

3. 7 菊川断層帯（南部区間）の調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 菊川断層帯沿岸海域部における ALB 計測

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人産業技術総合研究所	研究グループ長	宮下由香里
国立研究開発法人産業技術総合研究所	テクニカルスタッフ	栗田泰夫

(c) 業務の目的

地震発生確率が不明（Xランク）な主要活断層帯のうち、山口県に分布する菊川断層帯（南部区間）について、地震発生確率を算出するための基礎データを取得することを目的とする。

菊川断層帯は、北部、中部、南部の3区間に分けられており、いずれも海域を含む（図1）。これらのうち、北部と南部区間がXランクに相当する（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2016a）。北部区間は全域が海域である。中部区間は、海域から南東側陸域に連続して断層が分布する。南部区間の南端は陸域の断層部末端とされているが、南東海域延長部には同じ走向の宇部南方沖断層が分布しており、両断層が一連の断層帯を構成する可能性が指摘されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2016b）。

本業務では、南部区間、とくに宇部南方沖断層との間の沿岸海域の断層の分布形状とその活動性について明らかにすることを最終的な目的とする。令和元年度は、沿岸海域についてグリーンレーザを用いた海底地形計測を実施する。令和2年度は、沿岸海域の音波探査と採泥、令和3年度は陸域での活動履歴調査を実施する予定である。最終的には、菊川断層帯南部区間の分布（位置及び形状）と断層長、平均的な変位速度を取得し、断層帯全体の評価に資することを目的とする。

(d) 年度毎の実施業務の要約

1) 令和元年度：

陸域から海域に連続する活断層帯において、海陸接合部における断層の正確な位置や微細な変動地形等を検出することを目的として、菊川断層帯の沿岸海域部において、浅海底レーザ計測を実施した。取得した計測データの解析により沿岸海域での断層変位地形の把握を試みた。また、海底地形が詳細に把握されている箇所と新規取得データとの接合を試み、新手法の適応性について検討するとともに、海陸の断層トレースと周辺の地質・重力等の分布との関係について検討した。

2) 令和2年度：

沿岸海域において1箇所以上で音波探査を実施し断層の位置及び分布を検討する。また、2箇所以上で採泥、年代測定を行い、活動性を検討する。

3) 令和3年度：

1 箇所以上でボーリング調査、トレンチ調査及び年代測定を実施し、活動履歴及びずれ量を検討する。



図1 菊川断層帯の位置図

断層の位置・区間分けは、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2016a）による。基図は国土地理院の地理院地図を使用した。赤枠が ALB 計測範囲。

(2) 令和元年度の成果

(a) 業務の要約

X ランクの活断層帯評価のため、これまで取得が困難であった海陸接合部の連続的な地形データを取得し、断層の正確な位置や微細な変動地形等を検出することを目的として、菊川断層帯の沿岸海域部において、浅海底レーザ計測を実施した。取得した計測データの解析により、沿岸海域での断層変位地形の詳細の把握及び海底地形が詳細に把握されている箇所と新規取得データとの接合を試み、新手法の適応性について検討した。また、海陸の断層トレースと周辺の地質・重力等の分布との関係について検討した。

(b) 業務の実施方法

本業務の実施手順を図2に示す。また、以下に、各過程の詳細を記述する。

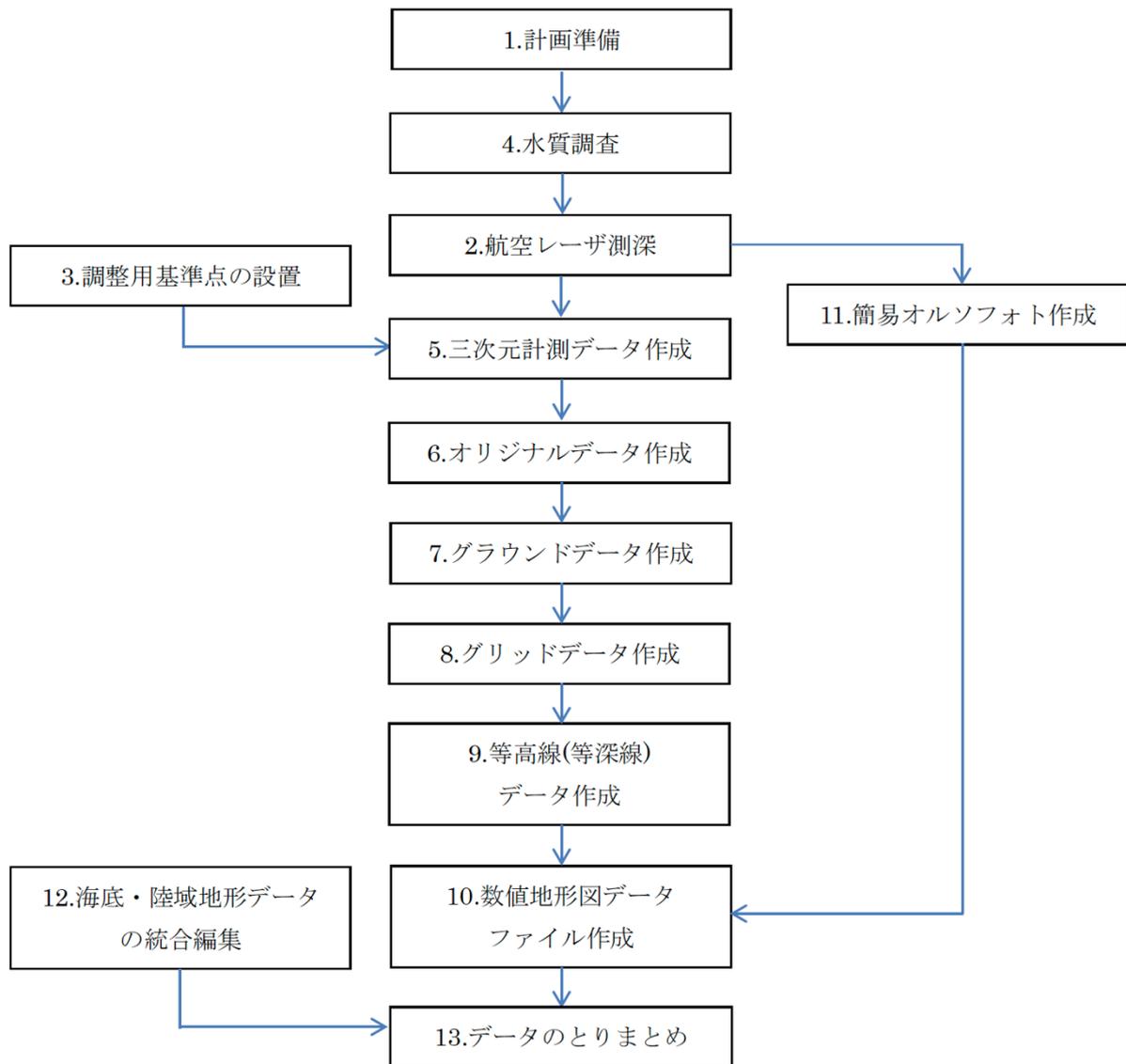


図2 航空レーザ測深（ALB）の手順

1) 計画準備

ALB（航空レーザ測深；詳細は2）を参照）による水面下地形の計測は、水質の影響を強く受け、最大測深深度は経験的に透明度の2倍程度と言われている。菊川断層帯におけるALB計測候補地として、南部区間（周防灘側）では、山陽小野田市の本山岬沖、小野田港、中部区間（響灘側）では、下関市の神田岬～宇賀本郷沖の3海域が挙げられる。周防灘と響灘の水質、とくに透明度を比較すると、響灘の透明度が有意に高い（図3）。この傾向は、過去10年間（2009年～2018年）において、変化していない（瀬戸内海総合水質調査ウェブサイト）。以上の状況を踏まえ、ALB計測は、データ取得の可能性がより高い響灘側の神田岬～宇賀本郷沖で実施することとした（図1）。響灘から日本海における海域では、海上保安庁により、2008年から2009年にかけて海底地形測量が実施され、結果が杉山ほか（2010）にまとめられている。杉山ほか（2010）では、菊川断層帯の活動によって形成されたと考えられる複数の海底地形が記述されており、宇賀本郷沖の浅海域では断層活動による溝状地形を認

めている。本調査では、この溝状地形とさらに陸側浅部の海底地形を捉えることを通じて、ALB計測の有用性を検証することとした。

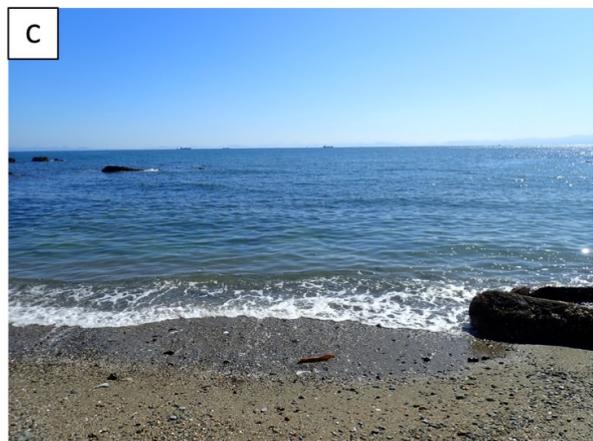
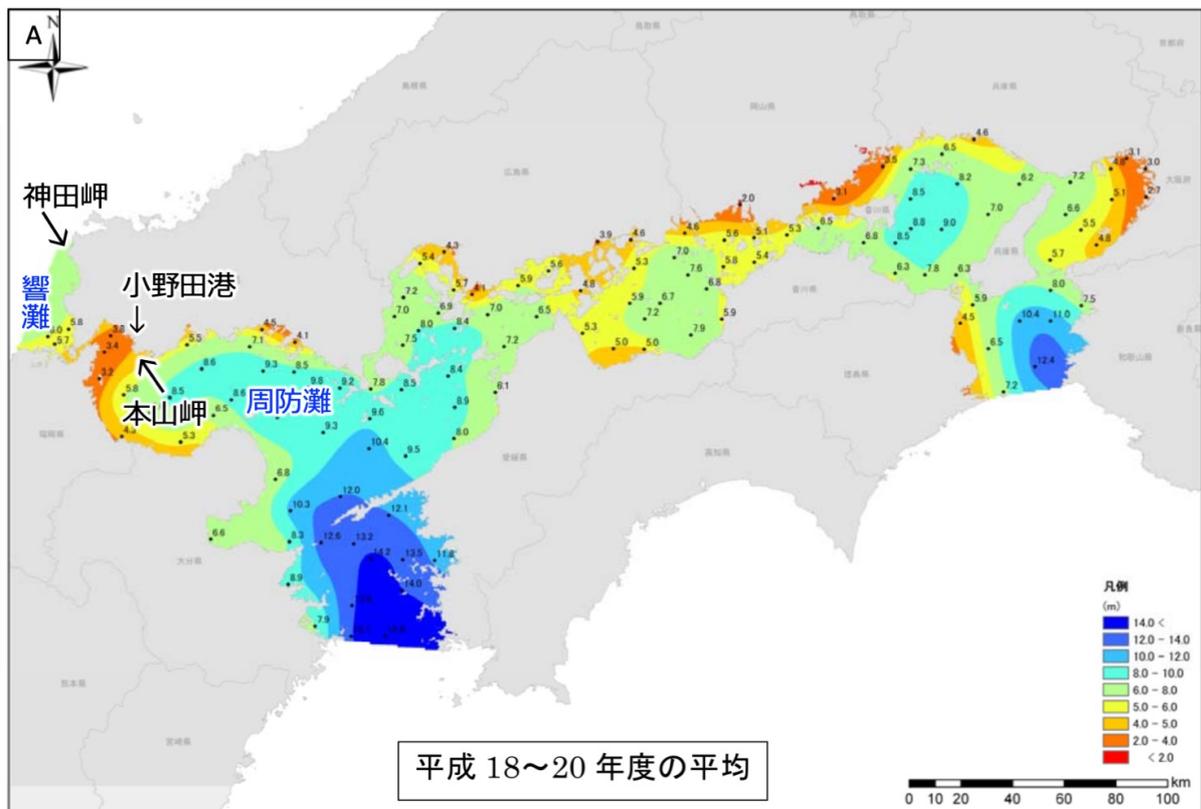


