

令和4年度 学術研究船白鳳丸共同利用研究申込書（新規航海提案型）

2021年 8月 19日

研究船共同利用運営委員会 委員長 殿

研究代表者（申込者）

所属機関 (国) 産業技術総合研究所
 職名 研究員
 氏名 高下 裕章

学術研究船白鳳丸を利用した研究を下記のとおり申し込みます。

研究課題		日本海溝の広域地殻変動の検出に向けた海底地形観測の基準点作成				
氏名	所属機関・職名	研究分担内容	旅費負担	乗船・非乗船	期間及び海域等	
研究代表者・分担者	高下裕章	産業技術総合研究所・研究員	研究統括・地球物理観測	無	○	1. 必要観測日数 4日間 2. 観測希望時期 4月から11月までの期間 3. 観測海域 日本海溝 4. 乗合航海の可否 可
	富士原敏也	海洋研究開発機構・主任研究員	海底地形調査	無	○	
	三澤文慶	産業技術総合研究所・研究員	海底地形調査	無	○	
	本荘千枝	東北大学・助教	海底地形調査	無	○	
	喜岡新	九州大学・助教	SBP 解析	無	○	
	Daniel Tek	University of Leeds, UK / 九州大学・ポスドク	SBP 解析	無	○	
	未定	九州大学・大学院生	SBP 解析	無	○	

* 受付年月日		*採 否		* 整理番号	
---------	--	------	--	--------	--

*印欄は記入しないでください。

観測希望時期等

冬期に季節風が予想されるため、それ以外の時期を希望します。

使用観測設備・機器

申込者が持込む観測機器 (名称・数量・重量)

セシウム磁力計一式
(収録PC, 本体重量 10 kg,
ケーブル 400 m 分・重量 30 kg)

Midas SVP (深海用水中音速プロファイリングロガー)
1台 11.5 kg

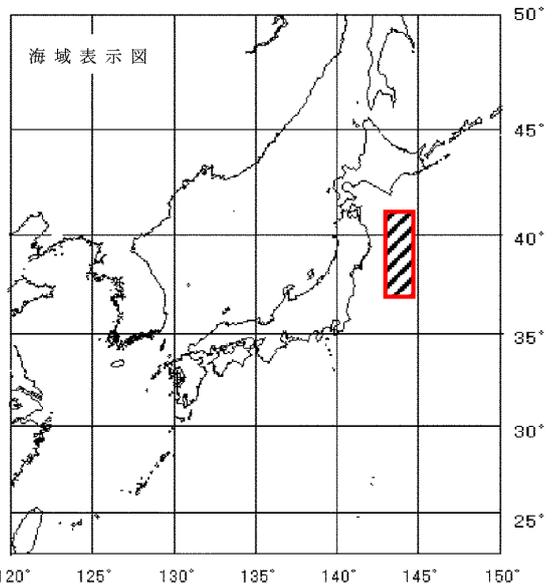
XBT/XCTD プローブ
6本 およそ 6 Kg

搭載を希望する共同利用観測機器 (添付「共同利用観測機器一覧」参照)

船上三成分磁力計
プロトン磁力計
CTD 機器 (CTD センサー&キャローセル)
XBT/XCTD

観測海域 (枠で囲んでハッチをつけてください。)
(この地図からはみ出す場合は、適宜別の地図と入れ替えてもかまいません。)

東北沖太平洋



研究代表者の連絡先

所属機関 (国) 産業技術総合研究所
職名 研究員
氏名 高下裕章

住所 〒305-8567
つくば市東1-1-1
産業技術総合研究所つくば中央第7

TEL : 029-850-5053
FAX : 029-861-3747

e-mail : koge.h@aist.go.jp

●研究目的・内容

研究目的

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0) の発生後も継続した観測データの取得は、地震発生時およびその後に上盤プレートに起こった構造変化を解明する上で重要である。また、地震発生に伴う断層運動および海底変動の理解は、巨大地震・津波発生機構および上盤プレートの変動等の解明に繋がり、防災上非常に重要な課題である。

