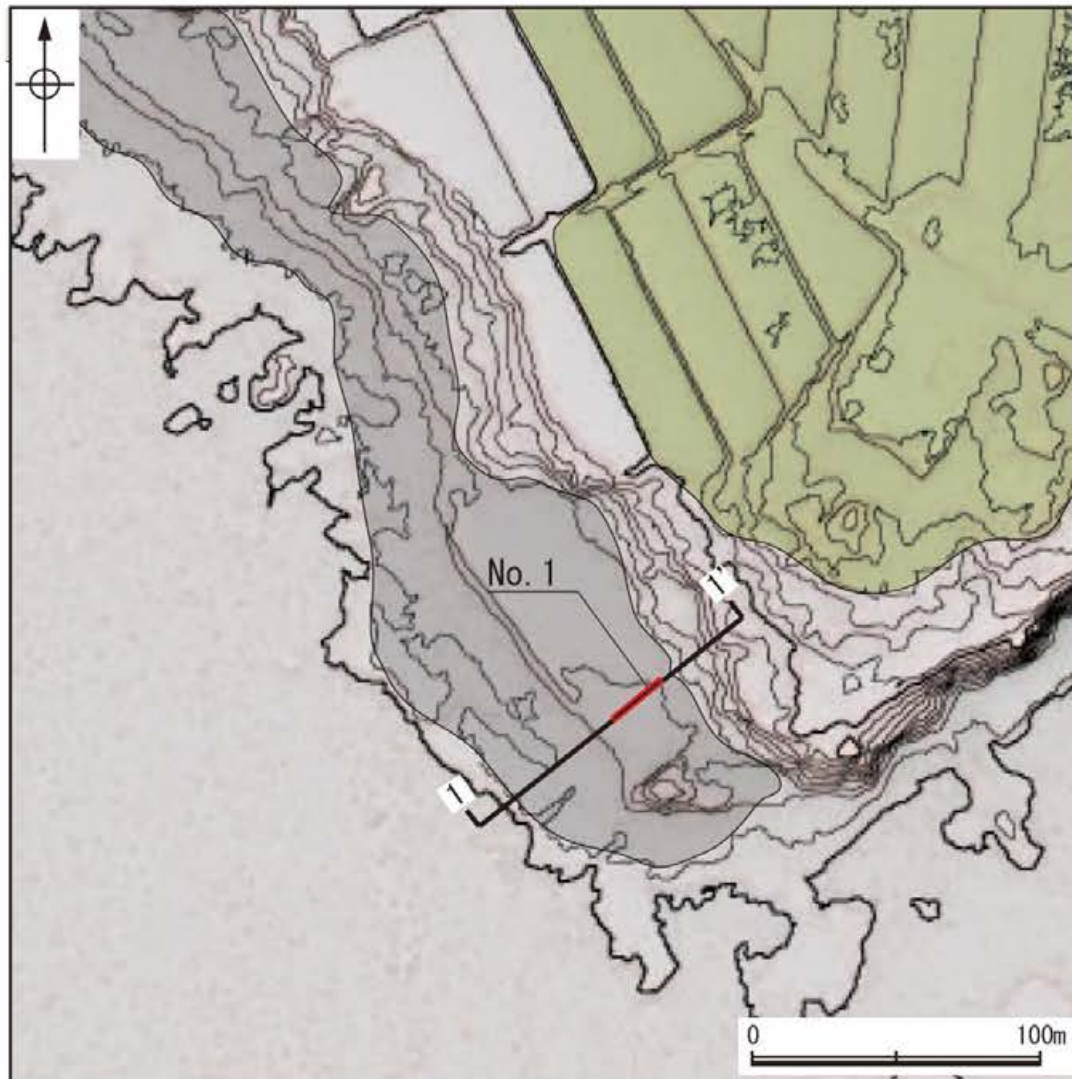


コア写真

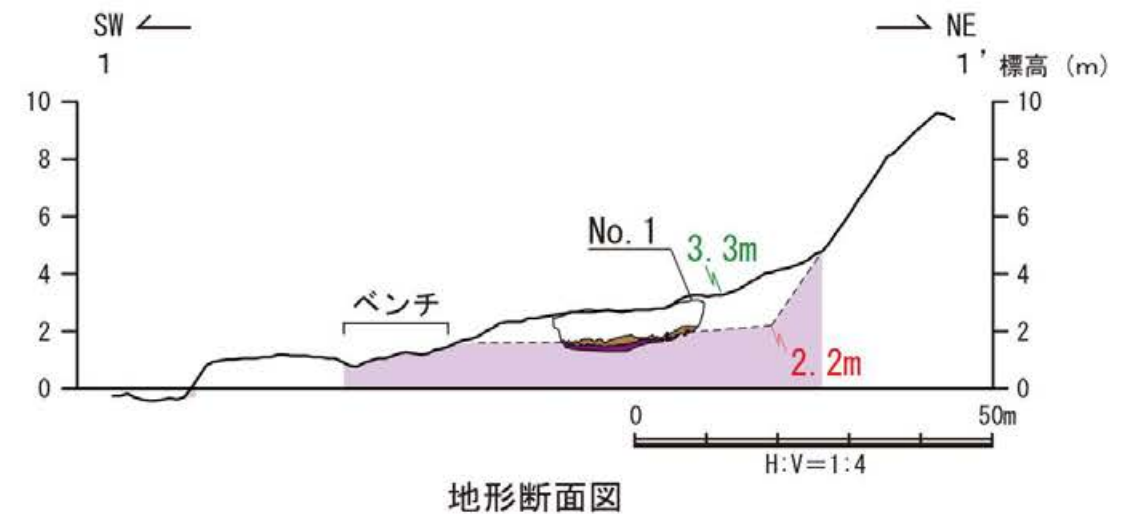
富来川南岸断層～兜岩沖断層間

【海岸地形の調査結果】 あかすみ (赤住地点)

- 赤住地点における地形面(当社の沖積段丘面に対応)を構成する地層は、人工改変土、砂礫層であり、砂礫層は腐植質で炭化木片を含む部分が多いことから、陸成堆積物(被覆層)と判断した。
- よって、本地点は、下位のベンチからほぼ同程度の高さ(標高約2m)で連続する岩盤の