図3 菊川断層帯沿岸海域の透明度

A: 瀬戸内海の透明度（環境省ウェブサイトより）、B: 小野田港の海水、C: 本山岬の海水（いずれも山口県山陽小野田市）

ALBに計測では、先に述べた水質のほか水深・波浪の影響を受けるため、アメダス及び気象庁波浪予想図等の情報を注視した上で計測可否判断に活用し、極力濁りが少なく、潮位が低い時間帯で計測を行うこととした。目的とする地形データを取得するため、計測の仕様は表1を満たすように設定した。

表1 ALB計測の仕様

a. 計測密度	0.5m×0.5mメッシュの範囲に1点以上のレーザ点を照射
b. 対地高度	400mを標準とした。
c. スキャン角	±20度以下とし、円弧状のスキャンを可能とした。

2) 航空レーザ測深 (ALB)

航空レーザ測深 (ALB: Airborne LiDAR Bathymetry) は、陸域用レーザ (近赤外) と水域用レーザ (緑色レーザ) を搭載し、陸域及び水面下の三次元データを取得する計測方法である。レーザ測距、GNSSによる衛星測位、IMU (慣性計測装置) による計測・解析の原理は、航空レーザ測量とほぼ同様であるが、従来型の航空レーザ測量と異なり、浅水域の計測が可能である点が大きな特徴である。

計測にあたり、0.5 m×0.5 mメッシュの範囲に1点 (4点/n²) 以上のレーザ照射密度を満たすように設定した (表1)。計測機体は、比較的低速度で高密度な計測が可能な回転翼機を使用した。航空レーザ測深 (ALB) システムは仕様を満たす機材を使用した。機材の諸元を表2に、計測時の計測諸元を表3に、菊川断層帯における計測コースを図4にそれぞれ示す。

表2 航空レーザ測深 (ALB) システムの諸元

水部用レーザ (グリーン)	35kHz (波長515nm)、波形記録形式 フットプリントは240cm (対地高度500mの場合)	
陸部用レーザ (近赤外域)	最大500kHz (波長1,064nm、波形記録形式) フットプリントは50cm (対地高度500mの場合)	
レーザクラス	クラス4 (アイセーフ高度120m以上)	
運用可能な対地高度	水域: 500m、陸域: ~1,600m	
スキャン方式	楕円方式 (オブリークスキャン)	
視野角 (FOV)	前/後: ±14度、左/右: ±20度 計測幅は対地高度の71% (500m計測で約350m)	
データ取得可能密度 (対地高度400mの最大値)	水部: 約1.5点/m ² 、陸部: 約12点/m ² (単コースの場合)	
水域の測深精度	0.15m (2σ: 95%)	
測深性能	~15m程度 (~1.5×セッキ水深) ※透明度や底質等に依存	
デジタル カメラ	撮影バンド数	4バンド (RGB近赤外) 同時取得 (機械式FMC装備)
	画素数	8,000万画素 (10,320×7,752)
重量	約80kg	

表3 菊川断層帯の計測諸元

使用機体	回転翼機
使用機材	Chiroptera II
飛行高度	500m
対地高度	329m～500m
対地速度	25m/s (90km/h)
パルス頻度	水域：35kHz、陸域：150kHz
スキャン頻度	水域：1278rpm、陸域：2647rpm
スキャン角	計測±20°、処理±18°
コース数	12コース
デジタルカメラ地上解像度	5cm

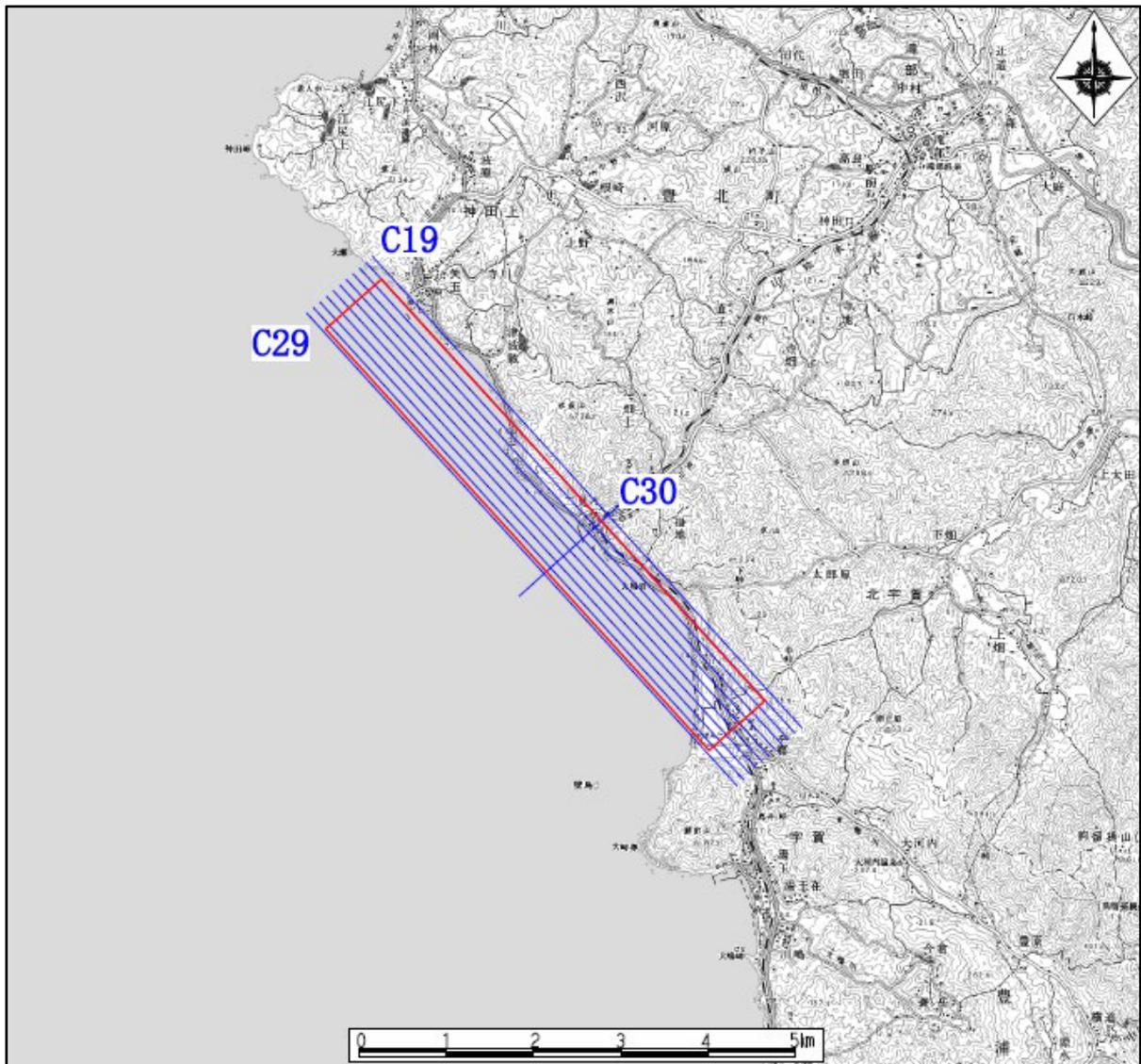


図4 菊川断層帯における航空レーザ計測航跡図

また、航空レーザ測量の対象地区より50 km圏内に1点を目安として、固定局（電子基準点・三角点などの座標が既知である点）を選点し、航空機による計測・撮影と同期して、固定局においてGNSS観測を行った。本測量では、固定局として電子基準点「豊北」を使用した。

3) 調整用基準点の設置

三次元計測データの点検及び調整を行うため、調整用基準点を設置した。調整用基準点は、三次元計測データにおいて現地位置が確認できる平坦な箇所で、調整用基準点の計測に支障がない場所に設置し、GNSS受信機を設置したスタティック法等（図5）により基準点の座標を計測した。

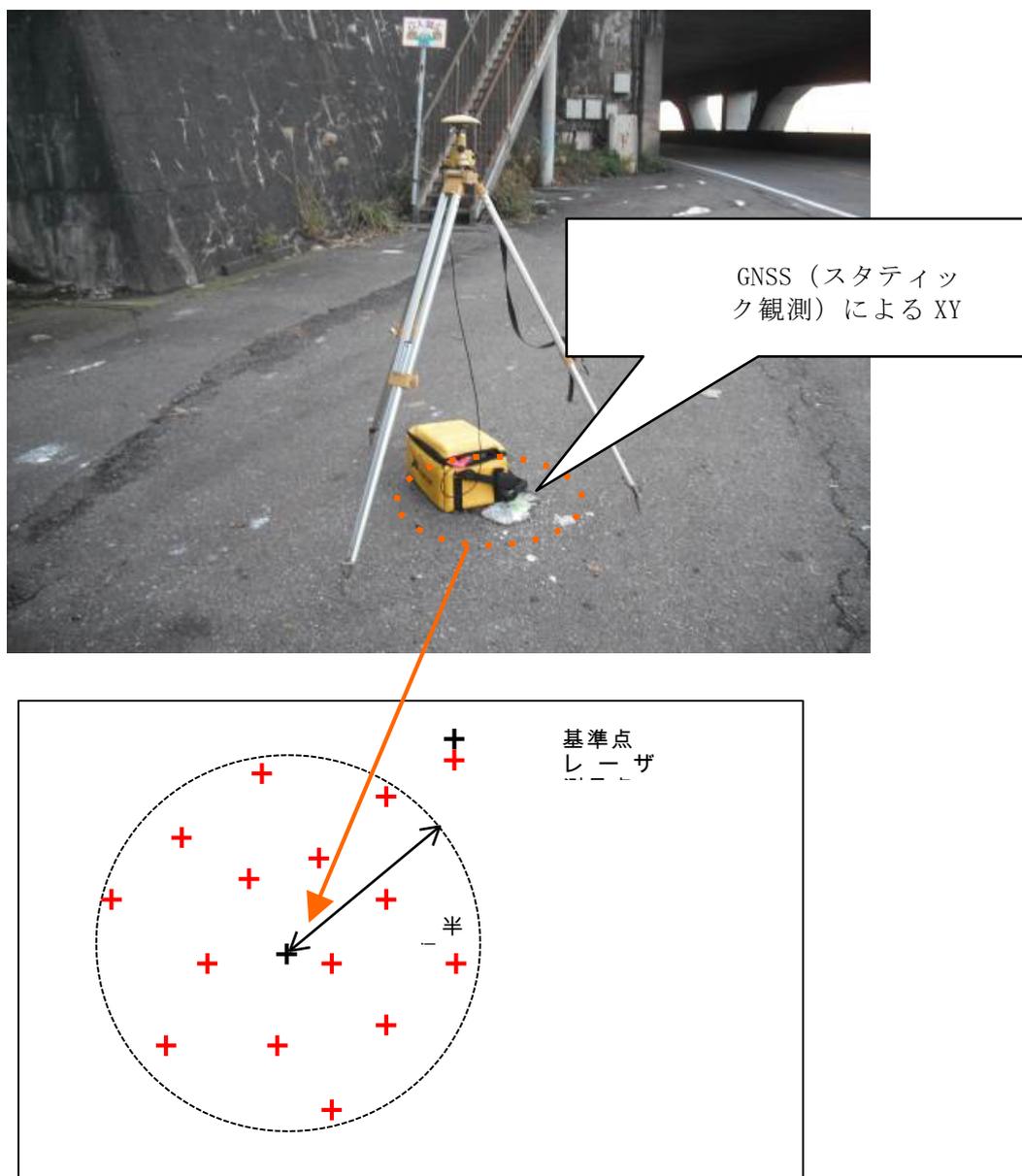
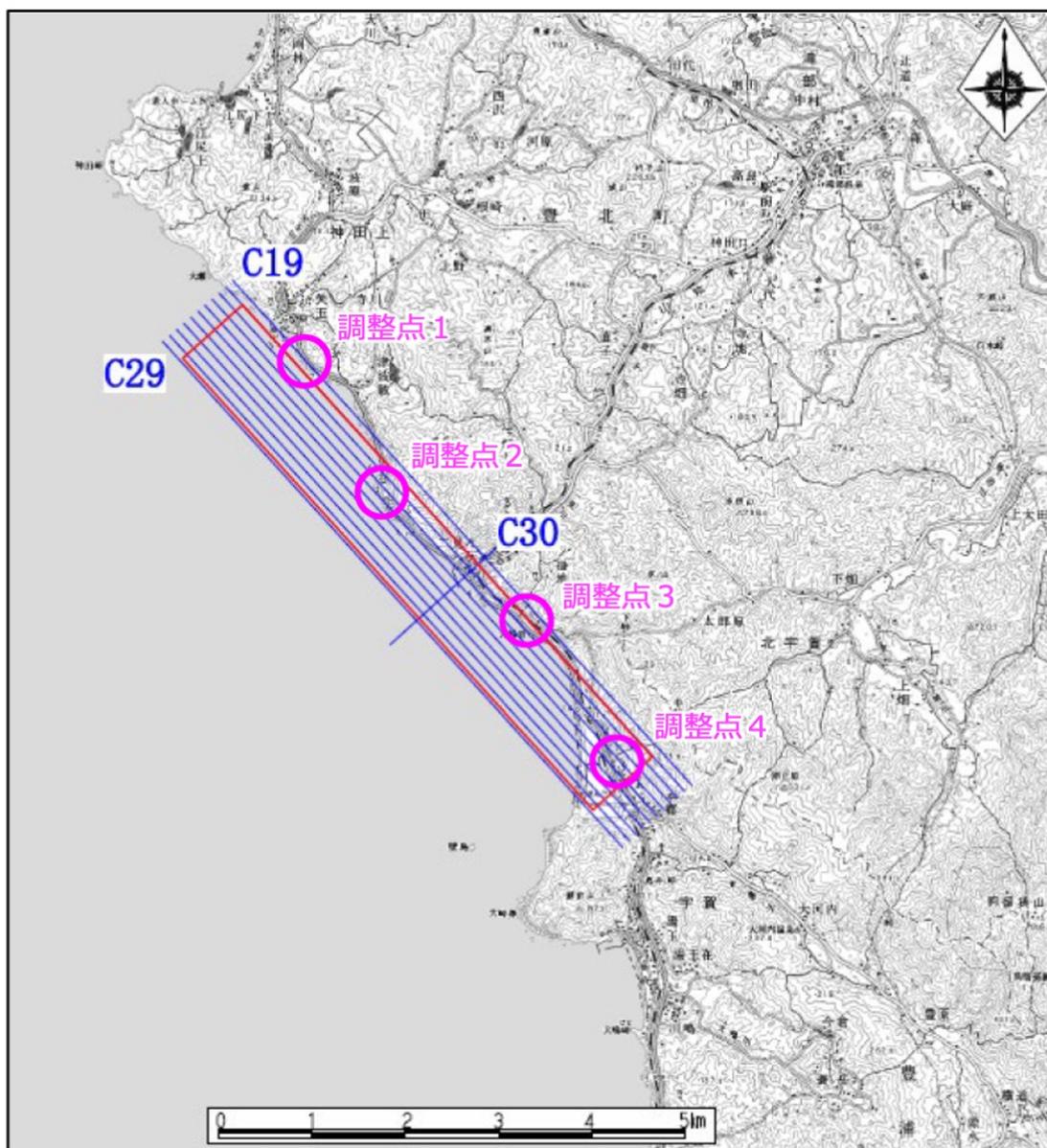