主要先行研究である Fujiwara et al. (2011) では、地震直後の緊急航海で最大すべり領域の海底地形を取得し、地震発生前後の海底地形の差分を検証することで地震に伴う地殻変動を検出し (図1)、プレート境界断層の破壊が海溝軸まで到達したことを直接観測した。海溝軸付近が破壊され、直接海水を揺さぶられることで巨大な津波が発生したと考えられている (図2)。同様の海溝軸部にまで到達する破壊は2004年スマトラ島沖での地震まで想定されていなかった。またスマトラ島沖地震では当該領域での地震前の海洋観測が不十分であったため、検証が実施できなかった。

このように、巨大地震発生後の様々な観測によって明らかになる事実と成果は「地震前=平時」の観測との比較に基づくため、地震前にどこまで高精度に実施されているかに大きく依存する。

また海底地形観測が陸上の地形観測と最も異なる点として、継続的に管理されている基準点が存在しないという特徴がある。これは大地震前後の地殻変動検出を目的とした場合、特定の基準点が無いので地震後の海底変動量の精査を難解にし、また多くの労力が必要となる (Fujiwara, 2021) ため、大きな問題になる。実際に Fujiwara et al. (2011) においても特徴的な地形を不動点とする仮定を入れたうえで、地殻変動の議論を行った。

本研究は、日本海溝を対象地域として近年配備・研究が進展している GNSS-A 地点の海底地形を繰り返し観測し、日本海溝での海底地形の基準点とすることで、目的①: 平時における日本海溝の海底地形を高精度で取得し、地震に備えた地震前の地形データの整備を進める。 さらに、Middle slope Terrace (以下 MST と省略) と呼ばれる深海平坦面または陸側斜面海盆で見られる地震に伴う地殻変動に関して、海底地形および SBP 観測を実施し、目的②: 海溝軸部付近に加え陸側斜面の地殻変動と2011年の地震で津波発生の因果関係を議論する。

研究内容 I (目的①に対応) 日本海溝の長期地殻変動理解を目的とした海底地形の基準点作成 (GNSS-A 地点付近での詳細な海底地形調査、CTD 観測、SBP 調査)

GNSS-A 地点は継続的な観測により、検知できる地殻変動が数十センチである。一方で一般的な船上搭載のマルチビーム測深器の誤差は精度よく観測しても数メートルである。そのため、我々はマルチビーム測深器による観測においては GNSS-A 地点を不動点=海底地形の基準点とするのに最適と考えた。 つまり、この点を通るように地形データを取得すれば長期的な地形変動の抽出を可能とし、これまでにない高精度な差分の検証が可能になる。本調査では GNSS-A 地点において CTD 及び Midas SVP を用いて海底近傍までの海中音速度構造を取得し、マルチビーム測深器による海底地形観測および地球物理観測 (地磁気) を実施する。その際当該の基準点の海底地形観測にあわせて先行航海 KH-20-10 で取得された既存の海溝軸に沿った日本海溝の海底地形と結束することで、高精度で広域のリファレンス地形として整備する。

研究内容 II (目的②に対応) 日本海溝陸側斜面 MST に見られた地震に伴う地殻変動観測

2020年10月の白鳳丸 KH-20-10 航海ではこれまで変動が報告されていた海溝軸だけでなく、MST 内で10メートルを超える大きな沈降を観測した (図3、投稿準備中)。本提案では沈降に注目し、このような MST 内での地殻変動の空間的理解を目的として、GNSS-A 地点を基準点とした高精度細な海底地形・地球物理調査を行う。こちらでも①と同様に地形調査に加え CTD と Midas

