

「よこすか」・「しんかい6500」研究航海報告

- * 航海番号 YK20-15S 次研究航海

- * 航海名称 房総沖スロースリップイベント発生域での海底広帯域地震・測地の長期複合観測研究
 Long-term broadband seismic and geodetic observation study in a slow slip event source region off Boso

- * 観測海域 房総半島南東沖
 Southeastern off Boso Peninsula

- * 航海期間 2020年10月18日（日）～ 2020年10月22日（木）

- * 出港日時・場所 10月18日 10時 仙台港(高松2号埠頭)

- * 入港日時・場所 10月22日 10時 東京港(有明 MP 埠頭)

- * 寄港期間・場所 無し

- * 研究課題 房総沖スロースリップイベント発生域での海底広帯域地震・測地の長期複合観測研究

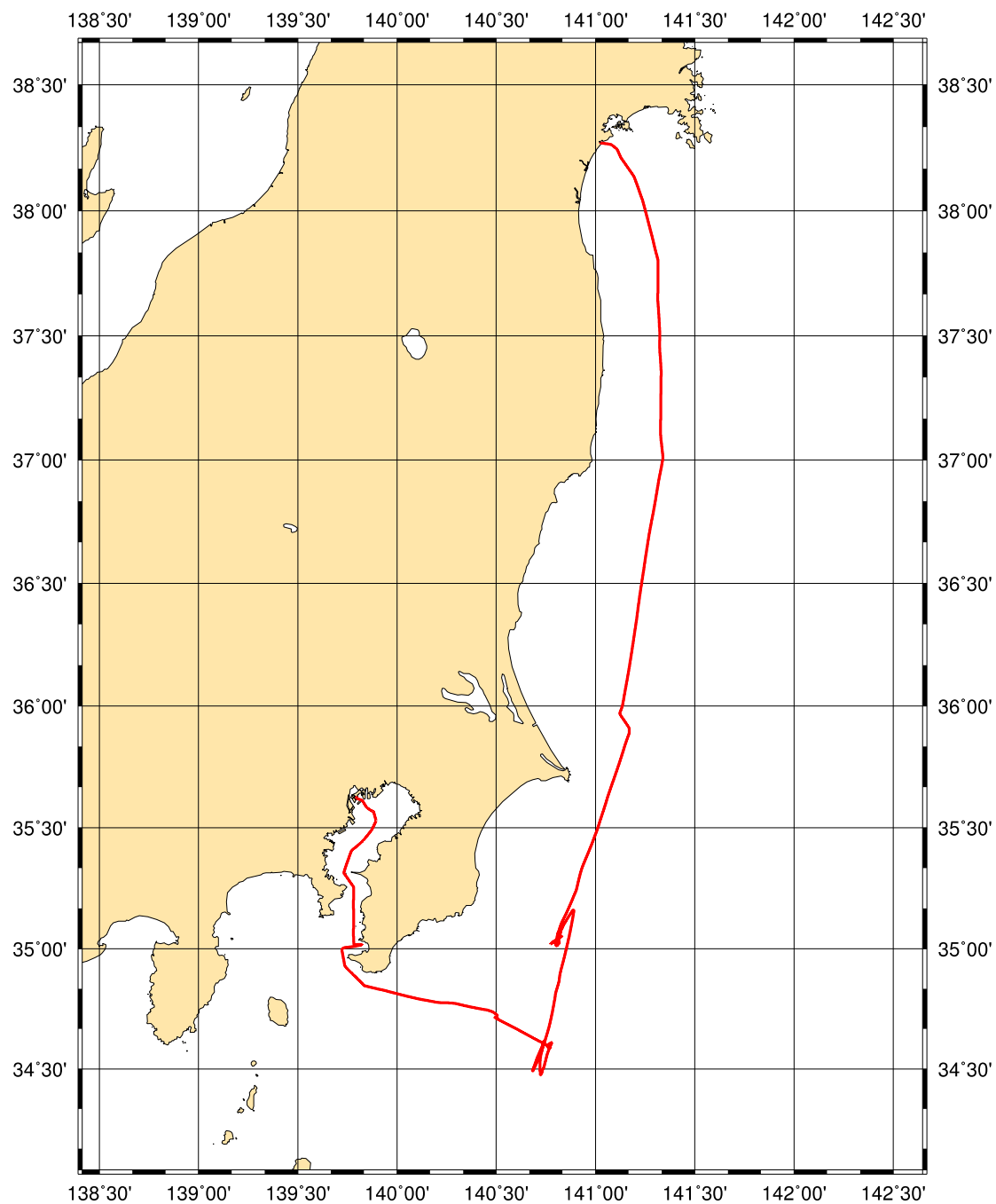
- * 主席研究員（氏名・所属・職名）
 塩原 肇・東京大学 地震研究所・教授

- * 研究内容, 主調査者, 観測項目
 1. 長期海底広帯域地震・傾斜観測の実証試験, 塩原, 潜航作業での機器回収と新規設置
 2. 長期海底圧力アレイ観測の強化, 佐藤, 新規2点設置