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。



調査位置図

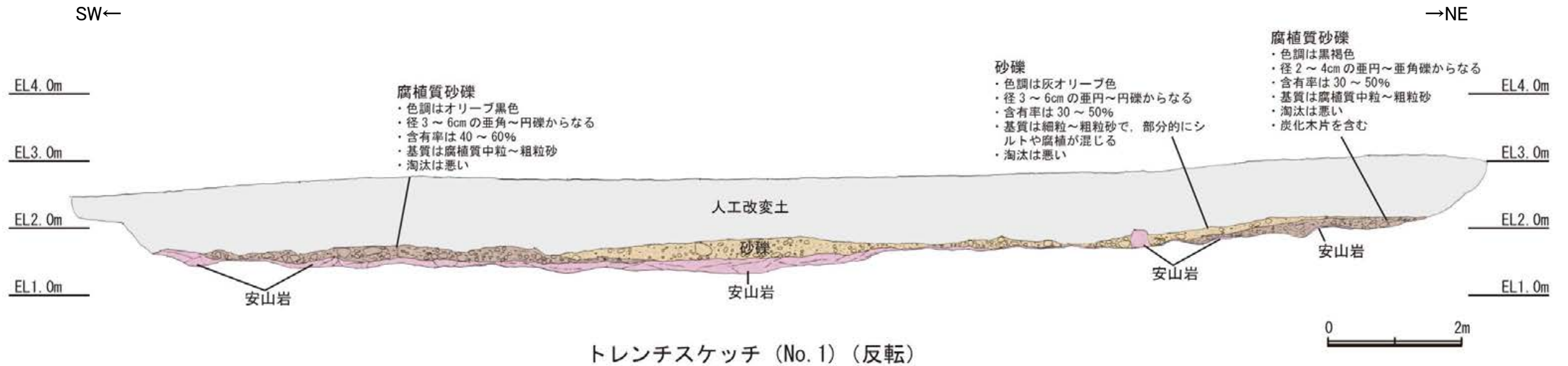


凡 例

〔調査位置図〕	〔地形断面図〕
中位段丘 I 面	人工改変土
沖積段丘面	陸成堆積物 (被覆層)
No. 1 調査位置	岩盤
1' 断面線	23m 段丘面内縁標高
	20.0m 旧汀線高度

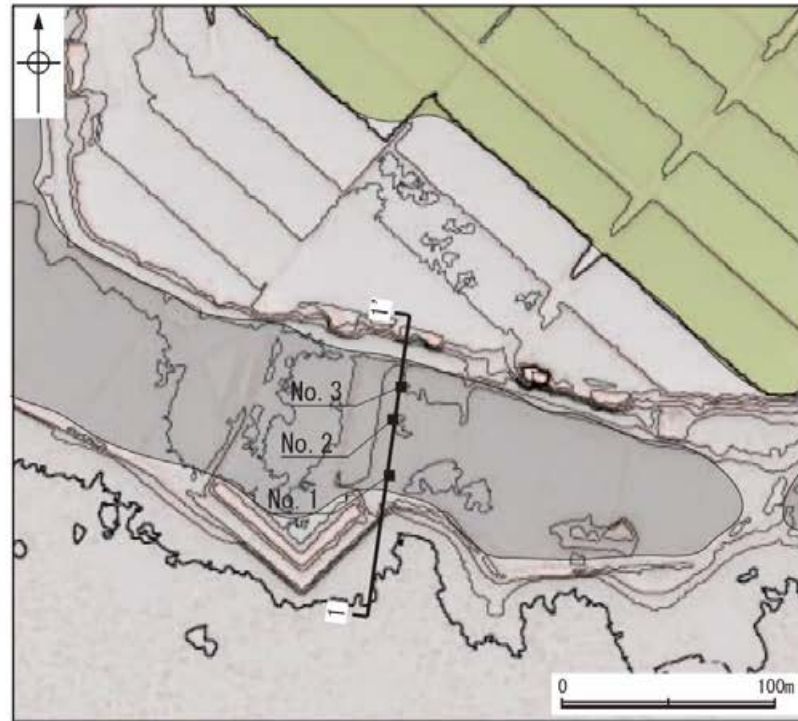
富来川南岸断層～兜岩沖断層間

(赤住地点 南東壁面 トレンチスケッチ, 写真)