SVP または XBT/XCTD による海中音速度構造の推定と地球物理観測 (地磁気) を実施する。

研究内容 III (目的②に対応) 日本海溝北側海溝軸部における地殻変動の検出

北緯 39°30' より北側のエリアは2011年では大きく滑っていないエリアであり、スロー地震が観測されている (Nishikawa

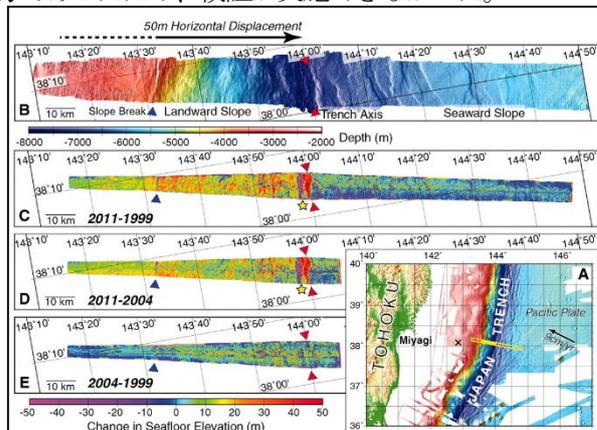


図1 水深測量データによる2011年東北地方太平洋沖地震の前後の海底地形の比較 (Fujiwara et al., 2011)。

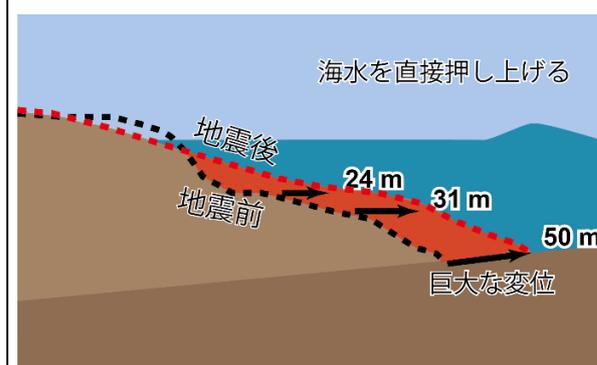


図2 2011年東北地方太平洋沖地震の地震時における変形模式図。JAMSTEC ホームページ (http://www.jamstec.go.jp/jkids/press_release/20131206/) を改変。

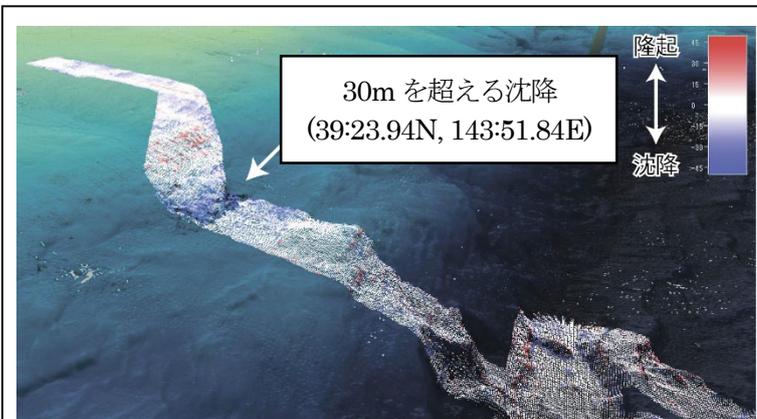


図3 KH-20-10 航海のデータで検出した MST 内の地殻変動。図4の白矢印にて場所を示す。

et al., 2013)場所であるため、過去の地震の地殻変動を考慮だけでなく、今後の地震に対しても高精度海底地形データ取得は大変有意義と考えられる。本エリアはKH-20-10 航海では未取得であったため観測を実施する。

研究内容 IV (目的②に対応) 凹地状堆積盆の表層構造から紐解く前弧斜面域の沈降運動に関する研究

前弧斜面域に点在する凹地状の堆積盆にて高分解能 SBP 断面と海底地形を取得し、堆積盆表面での正断層の発達状況について検討する。正断層が発達する堆積盆では沈降運動が現在活発であることが示唆されるため、沈降運動の地域差を検討できる。北緯 40 度より北側でデータが未取得であったため、この取得を実施する。