図5 調整用基準点測量（スタティック法）

また、調整用基準点の配点は、可能な限り計測区域をカバーする範囲で選定し、計測区域にできるだけ均一に配置した。本測量の調整用基準点設置箇所と調整用基準点の座標一覧を図6に示す。

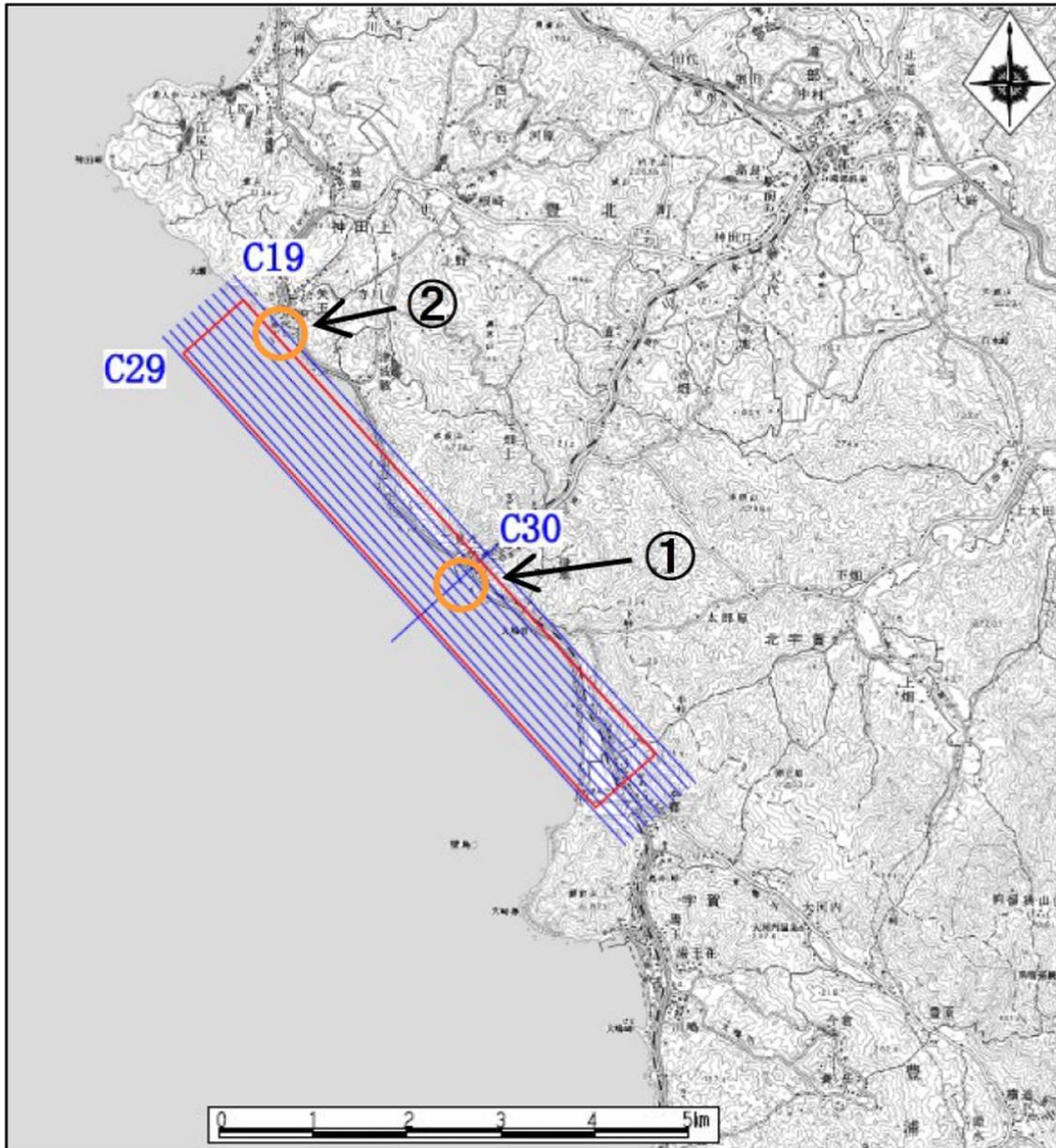


点名	E (X) 座標	N (Y) 座標	H (標高)
調整点 1	-191429.926	-117324.560	6.686
調整点 2	-192671.504	-116713.834	7.457
調整点 3	-193871.007	-115590.980	6.043
調整点 4	-195743.999	-114165.235	24.012

図6 菊川断層帯における調整用基準点設置箇所（桃色丸印）と座標一覧
Eは東経，Nは北緯で，数字は平面直角座標3系の起点からの距離（m）を示す．Hは標高（m）．

4) 水質調査

水部の計測精度を担保するため、計測対象エリア内の2地点において水質の現地確認調査を実施した。水質調査位置と結果を図7に示す。



	山口①二見漁港	山口②矢玉漁港
透視度	100 cm	100 cm
濁度	1.2度 (1.2 mg/L)	0.8度 (0.8 mg/L)
SS	2 mg/L	4 mg/L
透明度	3.8 m	4.0 m

図7 菊川断層帯における水質調査位置（橙色丸印）と調査結果

- *1 透視度：水の中に含まれる濁りの程度を示す指標で、1 mのメスシリンダーに水を入れ底部の二重十字が識別できる限界の水の深さ。
- *2 濁度：水中の粒子による散乱光の強度と透過光の強度との比を求めて、精製水 1 Lに対して標準物質カオリンを 1 mg含ませた標準液（カリオン標準液、1 mg/L）との比較から求めたもの。
- *3 SS（浮遊物質）：水をろ過した時に分離される物質（固形物）で、粒径 2 mm以下のものの量。水 1 L中にこの物質が 1 mg含まれる場合には 1 mg/Lとなる。⇒本調査では試料を採取して検査機関で実施した。
- *4 透明度：直径30 cmの白色円盤（セッキ盤）を水中に沈めて、肉眼で識別できる限界の水面からの深さ。主に海や湖沼で実施される方法で流れがある場合には判別が難しい。

5) 三次元計測データ作成

三次元計測データは、地表を含む計測コースごとの点群データである。三次元計測データ作成手順を図 8 に示す。

航空レーザ計測データ（地上GNSS基準局のGNSS観測データ、航空機上のGNSS及びIMU観測データ、レーザ測距データ）について統合解析を行い、地表のレーザ照射位置の三次元座標を求めた。

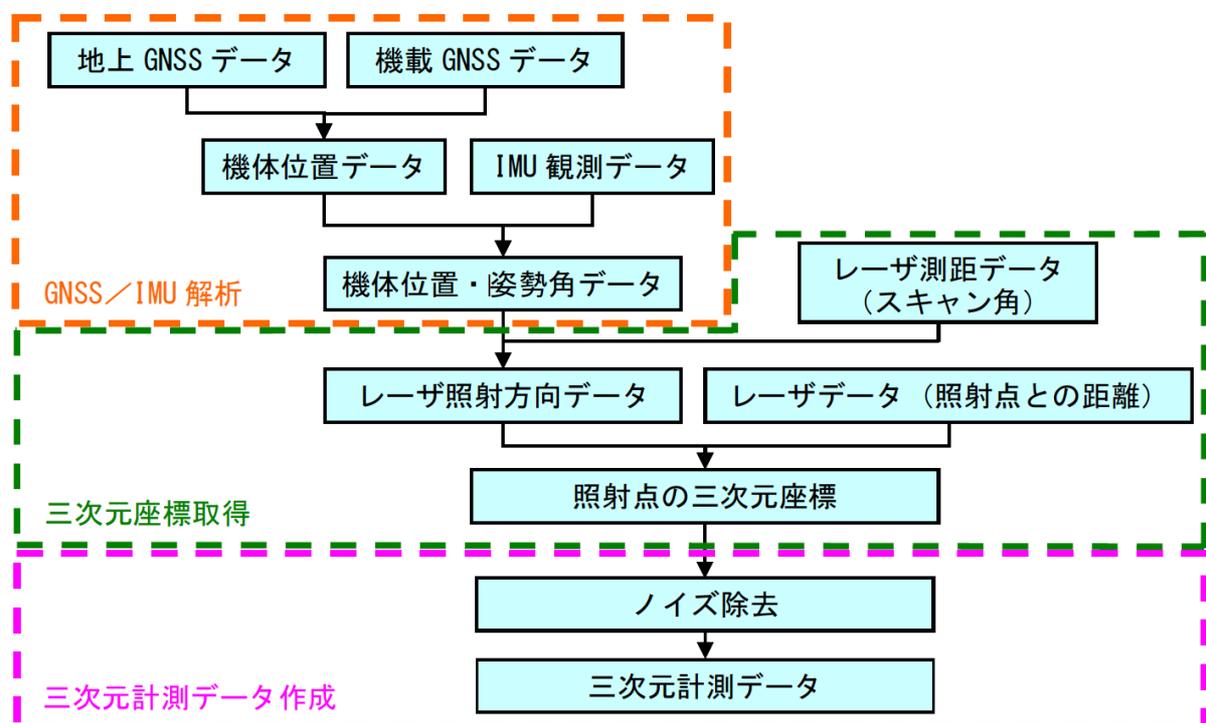


図 8 三次元計測データ作成手順

6) オリジナルデータ作成

オリジナルデータは、地表を含む点群データである。オリジナルデータ作成手順を図 9 に示す。

三次元計測データ（コースごと）のコース間ラップ部分に点検箇所を設置し、標高較差

を検証した。較差が10 cm以上の場合は、点検箇所の再選定により調整を行った。さらに、各コースの3軸回転値とスケールを補正するコースマッチング解析を実施した。コースマッチング解析を行うことで、水平精度と高さ精度の両方を向上させ、高精度な成果データを作成した。コース間較差検証後、コースごとのデータを接合した。このデータと前述した調整用基準点との較差を検証の上、全体を一律に調整し、1/2,500国土基本図郭単位に切り出した。