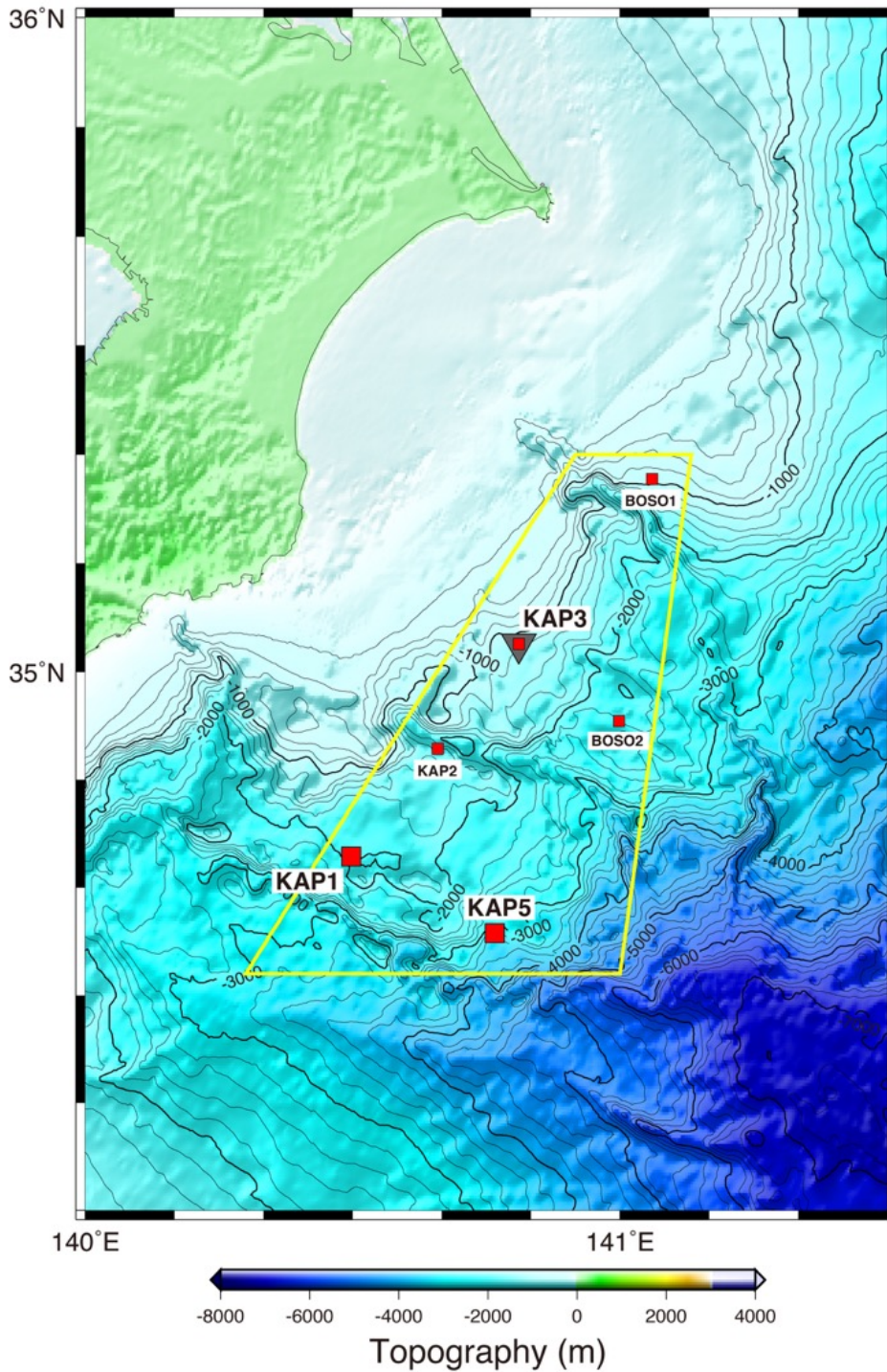
- * 乗船研究者氏名・所属・職名
 - 塩原 肇・東京大学 地震研究所 海半球観測研究センター・教授
 - 佐藤 利典・千葉大学大学院 理学研究院 地球科学研究部門・教授
 - HyeJeong Kim・東京大学 地震研究所 海半球観測研究センター・大学院生 DC2
 - 川野 由貴・東京大学 地震研究所 海半球観測研究センター・大学院生 DC2
 - 永井 はるか・東京大学 地震研究所 海半球観測研究センター・大学院生 MC1

* 航跡・測点図

YK20-15S 航跡図 (18-22 Oct. 2020)