【海岸地形の調査結果】 （小浦地点）

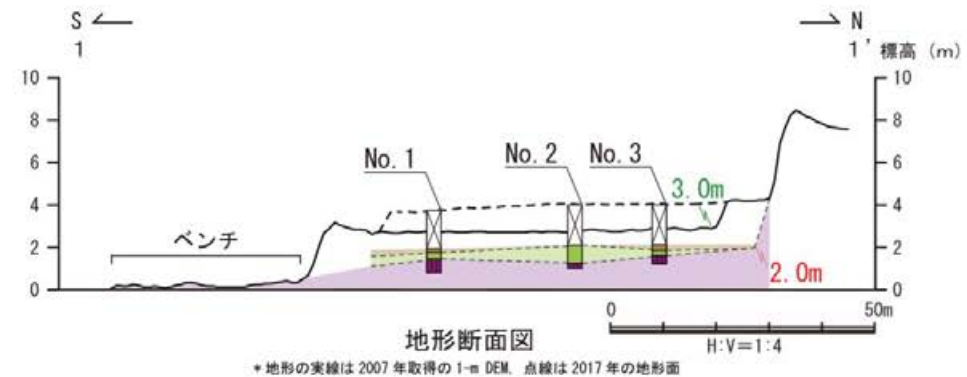
- 小浦地点における地形面（当社の沖積段丘面に対応）を構成する地層は、上位より、人工改変土、礫混じり～砂質シルト層、シルト混じり細粒砂層、砂礫層である。
- 礫混じり～砂質シルト層は、シルトを主体とし、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物（被覆層）と判断した。
- また、シルト混じり細粒砂層は砂質で淘汰が中程度であること、砂礫層は、基質が中粒～細粒砂からなることから、海成堆積物と判断した。
- よって、本地点は、下位のベンチからほぼ同程度の高さ（標高約2m）で連続する岩盤及び海成堆積物の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。



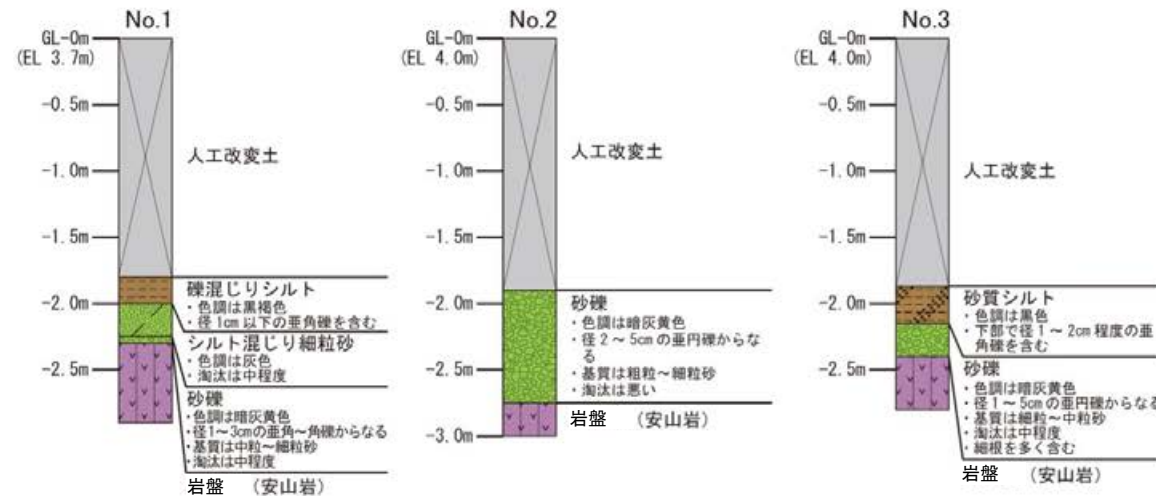
調査位置図

凡例

〔調査位置図〕	〔地形断面図〕	〔柱状図〕
■ 中段段丘I面	⊠ 人工改変土	▨ シルト
■ 沖積段丘面	■ 陸成堆積物（被覆層）	▨ 砂
● No. 1 調査位置	■ 海成堆積物	▨ 砂礫
1' 1' 断面線	■ 岩盤	▨ シルト混じり
	23m 段丘面内縁標高	▨ 砂質
	20.0m 旧汀線高度	▨ 礫混じり
		▨ 人工改変土
		■ 陸成堆積物（被覆層）
		■ 海成堆積物
		■ 岩盤