図9 オリジナルデータ作成手順

7) グラウンドデータ作成

オリジナルデータから、建物や植生などの地物を除去したグラウンドデータを作成した。グラウンドデータ作成の手順を図10に示す。

地物除去フィルタリングは、地形の立体可視化に優れた赤色立体地図（特許3670274号、NETIS：No. SK-130008-A）を用いた手法を採用することで、精度向上を図った。まずコンピュータで自動的に処理する自動フィルタリングを行い、その後目視確認により、残存樹木（海岸林や草本層）、流木、漂流物及び船舶等を丁寧に除去・確認した。この作業を繰り返し行い、地形再現性の向上を図った。自動フィルタリング処理では、Terra Solid社のTerra Scanを使用した。除去する地物は、基本的に公共測量作業規程の準則に従った。

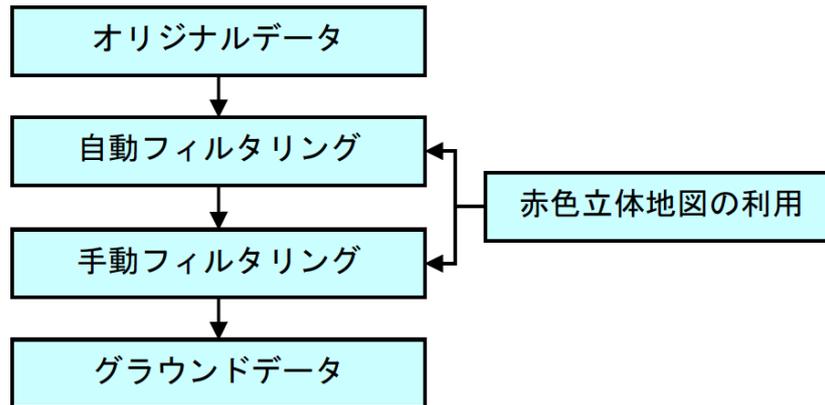


図10 グラウンドデータ作成手順

水域におけるフィルタリングでは、陸域と同様にコンピュータで自動的に処理する自動フィルタリングを行い、手動フィルタリングに際しても赤色立体地図を活用し、水面への照射データ及び水中、水底下のエラーデータの確実な検査・抽出を繰り返し実施した。

また、測深状況については、波形情報を調査することで確認を行い、解析閾値の適正化を図ることで精度向上に努めた。

8) グリッドデータ作成

グラウンドデータからTIN (Triangulated Irregular Network) による内挿計算を実施し、陸部0.5 m・水部1.0 mのグリッドデータを作成した。TINによる内挿計算の概念図を図11に示す。

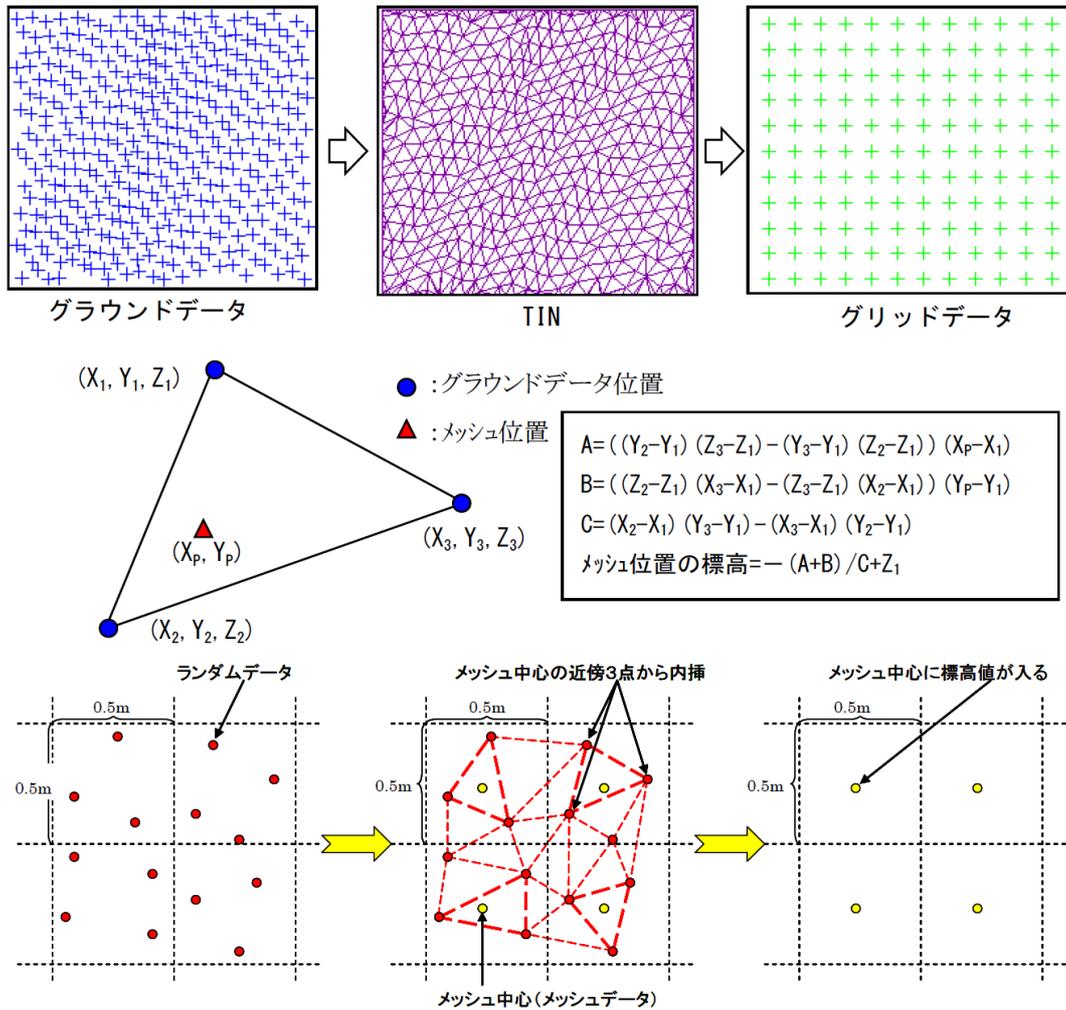


図11 グリッドデータ作成の概念図

9) 等高線（等深線）データ作成

グリッドデータから主曲線間隔1.0 m、計曲線間隔5.0 mの等高線データを作成した。なお、航空レーザ計測データによる微地形表現を反映させるため、基本的に編集等の手作業処理は行わなかった。

10) 数値地形図データファイル作成

計測したデータを使用し、以下の数値地形図データファイルを作成した。

- ① オリジナルデータ
- ② グラウンドデータ
- ③ グリッドデータ（陸部0.5 m・水部1.0 m）
- ④ 等高線（等深線）データ
- ⑤ 水部ポリゴン
- ⑥ 低密度ポリゴン
- ⑦ 簡易オルソフォトデータ
- ⑧ 位置情報ファイル
- ⑨ 格納データリスト

11) 簡易オルソフォト作成

航空機に搭載したデジタルカメラ (RCD30) にて計測と同時に撮影したデジタルカメラ画像から標高データを用いて正射投影変換、簡易色調補正を行い、簡易オルソフォトを作成した。

12) 海底・陸域地形データの統合編集

日本水路協会の海底地形デジタルデータM7000シリーズを編集し、国土地理院基盤地図情報の数値標高モデルと統合した10 mメッシュの地形データを作成した (図12)。作成にあたっては、陸域において既存DEMデータが5 mメッシュのエリアにおいては、5 mメッシュの標高値を用いて10 mメッシュを作成し、可能な限り精度の高い地形データとなるよう留意した。また、異なる品質のデータを繋ぎ合わせるため、各データの境界付近において可能な限り不整合を小さくするよう努めた。データ形式はGeoTiff形式 (ラスタデータ) 及びShape形式 (点データ) とした。

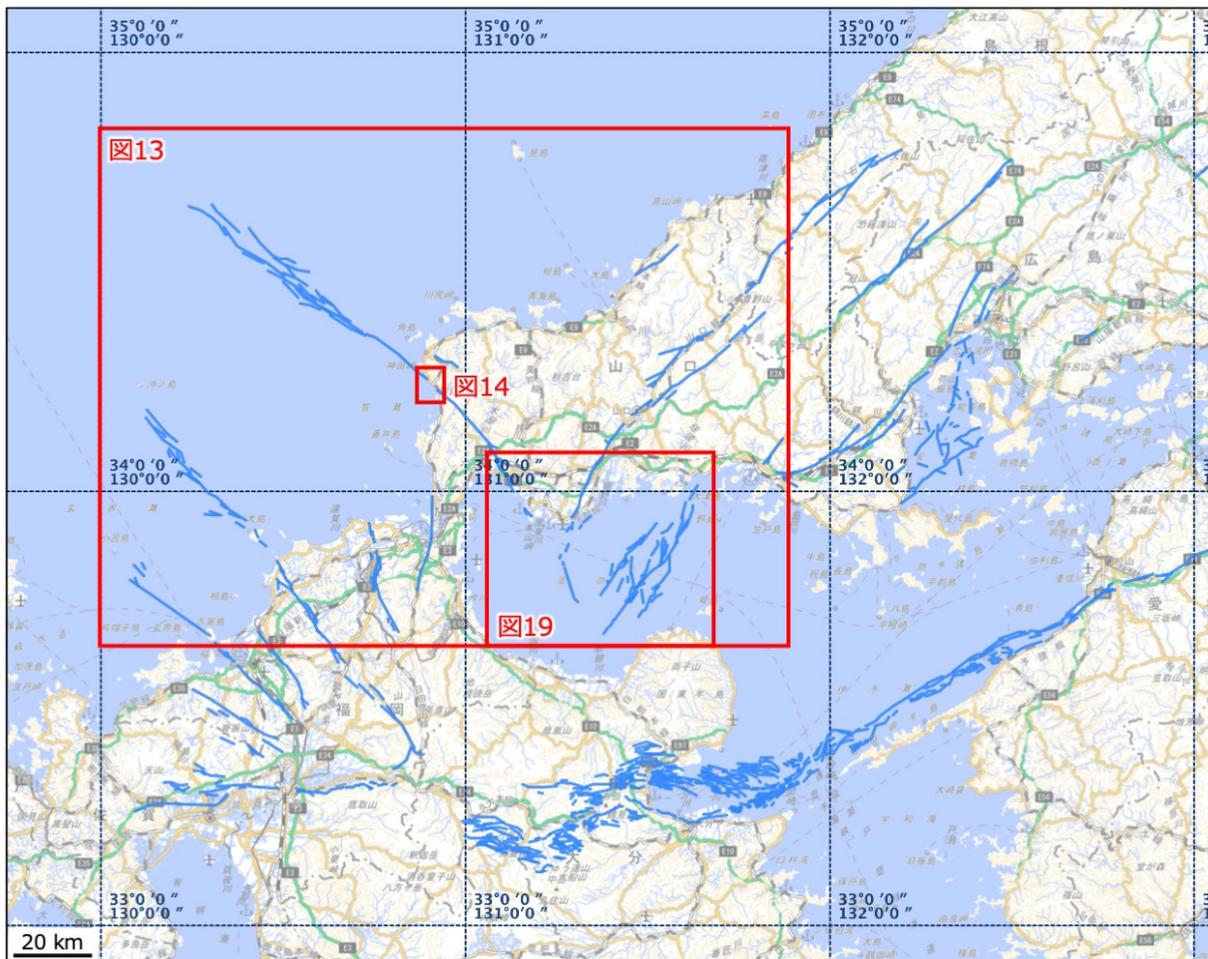


図12 海域・陸域地形データの統合編集作業範囲図

基図は国土地理院の地理院地図を使用した。

13) データのとりまとめ

以上に記述してきたデータを取りまとめ、陰影段彩図、赤色立体図、高度段彩図等を作成するとともに、既存データを重ね合わせた図を作成した。

(c) 業務の成果

1) ALBデータの図化

これまで記述してきた手順に従って作成した菊川断層帯周辺の地形陰影段彩図を図 13A に示す。同図 B には、同じ範囲の地質図にブーゲー異常と活断層トレースを重ねて表示した。