●研究計画

対象とするエリアの水深は 5000m を超える箇所がほとんどである。白鳳丸に搭載される最新のマルチビーム測深器 Kongsberg EM124 は水深 20~11,000m を対象とするため、本申請には白鳳丸が最適と考えた。日本海溝で取得された海底地形データに関してはドイツの海洋調査船 Sonne による観測 (Strasser et al., 2017) が最高品質であり、日本の研究船でも同程度かそれ以上のデータ質が見込まれる白鳳丸 EM124 でのデータ取得が重要である。また本海域での調査で地形が取ればマリアナ海溝などでも同等のデータが取れることになり、白鳳丸の調査対象深度に関する知見を深めることにもつながる。

本研究提案では航走観測を計 4 日間の調査日程で提案する (図 4)。研究内容は 4 つだが、実際の調査は GNSS-A 地点を通過するように研究内容 II-IV の地形を取得するというシンプルな測線で必要な調査は達成できると考えている。計画測線を図 4 に示す。計画測線 MS (研究内容 II, MST 観測) の距離は 186 マイルであり 8 ノットでの航走観測を実施すると約 24 時間で観測が終了する。計画測線 AX (研究内容 III, 海溝軸観測) の距離は 85 マイルであり 8 ノットでの航走観測を実施すると約 10.5 時間で観測が終了する。計画測線 BA (研究内容 IV, 凹地状堆積盆観測) の距離は約 151 マイルであり、こちらも同様に 8 ノットでの航走観測を実施すると約 19 時間で観測が終了する。頻繁な CTD または XCTD 観測を実施するため、合計 4 日間で想定した。航走観測では地球物理観測 (地磁気) も並行して実施することを希望する。また CTD 観測の際には持ち込み機材 Midas SVP を CTD に固定し、直接音速度を観測することも希望する。

●最近の航海採択・不採択状況

初めて応募する。

●他航海への応募

本年度分担者として応募する航海を参考のために以下に記載する。

- 1 「火成活動史と詳細地形、地殻構造データの統合による背弧リフティング進化過程の解明—北部琉球弧—沖縄トラフ—」代表者：石塚治
- 2 「駿河湾における津波規模増大の要因となり得る海底地すべりの実態解明代表者」代表者：鈴木克明
- 3 「南琉球弧周辺に発達する活構造の理解」代表者：三澤文慶
- 4 「潮岬海底谷の潜航調査に基づく南海トラフ付加体ダイナミクスの革新」代表者：山口飛鳥

また、新青丸航海の応募 (「最先端海底測地観測で挑むプレート境界浅部の地震テクトニクス」代表者：日野亮太；本荘が分担者として参加) の提案には、本提案と相補的な観測計画が含まれており、今後共同研究を予定している。

●研究業績

Fujiwara, T. (2021). Seafloor Geodesy From Repeated Multibeam Bathymetric Surveys: Application to Seafloor Displacement Caused by the 2011 Tohoku-Oki Earthquake. *Frontiers in Earth Science*, 9, 371.

Honsho, C., Kido, M., Tomita, F., Uchida, N. (2019). Offshore postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake revisited: Application of an improved GPS-acoustic positioning method considering horizontal gradient of sound speed structure. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(6), 5990-6009.

Kioka, A., Schwestermann, T., Moernaut, J., Ikehara, K., Kanamatsu, T., McHugh, C. M., dos Santos Ferreira, C., Wiemer, G., Haghinour, N., Konf, A. J., Furlinton, T. I., Strasser, M. (2019). Megathrust earthquake drives drastic organic carbon supply to the hadal trench. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.

Koge, H., Yamada, Y., Ohde, A., Bauville, A., Yamauchi, A., and Ashi, J. (2018). Dynamic formation process of thick deformation zone on the shallow plate boundary fault of the Japan Trench: insight from analog experiments of half-graben subduction. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5(1), 69.