地形断面図
*地形の実線は2007年取得の1-m DEM、点線は2017年の地形面



柱状図

(小浦地点 コア写真)



No.1 コア写真

深度0.0～0.15m, 深度1.0～1.05m及び深度2.0～2.15mは, コアサンプラーの打撃により圧縮されているため, 見掛け上コアが欠如している。



No.2 コア写真

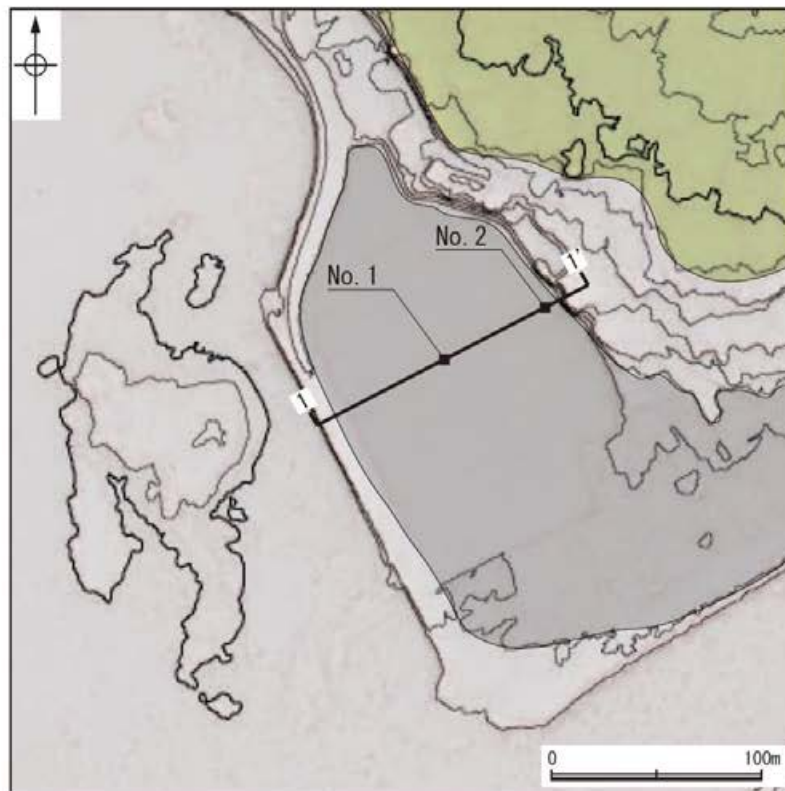
深度0.0～0.1m及び深度2.0～2.22mは, コアサンプラーの打撃により圧縮されているため, 見掛け上コアが欠如している。



No.3 コア写真

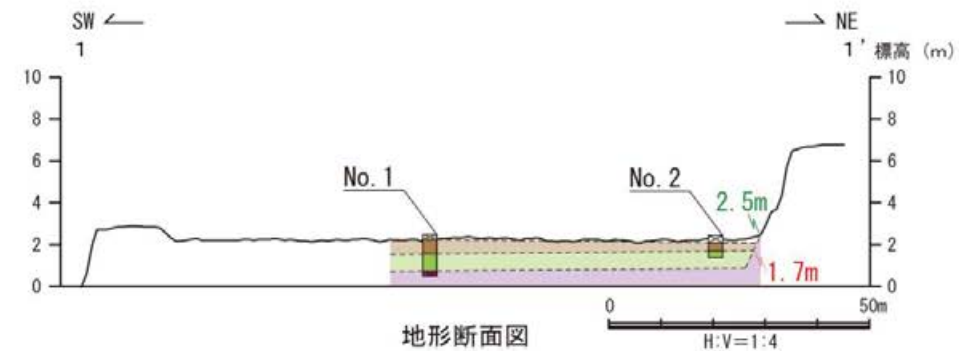
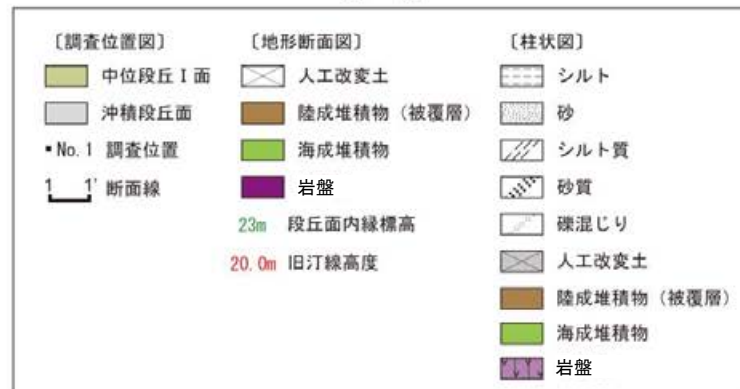
【海岸地形の調査結果】 (安部屋地点)