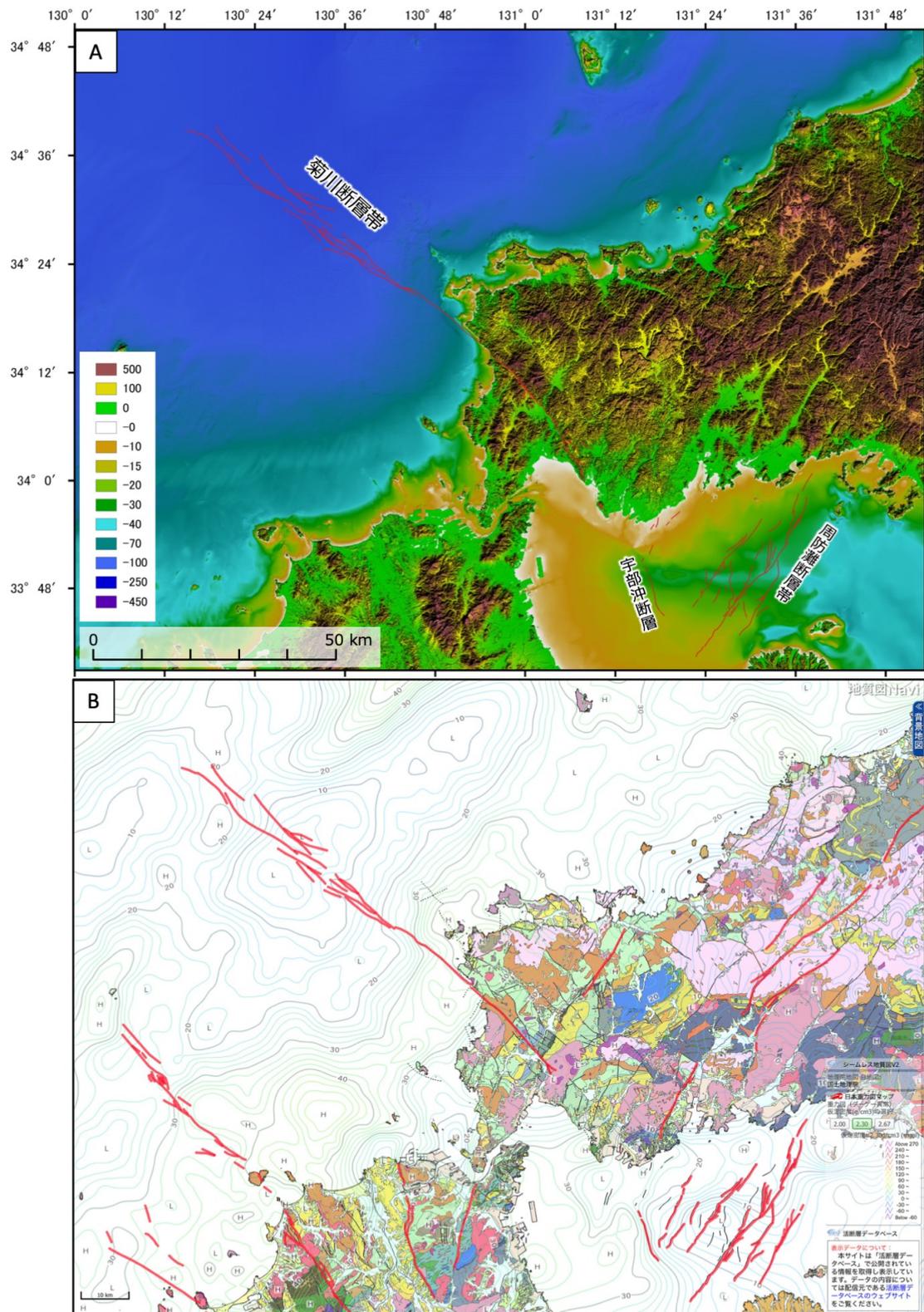


図 13 菊川断層帯全体図

A: 断層帯周辺の地形（陸域は国土地理院数値標高モデル、海域は海底地形デジタルデータ M7013 隠岐、M7014 対馬海峡、M7018 瀬戸内海西部及び海上保安庁提供 30 m メッシュ DEM を使用；以下の図も同じ）、活断層の位置は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2016）による。B: 断層帯周辺の地質と重力（産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2015)、同重力データベース GALILEO、同活断層データベースを使用）。

ALB 計測を実施した山口県下関市宇賀本郷沖の地形陰影段彩図を図 14 に、赤色立体図を図 15 にそれぞれ示す。図 14A 及び図 15A は、既存データ（海底地形デジタルデータ及び国土地理院数値標高モデル）のみを用いて作成した。図 14B 及び図 15B は、ALB 計測データを統合して作成した。いずれの図においても、神田岬から宇賀本郷沖にかけての沖合に、海岸線とほぼ平行な急傾斜部からなるリニアメントが認められる。このリニアメントは、伊藤・泉（2009）、杉山・他（2010）に示された菊川断層帯の海域延長と考えられる。リニアメントのうち、図 15A の矢印で示した区間は、杉山・他（2010）の第 6 図に示された菊川断層の活動による溝状地形（図 15C）に相当する。この溝状地形の南東側延長部の海域に注目すると、ALB 計測範囲において、既往データのみから作成した図よりも解像度が増し、陸域側への延長が明瞭となっている（図 15B の矢印で示した区間）。