Fujiwara, T., dos Santos Ferreira, C., Bachmann, A. K., Strasser, M., Wefer, G., Sun, T., Kanamatsu, T., and Kodaira, S. (2017). Seafloor Displacement After the 2011 Tohoku-oki Earthquake in the Northern Japan Trench Examined by Repeated Bathymetric Surveys. *Geophysical Research Letters*, 44(23), 11-833. (K07 * K10)

Koge, H., Fujiwara, T., Kodaira, S., Sasaki, T., Kameda, J., Kitamura, Y., Hamahashi, M., Fukuchi, R., Yamauchi, A., Hamada, Y., Ashi, J., and Kimura, G. (2014). Friction properties of the plate boundary megathrust beneath the frontal wedge near the Japan Trench: an inference from topographic variation. *Earth, Planets and Space*, 66(1), 153.

Misawa, A., Hirata, K., Seeber, L., Arai, K., Nakamura, Y., Rahardiawan, R., Udrek, Fujiwara, T., Kinoshita, M., Baba, H., Kameo, K., Adachi, K., Sarukawa, H., Tokuyama, H., Permana, H., Djajidihardja, Y. S., and Ashi, J. (2014). Geological structures of the offshore Sumatra forearc region estimated from high-resolution MCS reflection survey. *Earth Planet. Sci. Lett.* 386, 41-51. (H10)

Fujiwara, T., Kodaira, S., No, T., Kaiho, Y., Takahashi, N., and Kaneda, Y. (2011). The 2011 Tohoku-Oki earthquake: Displacement reaching the trench axis. *Science*, 334(6060), 1240-1240. (K11)

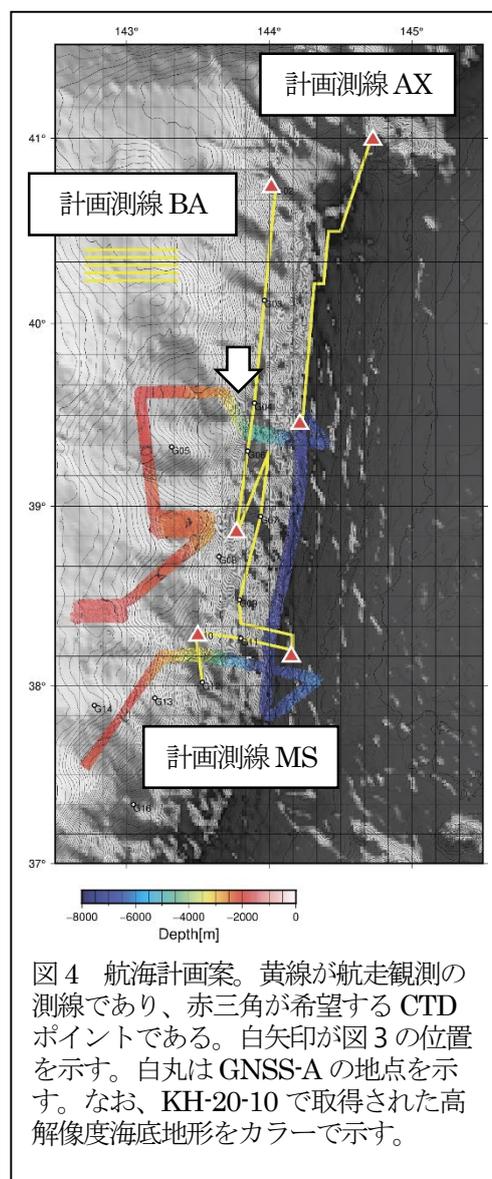


図 4 航海計画案。黄線が航走観測の測線であり、赤三角が希望する CTD ポイントである。白矢印が図 3 の位置を示す。白丸は GNSS-A の地点を示す。なお、KH-20-10 で取得された高解像度海底地形をカラーで示す。