- 安部屋地点における地形面(当社の沖積段丘面に対応)を構成する地層は、上位より、人工改変土、礫混じりシルト質砂～砂質シルト層、細粒砂層である。
- 礫混じりシルト質砂～砂質シルト層は、全体的に腐植質で炭化物を含むことから、陸成堆積物(被覆層)と判断した。
- また、細粒砂層は、砂が主体で淘汰が良いことから、海成堆積物と判断した。
- よって、本地点は、周辺のベンチとほぼ同程度の高さ(標高約2m)で分布する海成堆積物の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。

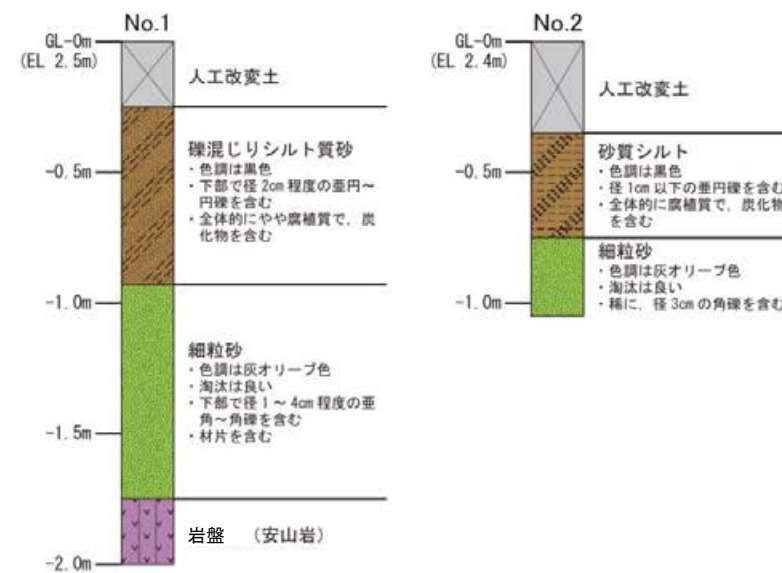


調査位置図

凡例



地形断面図



柱状図

富来川南岸断層～兜岩沖断層間

(安部屋地点 コア写真)



No.1 コア写真

深度0.0～0.28m及び深度1.0～1.29mは、コアサンプラーの打撃により圧縮されているため、見掛け上コアが欠如している。



No.2 コア写真

深度0.0～0.44mは、コアサンプラーの打撃により圧縮されているため、見掛け上コアが欠如している。

参考文献

- 阿部勝征・岡田篤正・垣見俊弘(1985):地震と活断層, アイ・エス・ユー株式会社.
- 赤木功・井上弦・長友由隆(2003):九州南部に分布する赤黄色土(古赤色土)の産状, 日本土壤肥料学雑誌, 74, 623-630.
- Aoki, N., Narahara, S., Takahashi, A., Nishiki, T.(2010):Imaging of conflicting dipping events by the multi-dip reflection surfaces method. SEG Expanded Abstract.
- 土木学会(1985):「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法」報告書, 第2編地質調査法, 土木学会原子力土木委員会.
- 福井県(2012):福井県における津波シミュレーション結果について, 平成24年9月3日, 福井県危機対策・防災課.
- 後藤秀昭・中埜貴元・小山拓志・山中蛭(2020):1:25,000 都市圏活断層図「下梨」, 国土地理院.
- 後藤秀昭・岡田真介・楳原京子・杉戸信彦・平川一臣(2015):1:25,000 都市圏活断層図「高岡」, 国土地理院.
- 後藤秀昭・岡田篤正・熊原康博・堤浩之・山中崇希(2019):1:25,000 都市圏活断層図「白川村」, 国土地理院.
- 長谷川正(2005):身近な自然・砂丘の調べ方, 地球科学, 59, 213-218.
- 服部貴志・浜田昌明・高山陶子・小野田敏・坂下学・山口弘幸・平松良浩(2014):古砂丘・古期扇状地に関する空中写真を活用したDEM解析による地形特性の検討, 地形, 35, 4.
- 平井佐利(2004MS):能登半島志賀町・富来町の穴水累層安山岩類の岩石学:洪水安山岩の可能性, 金沢大学自然科学研究科修士論文.
- Hiramatsu, Y., Sawada, A., Kobayashi, W., Ishida, S., Hamada, M.(2019):Gravity gradient tensor analysis to an active fault: a case study at the Togi-gawa Nangan fault, Noto Peninsula, central Japan. Earth, Planets and Space, 71:107,8.
- 廣内大助・澤 祥・杉戸信彦・鈴木康弘・松多信尚(2018):1:25,000 都市圏活断層図「大町 改訂版」, 国土地理院.
- 廣内大助・澤祥・松多信尚・安江健一(2020):1:25,000 都市圏活断層図「信濃池田 改訂版」, 国土地理院.
- 本多亮・澤田明宏・古瀬慶博・工藤健・田中俊行・平松良浩(2012):金沢大学重力データベースの公表, 測地学会誌, 58, 4, 153-160.
- 池田安隆・澤祥・中田高・松多信尚(2003):1:25,000 都市圏活断層図「伊那」, 国土地理院.
- 今泉俊文・澤祥・東郷正美・池田安隆(1998):1:25,000 都市圏活断層図「甲府」, 国土地理院.
- 今泉俊文・東郷正美・堤浩之・金田平太郎・中村洋介・廣内大助(2003):1:25,000 都市圏活断層図「泊」, 国土地理院.
- 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.
- 井上大栄・宮越勝義・上田圭一・宮脇明子・松浦一樹(2002):2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査, 地震2, 54, 557-573.
- 井上厚行(2003):熱水変質作用, 資源環境地質学, 資源地質学会, 195-202.
- 井上卓彦・村上文敏・岡村行信・池原研(2007):2007年能登半島地震震源域の海底活断層, 東京大学地震研究所彙報, 82, 301-312.
- 井上卓彦・岡村行信(2010):能登半島北部周辺20万分の1海域地質図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 井上卓彦・尾崎正紀・岡村行信(2010):能登半島北部域20万分の1海陸シームレス地質図及び断面図, 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 石田聡史・宮本慎也・吉田進(2018):志賀原子力発電所前面海域における海底重力探査の概要, 電力土木2018年11月号, 398, 110-114.
- 石川県(1997):1:33,000漁場環境図「富来・志賀・羽咋海域」, 石川県.
- 石川県(2012):石川県津波浸水想定区域図の作成について.
- 地震調査委員会(2004a):跡津川断層帯の長期評価について, 地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2004b):庄川断層帯の長期評価について, 地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2005a):邑知潟断層帯の長期評価について, 地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2005b):牛首断層帯の長期評価について, 地震調査研究推進本部.