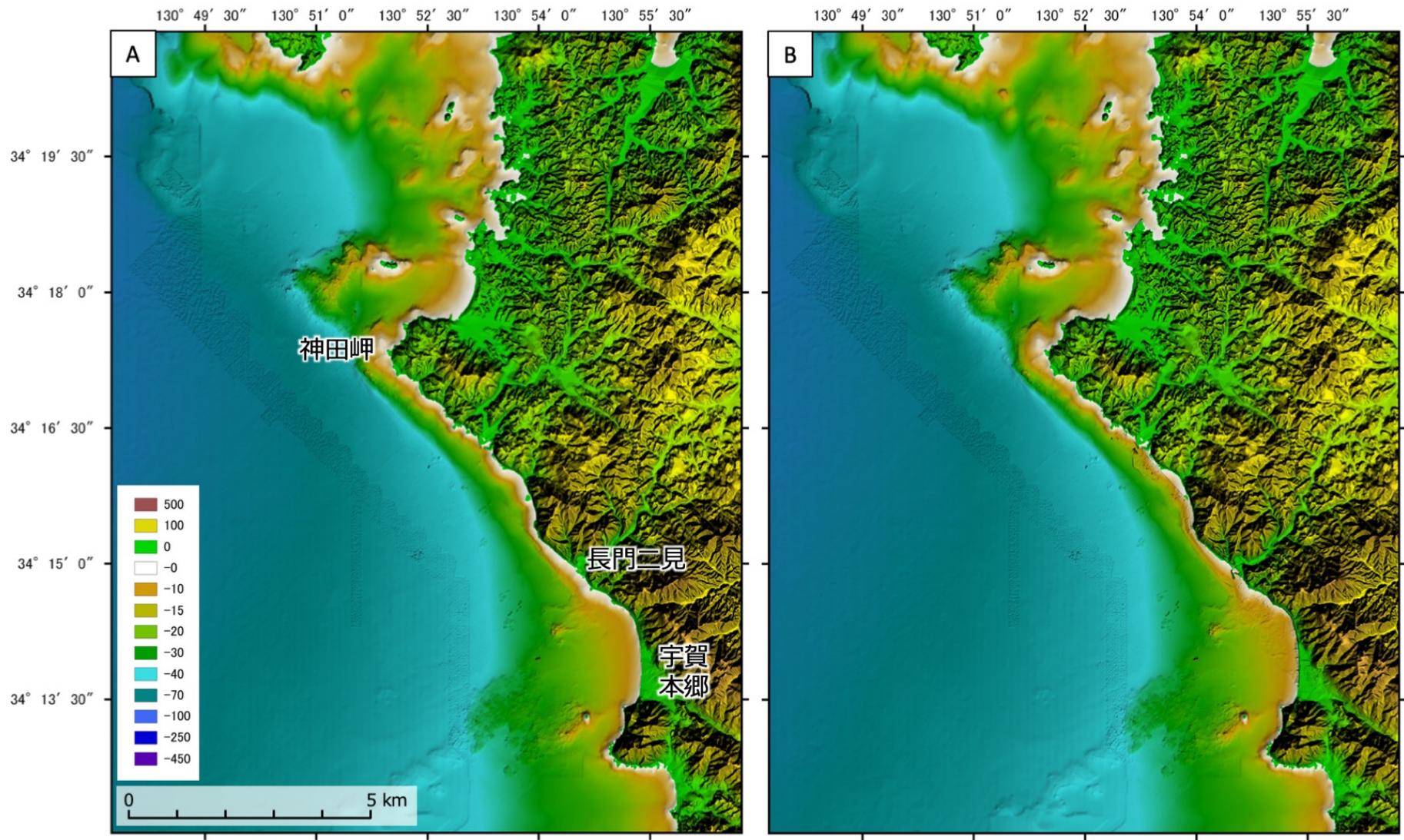


図 14 中部区間沿岸海域の海底地形（陰影段彩図）
 A：海底地形デジタルデータ及び国土地理院数値標高モデルから作成、B：ALB データを追加

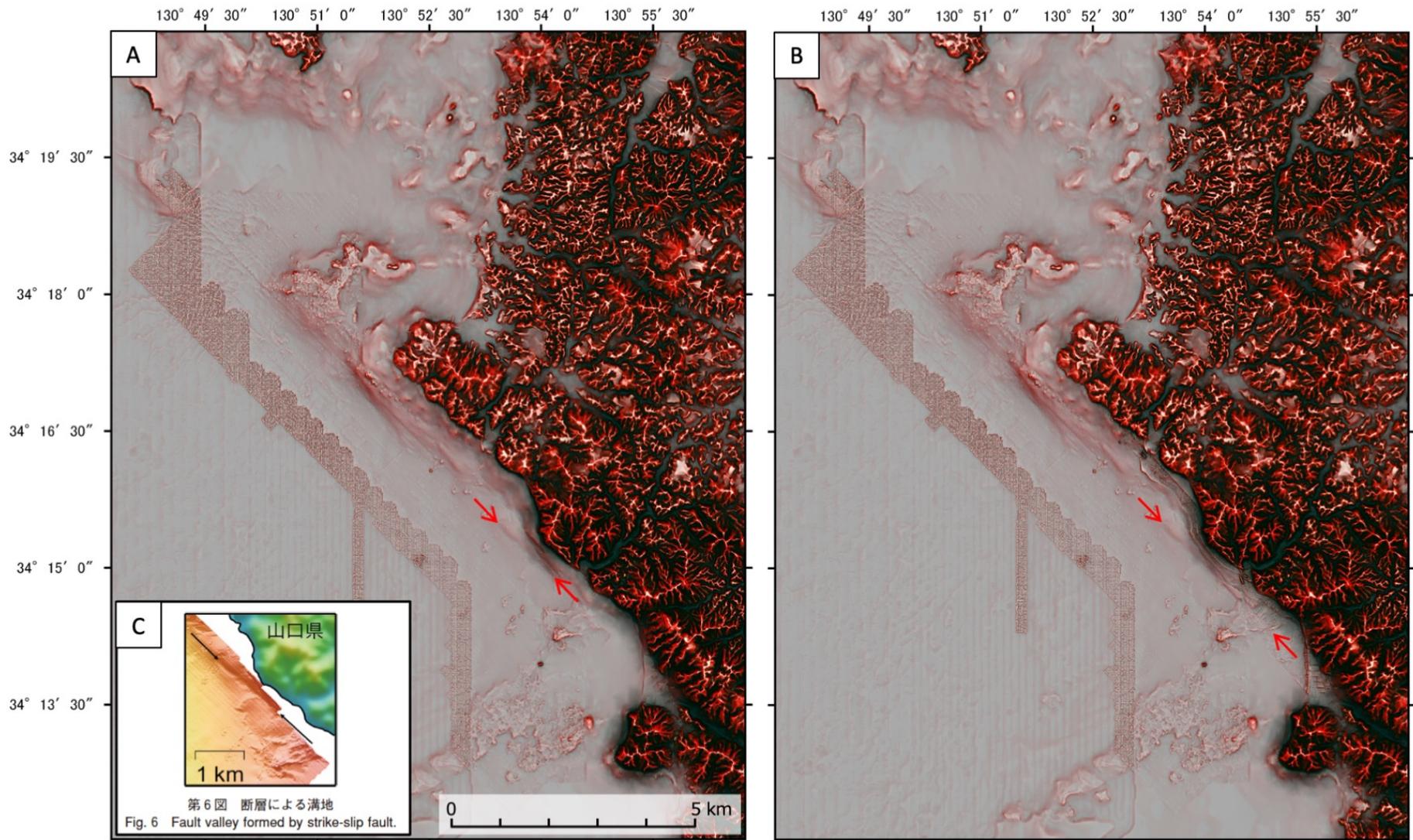


図 15 中部区間沿岸海域の海底地形（赤色立体図）

A：海底地形デジタルデータ及び国土地理院数値標高モデルから作成、B：ALBデータを追加、C：杉山・他（2010）の第6図

ALB 計測箇所の拡大図を、図 16 及び図 17 に示す。図 16B 及び図 17 における沖合側はデータが取得できなかったため、データが取得できた範囲のみを切り取って図化した。長門二見沖から宇賀本郷沖にかけての海域には、直線的で明瞭な谷状の地形からなるリニアメントが、約 2 km にわたって認められる（図 17）。等深線分布からは、リニアメントの北東側が相対的隆起側であることが読み取れる。宇賀本郷の陸域平野部では、わずかな範囲ではあるが、扇状地上に撓曲状の地形が認められる。撓曲状の地形の前面と沿岸域の谷状地形は連続的に見える。このリニアメントは、図 14 及び図 15 で見られる海岸線と平行なリニアメントに連続する。

以上をまとめると、菊川断層帯中部区間宇賀本郷沖における ALB 計測では、水深 15 m 程度までの海底地形を取得することができた。データを取得した範囲内に、谷状のリニアメントが認められた。このリニアメントの北西（沖）側は、既往の海底地形データで確認されている菊川断層帯のリニアメントに連続する。南東（陸）側は、陸域まで連続し、陸域沖積低地上の撓曲状の地形の前面に連続する。これまで、この沖積低地内での断層位置は不明確とされていた（楮原・堤、2016）が、上述した海域からのリニアメントの連続性から、本リニアメントが菊川断層であると推定される。

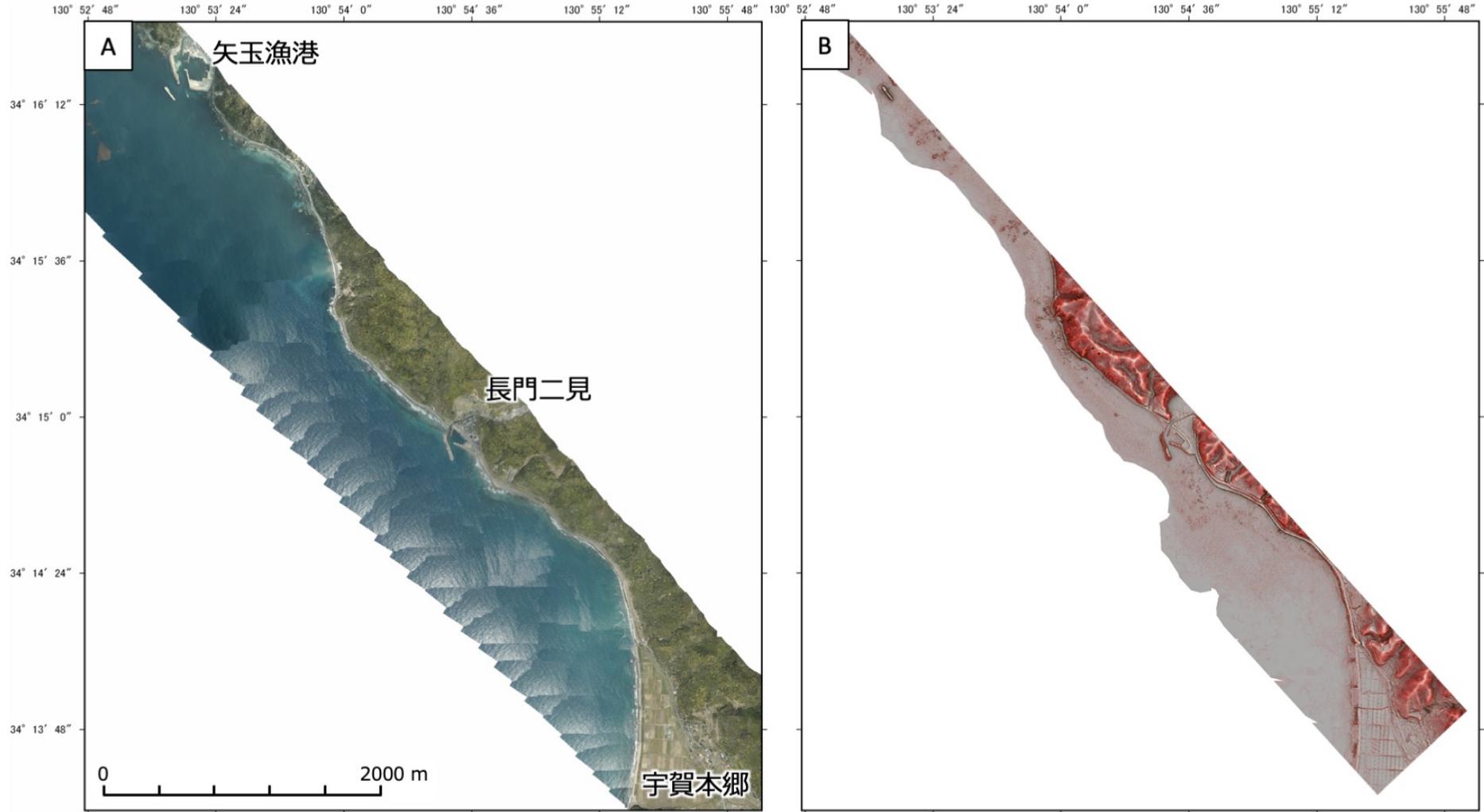


図 16 中部区間沿岸海域の拡大地形
 A：簡易オルソフォト、B：赤色立体図

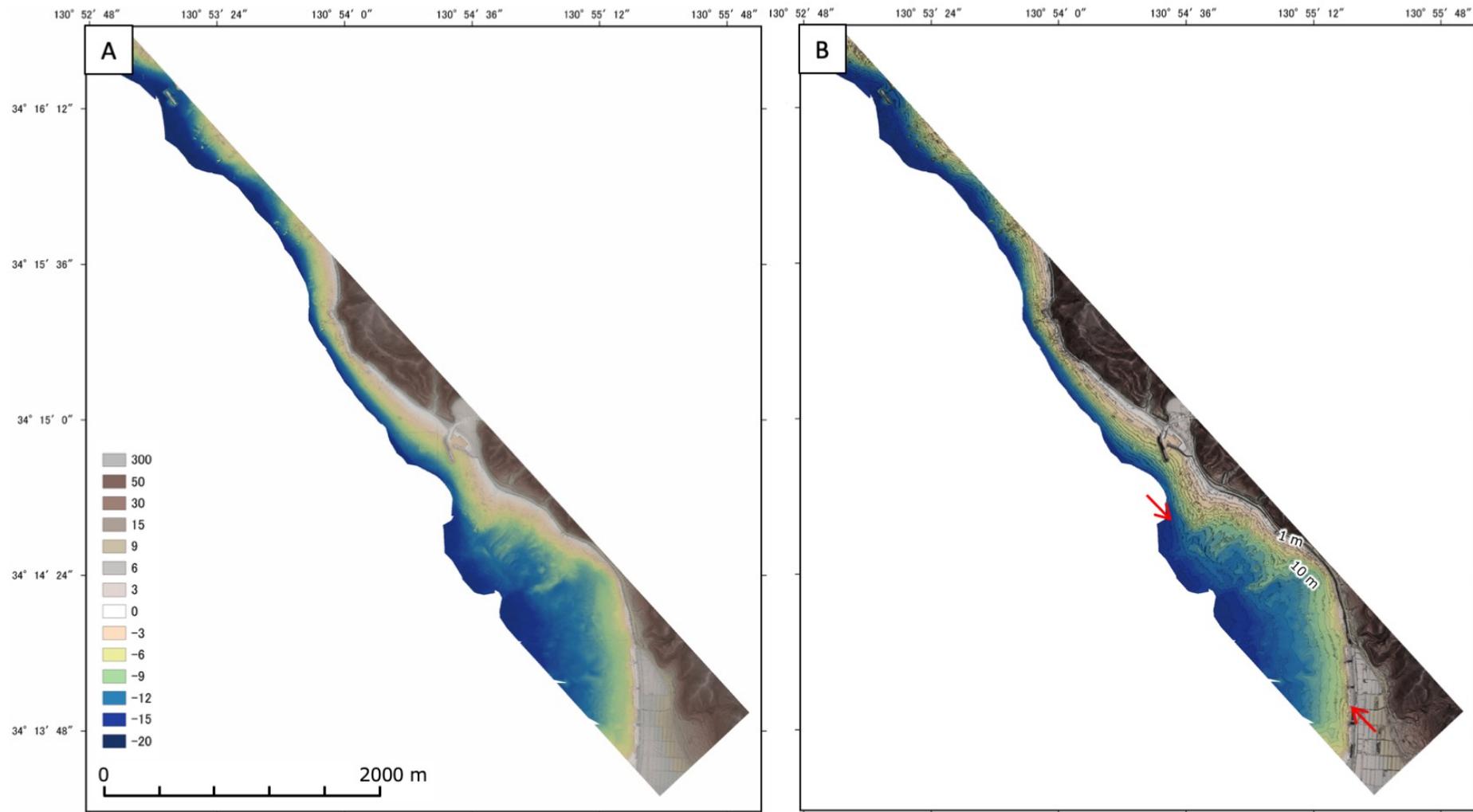


図 17 中部区間沿岸海域の拡大海底地形図（高度段彩図）
 A：等深線なし、B：等深線（1 m）あり

2) 南部区間南東沖海域の断層位置の検討

本業務の最終的な目標は、菊川断層帯南部区間の分布（位置及び形状）と断層長、平均的な変位速度等を明らかにし、断層帯全体の評価を高度化することである。極浅海部の海底地形計測は、本来、南部区間での実施が望ましかったが、水質と海底地形（水深）の都合上、データ取得の可能性がより高い中部区間で実施した。