参考文献

- 地震調査委員会(2007):魚津断層帯の長期評価について,地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2008):砺波平野断層帯・呉羽山断層帯の長期評価の一部改訂について,地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2009):福井平野東縁断層帯の長期評価の一部改訂について,地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2013):森本・富樫断層帯の長期評価の一部改訂について,地震調査研究推進本部.
- 地震調査委員会(2015):糸魚川-静岡構造線断層帯の長期評価(第二版),地震調査研究推進本部.
- 海上保安庁水路部(1982):昭和56年日本海上保安庁水路部の測量,七尾湾,第6334号,7-S.
- 金田平太郎・岡田篤正・岡田真介・小山拓志・宮内崇裕(2019):1:25,000 都市圏活断層図「立山」,国土地理院.
- 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学,朝倉書店.
- 関西電力株式会社(2016):美浜発電所3号炉 地盤(敷地の地質・地質構造)について,平成28年5月20日 第361回審査会合,机上配布資料2,22-27.
- 粕野義夫(1993):石川県地質誌新版・石川県地質図(10万分の1)説明書,石川県・北陸地質研究所.
- 加藤碩一・杉山雄一(編)(1985):50万分の1活断層図「金沢」,地質調査所.
- 活断層研究会(編)(1991):新編日本の活断層一分布図と資料一,東京大学出版会.
- 木村敏雄・恒石幸正(1978):太田陽子・松田時彦・平川一臣著「能登半島の活断層」に対して,第四紀研究,17(1),39-42.
- 小林航・浜田昌明・石井順一・平松良浩(2018):能登半島西岸の丘陵地における風成砂層の分布, JpGU2018年大会, HGM03-09.
- 小林航・浜田昌明・田中康久・川崎慎治・村上卓矢・坂下学・澤田明宏・平松良浩(2020):反射法および重力探査の統合解析による富来川南岸断層周辺の地下・地質構造の検討, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, SSS11-P11.
- 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.
- 国土地理院(2006):<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/gravity/grv_serach/gravity.pl>, (参照2006-12-21).
- 駒澤正夫(2003):日本の重力探査事情一地下構造とのかかわり,石油技術協会誌,68,1.
- 熊原康博・岡田篤正・後藤秀昭・堤浩之・松多信尚(2019):1:25,000 都市圏活断層図「飛騨古川」,国土地理院.
- Kusumoto, S.(2016):Dip distribution of Oita-Kumamoto tectonic line located in central Kyusyu, Japan, estimated by eigenvectors of gravity gradient tensor, Earth Planets Space, 68:153.
- 町田洋・松田時彦・梅津正倫・小泉武栄(編)(2006):日本の地形5 中部,東京大学出版会.
- 町田洋・新井房夫(2011):新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺](第2刷),東京大学出版会.
- 松多信尚・石村大輔・楮原京子・後藤秀昭・廣内大助(2018):1:25,000 都市圏活断層図「白馬岳 改訂版」,国土地理院.
- 松多信尚・岡田篤正・岡田真介・澤祥・平川一臣・廣内大助・八木浩司(2016):1:25,000 都市圏活断層図「鶴来」,国土地理院.
- 松多信尚・澤祥・鈴木康弘・中埜貴元・廣内大助(2021):1:25,000 都市圏活断層図「諏訪 改訂版」,国土地理院.
- 増田富士雄・藤原治・酒井哲弥・荒谷忠(2001):房総半島九十九里浜平野の海浜堆積物から求めた過去6000年間の相対的海水準変動と地震隆起,地学雑誌,110,650-664.
- 松井健・加藤芳朗(1965):中国・四国地方およびその周辺における赤色土の産状と生成時期一西南日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的研究第2報,資源研究所彙報,64.
- 宮内崇裕・岡田篤正・金田平太郎・澤祥・中埜貴元(2019):1:25,000 都市圏活断層図「有峰湖」,国土地理院.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2015):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成26年度 成果報告書.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2016):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成27年度 成果報告書.
- 村田泰章・宮川歩夢・駒澤正夫・名和一成・大熊茂雄・上嶋正人・西村清和・岸本清行・宮崎光旗・志知龍一・本多亮・澤田明宏(2018):金沢地域重力図(ブーゲー異常),重力図, no. 33, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 永塚鎮男(1975):西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究,農業技術研究所報告B第26号別刷,133-257.