令和2年度は、南部区間南東沖の海域での音波探査と採泥を計画している。ここでは、音波探査範囲検討のため、本業務で実施した海底・陸域地形データの統合編集結果に基づく断層トレースと、地質・重力分布との関係について検討を行った。

図18に山陰沖から九州沖の海底活断層（岡村・他，2014）と陸域の地質、海陸のブーゲー異常を示す。この地域は、海陸ともに、北東－南西走向及び北西－南東走向の共役系の活断層トレースが卓越することで特徴づけられる。陸域で認識される活断層の密度は、海域に分布する活断層の密度よりも低い。共役系の断層の分布に規則性は認められない。他方、海域の活断層は、陸域に近い側に北西－南東走向の活断層が平行して密に分布し、その外側（大陸側）に東西から東北東－西南西走向の断層が分布するという特徴を持つ（岡村・他，2014）。これらの分布様式とブーゲー異常のパターンは比較的明瞭に対応づけられる。すなわち、東北東－西南西走向の断層分布域では、ブーゲー異常は同方向に長軸を持つ向斜及び背斜状のパターンを示し、北西－南東走向の断層が分布する地域では、向斜及び背斜状のパターンを横断する方向のパターンが認められる。菊川断層帯周辺についても、大局的には、断層の分布と調和的なブーゲー異常のパターンが認められる（図18B）。

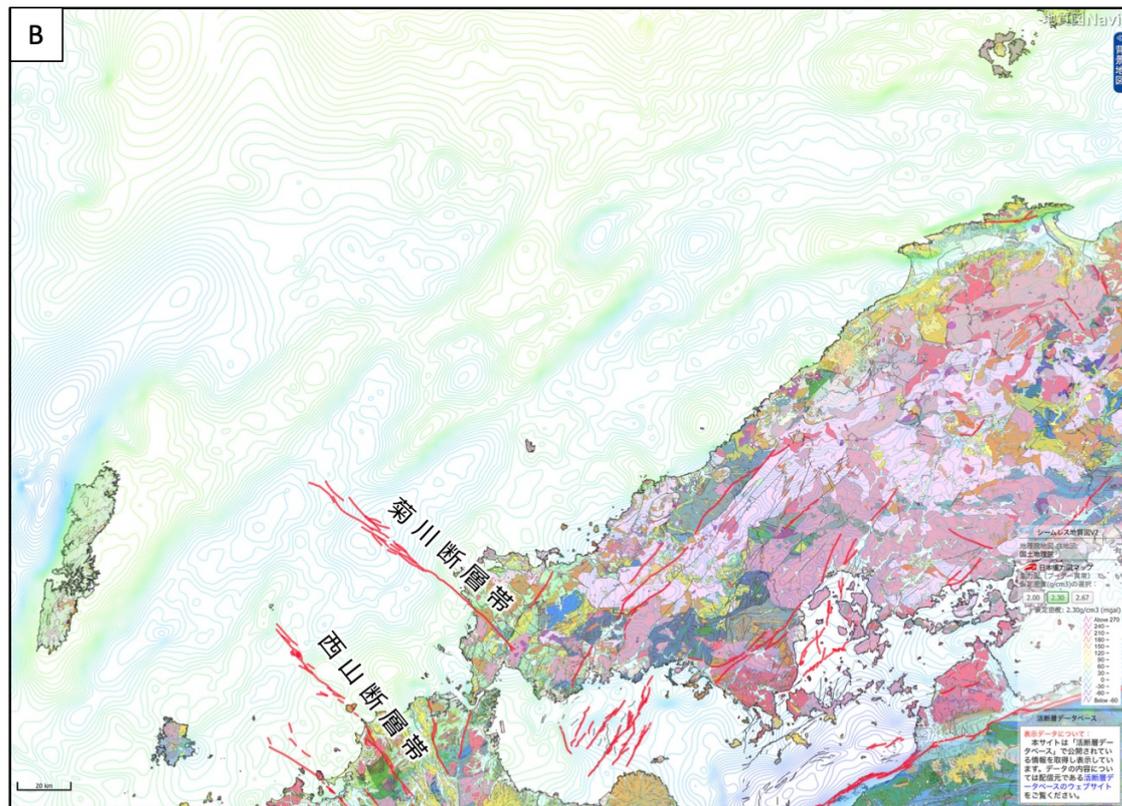
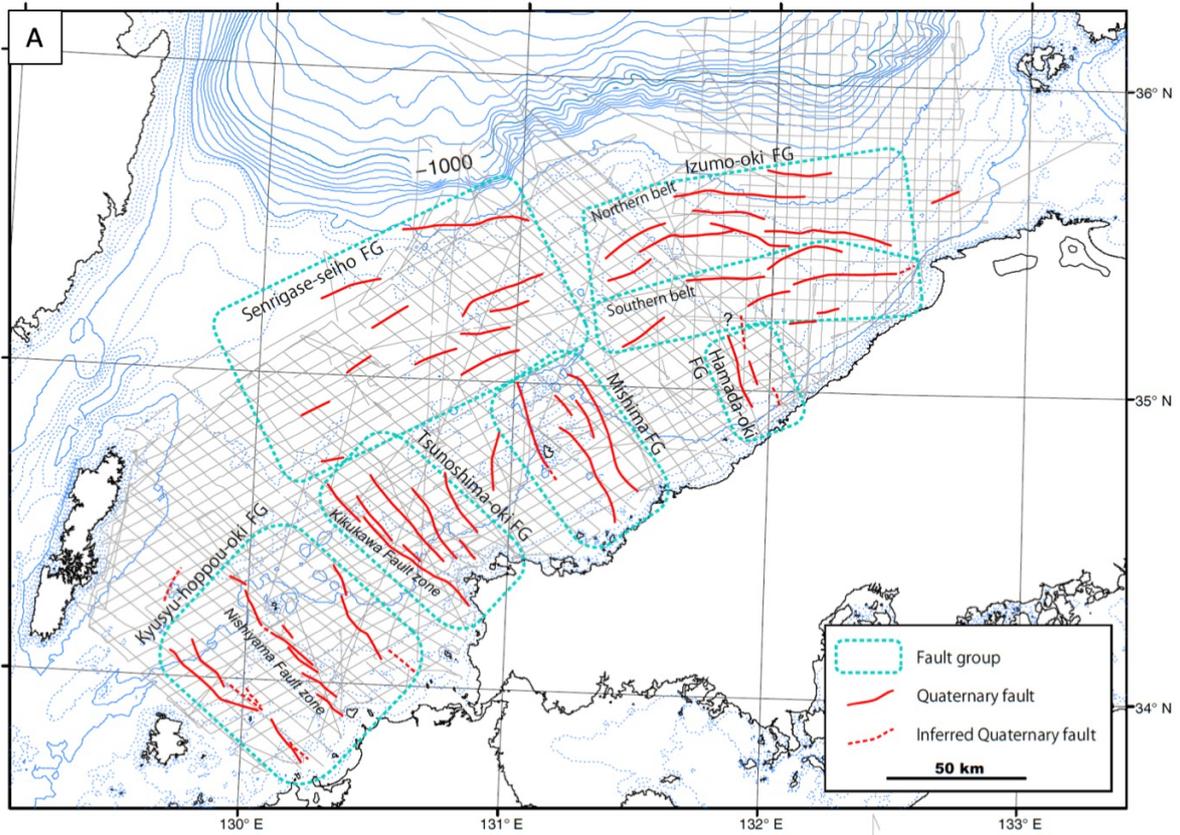


図 18 山陰沖から九州沖の海底活断層

A: 海域の活断層分布 (岡村・他, 2014 の第 5 図)、B: 同範囲の地質と重力 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2015)、同重力データベース GALILEO、同活断層データベースを使用)。

次に、断層帯南部区間から周防灘について検討する。南部区間のうち、菊川断層帯南端部を含む陸域から周防灘にかけての活断層分布を図19に、同じ範囲の地質とブーゲー異常を図20に示す。図19Aでは、地形を見やすくするため、地名や断層帯の名称は割愛した。周防灘において、活断層トレースと海底地形の明瞭な対応は認められない(図19A)。しかし、菊川断層帯南端部の本山岬の南東沖には、宇部南方沖断層に連続する方向に弱い谷地形が認められる。この谷地形は、菊川断層帯南端部となる、山陽小野田市竜王山西方から本山岬に断続的に延びる断層トレースの延長に位置する(図19)。

活断層トレースと地質及びブーゲー異常に着目すると、周防灘では、周防灘断層帯を構成する各断層が示す北東-南西走向とブーゲー異常のコンターが密な箇所が平行に分布する箇所や、断層がコンターの鞍部を通過する等の対応関係が認められる(図20)。宇部南方沖断層も、ブーゲー異常のコンターラインが密な箇所に、これらと平行に分布している。明瞭な地質境界を構成する小郡断層の南方海域延長部では、断層走向と平行なコンターラインが認められる。以上より、地表ないし海域音波探査で確認されている断層トレースの一部は、ブーゲー異常のパターンに現れていると言える。これに対し、菊川断層帯南部については、陸上で認められる断層の分布と地質分布、ブーゲー異常のパターンに相関は認められない。

以上より、菊川断層帯南東沖海域に断層が連続するのか否かを明らかにするためには、海域での音波探査が必要不可欠である。音波探査を実施する際には、陸上の変動地形の延長と宇部南方沖断層を結ぶ線を中心として、小郡断層の延長部に相当する海域も含めて探査することが望ましい。