参考文献

- Nagatsuka, S., Maejima, Y.(2001): Dating of Soils on the Raised Coral Reef Terraces of Kikai Island in the Ryukyus, Southwest Japan: With Special Reference to the Age of Red–Yellow Soils. The Quaternary Research,40,137–147.
- 中埜貴元・石村大輔・後藤秀昭・山中崇希(2020): 1:25,000 都市圏活断層図「白山」, 国土地理院.
- 中田高・今泉俊文(編)(2002): 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会.
- Nakata, E., Yukawa, M., Okumura, H., Hamada, M. (2019): K–Ar dating by smectite extracted from bentonite formations, E3S Web of Conference, 98, 12015.
- 成瀬洋(1974): 西南日本太平洋岸地域の海岸段丘に関する2・3の考察, 大阪経大論集, 99.
- 日本第四紀学会(編)(1987): 日本第四紀地図, 東京大学出版会.
- 日本第四紀学会(2010): 第四紀と更新世の新しい定義と関連する地質時代・年代層序の用語について, <http://quaternary.jp/news/teigi09.html>.
- 日本海における大規模地震に関する調査検討会(2014): 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書.
- 能登半島中部西海岸活断層研究グループ(2019): 段丘・海食微地形・化石からみる能登半島志賀町中部西海岸地域の後期更新世～完新世地殻変動. 地球科学, 73(4), 205–221.
- 岡村行信・竹内圭史・上嶋正人・佐藤幹夫(1994): 20万分の1佐渡島南方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, no.43, 地質調査所.
- 岡村行信・竹内圭史・上嶋正人・佐藤幹夫(1995): 20万分の1佐渡島北方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, no.46, 地質調査所.
- 岡村行信(2002): 20万分の1能登半島東方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, no.59(CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡村行信(2007): 20万分の1能登半島西方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, no.61(CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 太田陽子・国土地理院地理調査部(1997): 「能登半島」1:100,000, 地殻変動土地条件図, 国土地理院技術資料, D.1–No.347, 国土地理院.
- 太田陽子・松田時彦・平川一臣(1976): 能登半島の活断層, 第四紀研究, 15, 109–128.
- 太田陽子・平川一臣(1979): 能登半島の海成段丘とその変形, 地理学評論, 52–4, 169–189.
- 大竹政和, 平朝彦, 太田陽子編(2002): 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- 尾崎正紀(2010): 能登半島北部の20万分の1地質図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 尾崎正紀・井上卓彦・高木哲一・駒澤正夫・大熊茂雄(2019): 20万分の1地質図幅「輪島」(第2版), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 桜井操・佐藤任弘・田口広・永野真男・内田摩利夫(1971): 能登半島西方大陸棚の海底地形と地質構造, 地質学雑誌, 77, 10, 645–651.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2009): 20万分の1 日本シームレス地質図DVD版, 数値地質図G-16, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013): 日本重力データベースDVD版, 数値地質図P-2, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 活断層データベース <<https://gbank.gsj.jp/activefault/>>(参照2021-4-21).
- 佐藤比呂志・岩崎貴哉・金沢敏彦・宮崎真一・加藤直子・酒井慎一・山田知朗・宮内崇裕・伊藤谷生・平田直(2007a): 反射法地震探査・余震観測・地殻変動から見た2007年能登半島地震の特徴について, 東京大学地震研究所彙報, 82, 369–379.
- 佐藤比呂志・阿部進・斉藤秀雄・加藤直子・伊藤谷生・川中卓(2007b): 二船式による2007年能登半島地震震源域の反射法地震探査, 東京大学地震研究所彙報, 82, 275–299.
- 澤祥・東郷正美・今泉俊文・池田安隆(1998): 1:25,000 都市圏活断層図「茅野」, 国土地理院.
- 澤田明宏・平松良浩・小林航・浜田昌明(2021): 重力異常解析による眉丈山第2断層の断層構造の推定, 日本地球惑星科学連合2021年大会, SSS10–P05.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter E. K.(2006): Eustatic sea level during past interglacials, Sirocko, F., Litt, T., Claussen, M., Sanchez–Goni, M. F. editors. The climate of past interglacials, Elsevier, Amsterdam, 75–92.
- Smith, W. H. F., Wessel, P.(1990): Gridding with continuous curvature splines in tension, Geophysics, Vol.55, No.3, 293–305.
- Srodon, J., Eberl, D. D. (1984): Illite, Micas (Reviews in Mineralogy, vol 3), S. W. BEILEY, editor., Mineralogical Society of America, 495–544.
- 周藤賢治・小山内康人(2002): 岩石学概論・上 記載岩石学ー岩石学のための情報収集マニュアル, 共立出版.