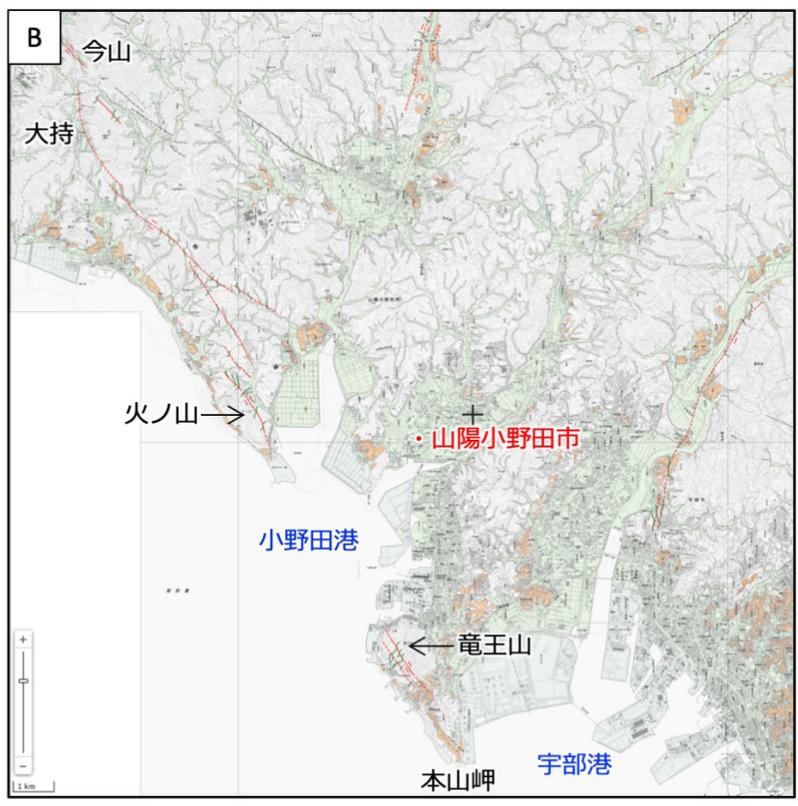
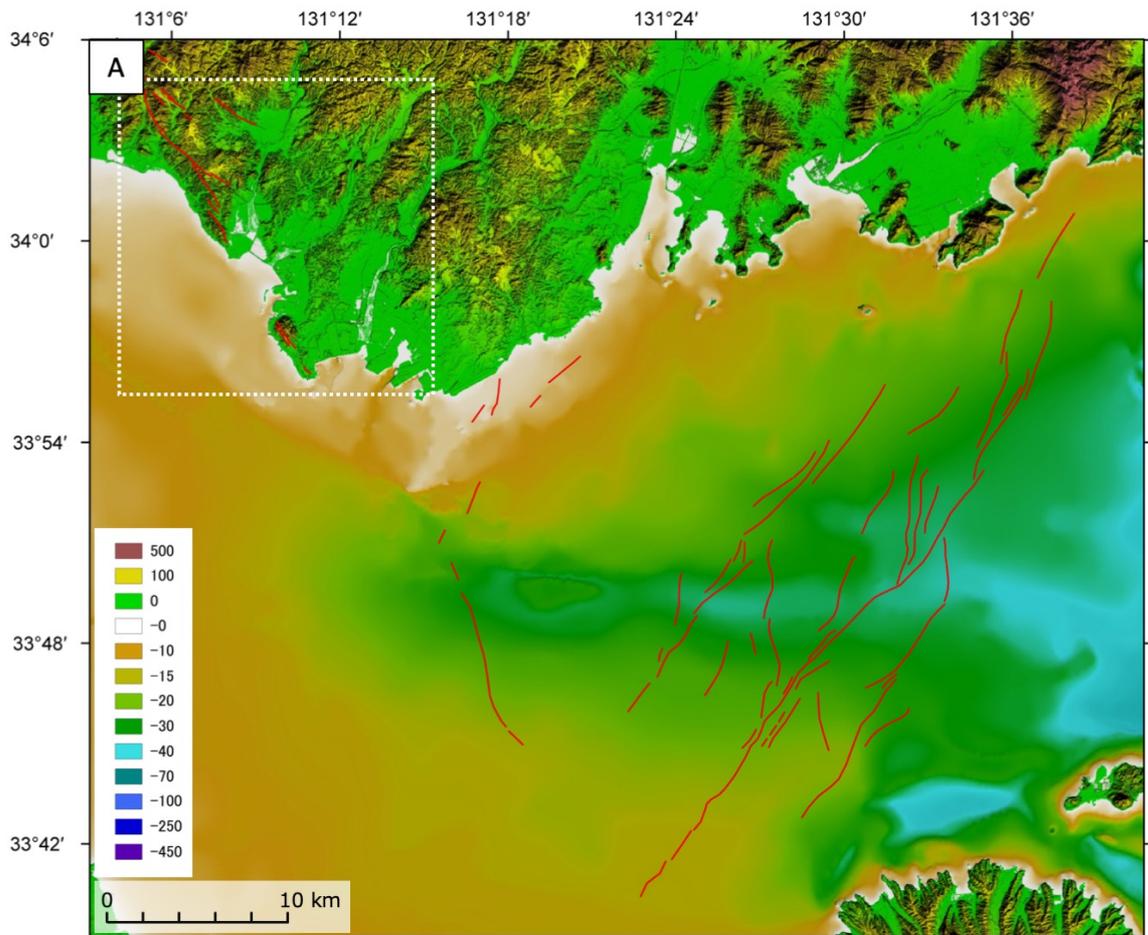


図 19 断層帯（南部区間）南端部周辺の地形と活断層分布
 A：菊川断層帯南端部周辺の地形、B：南部区間の活断層の分布（堤・他、2016）

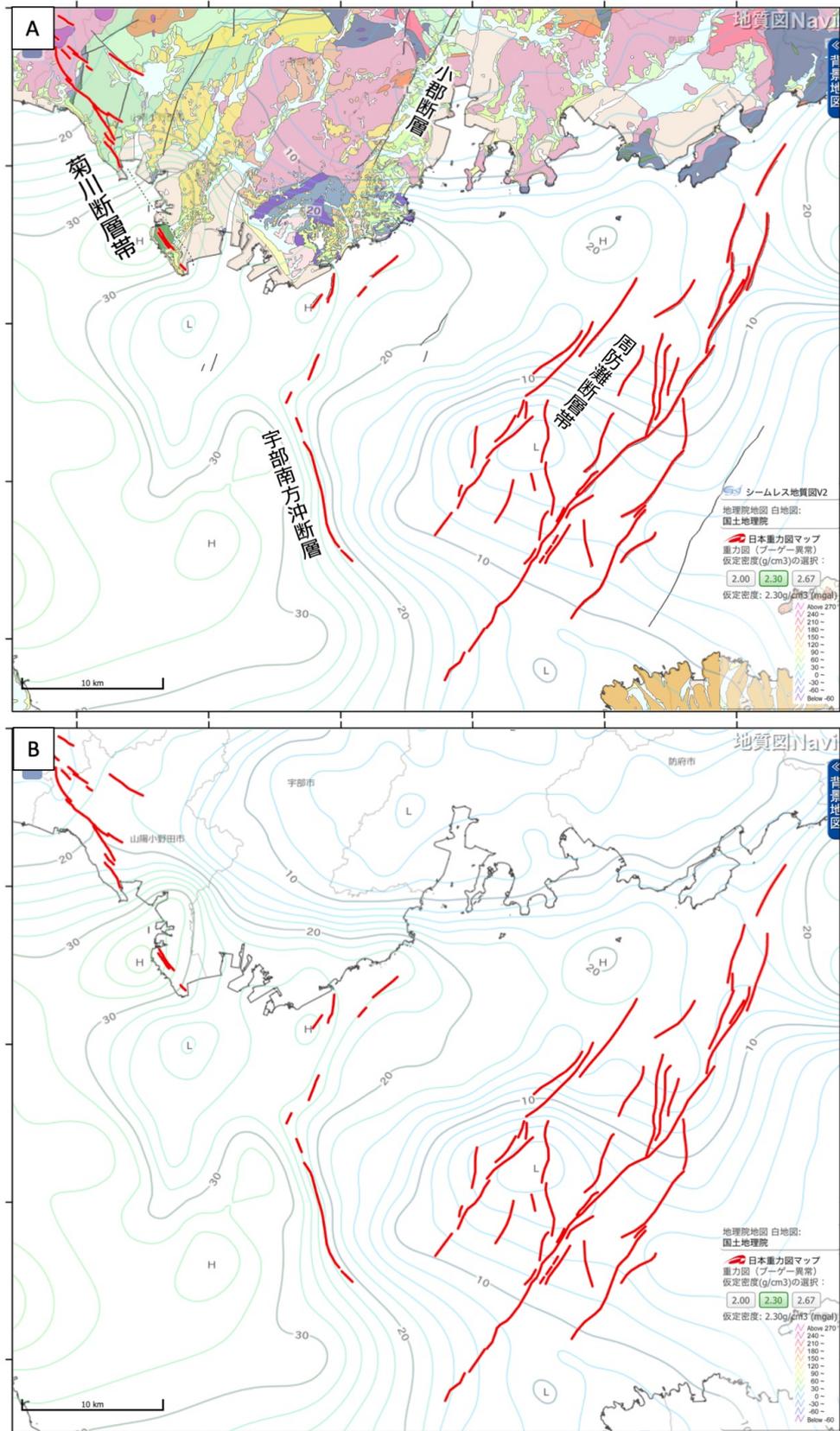


図 20 断層帯（南部区間）南端部周辺の地質・ブーゲー異常と活断層分布
 地質図は、産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2015)、ブーゲー異常は、同
 重力データベース GALILEO、活断層トレスは、地震調査研究推進本部地震調査委員会
 (2016c) による。

(d) 結論ならびに今後の課題

菊川断層帯中部区間の沿岸海域において、グリーンレーザを用いた航空レーザ測深（ALB）を実施した。計測の結果、水深約15 m程度までの浅海域の詳細な地形を把握することができた。また、既存の海陸地形データを編集し、ALB計測で取得したデータと統合した図を作成することを通じて、菊川断層帯の海陸接合部での断層詳細位置を明らかにした。以上より、ALB計測は、陸域から海域に連続する断層帯において、海陸接合部及び浅海域の詳細地形を把握するのに有効であることが明らかとなった。今後は、水質（透明度、濁度等）を考慮しつつ計測例を増やし、ALB計測の適用性について検討する必要がある。

ALB計測を用いた沿岸域のシームレスな地形モデル作成は、平野部で断層通過位置が不明瞭となる場合に、沿岸浅海域での断層通過位置をもとに陸域延長部での調査適地の選定を可能とする。あるいは、陸域に完新統などの新しい時代の堆積層が分布していない場合に、海域延長部での採泥調査適地の選定を可能とする。以上より、本手法を適用することで、浅海域の断層分布が直接把握できるほか、陸域のみ、あるいは海域のみの調査では選定し得なかった調査適地の選定を効率的に行えることになり、海陸に跨がって分布するXランク活断層の評価の高度化が図られると考える。本業務では、透明度が相対的に低いことから、南部区間浅海域での計測を断念したが、たとえば、小野田港や本山岬沖でALB計測を実施し、海底地形が得られるのであれば、菊川断層帯の評価に有効である。

また、次年度の海域探査範囲策定のため、ALB計測で取得したデータと既往デジタルデータの統合編集結果に基づく断層トレースと、地質・重力分布との関係について検討を行った。その結果、菊川断層帯周辺海域の活断層分布と地質及びブーゲー異常のパターンには比較的良い相関が認められることが分かった。しかし、菊川断層帯南端部以南と、宇部南方沖断層との間については、海底地形、ブーゲー異常のコンターとも不明瞭で、断層の存在や位置を示唆する情報は得られなかった。したがって、総延長が114 km以上にも及ぶと考えられている菊川断層帯が、南東海域にさらに連続するの否かを明らかにするためには、海域での地下構造探査が必要不可欠である。その際には、両断層の間のみならず、共役方向に分布する小郡断層の延長海域も含めて探査することが望ましい。

(e) 引用文献

伊藤弘志・泉紀明，菊川断層帯の延長海域で発見された変動地形，活断層研究，31，27-31.

2009.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，菊川断層帯の長期評価（一部改訂），28p. 2016a.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，宇部南方沖断層の長期評価，5p. 2016b.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，周防灘断層帯（周防灘断層群・宇部沖断層群）の長期評価（一部改訂），28p. 2016c.

楳原京子・堤 浩之，1:25,000 都市圏活断層図菊川断層帯とその周辺「下関北部」「宇部」解説書，国土地理院技術資料 D1-No. 755，16p. 2016.

日本水路協会，海底地形デジタルデータM7000シリーズM7013 Ver. 2.1 隠岐，2016.

日本水路協会，海底地形デジタルデータM7000シリーズM7014 Ver. 2.1 対馬海峡，2009.

日本水路協会，海底地形デジタルデータM7000シリーズM7018 Ver. 2.0.2 瀬戸内海西部，

2016.

岡村行信・井上卓彦・阿部信太郎，山陰西部及び九州北部沖の第四紀断層，活断層・古地震研究報告，14，157-177，2014.

産業技術総合研究所，重力データベース GALILEO，<https://gbank.gsj.jp/gravdb/>（2020年5月確認）.

産業技術総合研究所，活断層データベース，<https://gbank.gsj.jp/activefault/>（2020年5月確認）.

産業技術総合研究所地質調査総合センター（編），20万分の1日本シームレス地質図 2015年5月29日版．産業技術総合研究所地質調査総合センター．2015.

瀬戸内海総合水質調査ホームページ，

<http://www.pa.cgr.mlit.go.jp/chiki/suishitu/index.html>（2020年5月確認）.

杉山伸二・堀迫順一・福山一郎・田中喜年・西下厚志・成田 学・加藤正治・氏原直人・笹原 昇・森 弘和・井上 渉・本間章禎・久間裕一，山口県沖（日本海側）における海底地形調査速報，海洋情報部研究報告，46，92-95．2010.

堤 浩之・石村大輔・楳原京子・熊原康博・千田 昇・中田 高，1:25,000都市圏活断層図菊川断層帯とその周辺「宇部」，国土地理院技術資料D1-No.745，2016.