参考文献

- 杉戸信彦・池田安隆・今泉俊文・堤浩之・東郷正美(2010):1:25,000 都市圏活断層図「邑知潟」, 国土地理院.
- 杉戸信彦・岡田篤正・熊木洋太・田力正好・中田高(2019):1:25,000 都市圏活断層図「船津」, 国土地理院.
- 鈴木宇耕(1979):東北裏日本海域の石油地質, 石油技術協会誌, 44, 5.
- 鈴木康弘・千田昇・廣内大助・松多信尚(2020):1:25,000 都市圏活断層図「松本 改訂版」, 国土地理院.
- Talwani, M., Worzel, J. L., Landisman, M. (1959): Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino Submarine Fracture Zone. J Geophys Res 64-1, 49-59.
- 田中隆(1979):北陸・山陰沖の堆積盆地の分布と性格, 石油技術協会誌, 44, 5.
- 田力正好・池田安隆・澤祥・今泉俊文・東郷正美(1998):1:25,000 都市圏活断層図「葦崎」, 国土地理院.
- 田力正好・岡田篤正・杉戸信彦・中田高・山中崇希(2019):1:25,000 都市圏活断層図「白木峰」, 国土地理院.
- The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001): Gravity measurements and database in southwest Japan, Gravity Database of Southwest Japan (CD-ROM), Bull. Nagoya University Museum, Special Rep., No.9.
- 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壮・阿部寛信・坂井真一・向山建二郎(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, 13-1, 27-53.
- 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤祥(1998):1:25,000 都市圏活断層図「金沢」, 国土地理院.
- 東郷正美・今泉俊文・堤浩之・金田平太郎・中村洋介・廣内大助(2003):1:25,000 都市圏活断層図「魚津」, 国土地理院.
- 東郷正美・岡田篤正・堤浩之・石山達也・小野塚良三(2001):1:25,000 都市圏活断層図「福井」, 国土地理院.
- 堤浩之・石山達也・杉戸信彦・中田高・平川一臣(2010):1:25,000 都市圏活断層図「邑知潟西南部」, 国土地理院.
- 堤浩之・岡田篤正・後藤秀昭・澤祥・杉戸信彦・東郷正美・宮内崇裕(2008):1:25,000 都市圏活断層図「高山西南部」, 国土地理院.
- 堤浩之・東郷正美・渡辺満久・中村洋介(2002):1:25,000 都市圏活断層図「富山」, 国土地理院.
- 堤浩之・東郷正美・今泉俊文・中村洋介・金田平太郎・廣内大助(2003):1:25,000 都市圏活断層図「砺波」, 国土地理院.
- 渡辺満久・中村優太・鈴木康弘(2015):能登半島南西岸変動地形と地震性隆起, 地理学評論, 88-3, 235-250.
- 渡辺隆(1981):イライト／モンモリロナイト混合層鉱物の混合層構造の判定, 鉱物学雑誌, 第15巻 特別号, 32-41.
- 渡辺隆(1986):混合層粘土鉱物の構造解析と判定法の諸問題, 粘土科学, 第26巻, 第4号, 238-246.
- Wessel, P., Smith, W.H.F.(1998): New, improved version of the generic mapping tools released. Eos. Trans. AGU 79, 579.
- 山本博文・上嶋正人・岸本清行(2000):20万分の1 ゲンタツ瀬海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, 50, 地質調査所.
- Yamamoto, A., Shichi, R., Kudo, T.(2011): Gravity database of Japan (CD-ROM), Earth Watch Safety Net Research Center, Chubu Univ., Special Publication, No.1.
- 吉岡敏和・粟田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎(2005):全国主要活断層活動確率地図説明書, 構造図(14), 独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.