観測海域図



KAP3地点で、長期海底広帯域地震・傾斜観測のための機器(BBOBST-NX)の設置・回収作業を「しんかい6500」により実施した。同地点での海底環境モニタのため、海底電磁流向流速計(OBEMC)をBBOBST-NXの近傍(距離25m)に設置した。

また、長期海底圧力アレイ観測の強化のため、既存の4観測点(BOS01, BOS02, KAP2, KAP3)に加えて、KAP1・KAP5の2地点に海底圧力計(OBP)を新規に設置した。

* 研究活動・観測の詳細や成果等について

1. 要約

地震発生予測を行うためには、発生過程を解明し、シミュレーションを重ねモデル化することが不可欠である。この作業を房総半島沖でのスロースリップ地震(SSE)を用いて行えば15年程度で出来ることになる。本研究は、この第一歩として、SSE直上での海底地震・傾斜・圧力の同時計測によるSSEの正確なすべり分布の推定を行うことを目的とする。2012年以降、海底圧力計(OBP)を繰り返し展開し、2014年1月のSSEによる海底地殻上下変動を見出したことで、SSE発生域海側での滑り量の決定精度を大きく向上させることに成功した。

また、機動的な新型広帯域海底地震傾斜計(BBOBST-NX)の試験観測を2013年4月に房総半島沖のKAP3地点近傍で開始、2014年1月のSSEに遭遇したが、それに起因する傾斜変動を明確には捉えられなかった。そこで、2015年7月にKAP3地点へBBOBST-NXを設置した(NT15-12航海・HPD1854潜航)。本航海では、その潜航回収と、観測を継続させるために新規設置を10月19日に行った。設置点での観測環境変動を調べるため、海底電磁流速計(OBEMC)も同一地点に設置した。また、現在4台のOBPが同地点を含め本海域に展開しており、観測網を充実させるため、10月20日に新規2地点(KAP1・KAP5)でOBPを設置した。

2. 観測実地項目

2-1. 長期海底広帯域地震・傾斜観測の実証的試験

2015年7月にKAP3地点へ設置したBBOBST-NXは、2017年9月に備船ROVでの回収を試みたが、表層流速が2ktを超えていたため、母船位置を維持できずに潜航作業が一切出来なかった。また、BBOBST-NXに内蔵している音響トランスポンダの応答も得られなかった。2019年6月に同じ目的での、新青丸・HPD(KS19-09)航海の機会が得られたが、荒天で一切の作業が出来なかった。そのため、本航でのBBOBST-NX回収は重要な実施項目で、正確に決定されている設置座標に無い場合の搜索も考慮し、潜航作業計画を立てていた。出航時点で既に10月19日以降での潜航が困難となる海況予報であったため、現場海域到着日に潜航作業が行えるように、新規設置する機器(BBOBST-NX・OBEMC)も準備した上で、当日朝の状況でどこまでの船上作業・潜航作業を行うかを調整することにした。

19日朝の時点で、午後遅くなると海況が悪化する予報であったので、最低限の潜航作業を実施するものとして、BBOBST-NX・OBEMCは既存のBBOBST-NX設置座標近傍へ着底させるべく投入点を調整し、OBEMCの海底でのBBOBST-NX近傍への移動は取り止めた。BBOBST-NXに取り付けた降下姿勢制御用係留系を海上で回収した後、「しんかい6500」(#1566潜航)を開始した。水深が1200mと浅いため潜航開始から20分程度で着底(潜航作業予定地点より南西側)、投入したBBOBST-NX・OBEMC着底地点までの距離がほぼ同じで、既存のBBOBST-NX設置座標を超えた先(北東方向約400m)にあることが予想できた。実際、ROVホームーと音響トランスポンダを使い、着底予想地点へ向かう途中でソナーの反応があり、既存のBBOBST-NX設置座標において正常な姿を視認した(図1a)。新規設置のBBOBST-NXを展開させる作業を先に実施する必要があるのもそのまま移動し、着底したBBOBST-NX(図1b)を視認した。「しんかい6500」での展開作業を完了(図1c)させてから、艇内からの音響トランスポンダ経由での通信により、BBOBST-NXが正常に観

測開始したことを確認した。OBEMC が近傍25m 程にあることがソナーで分かり、艇内からも目視した。回収する BBOBST-NX へ向かう際に、OBEMC に近づき視認した(図1d)。回収のための作業は速やかに完了し、計1.5時間の海底での作業時間で浮上開始した。なお、BBOBST-NX の回収には潜航作業が必要だが、OBEMC は他の長期観測用海底地震計と同じ自己浮上回収方式である。

揚収した BBOBST-NX は、設置から5年経過していたがデータレコーダーの内蔵時計用バックアップ電池がまだ生きており、基準周波数発振源は TCXO であるが、設置時から約+4秒の小さな時刻差であった。観測記録はタイマーで正常終了しており、2年間の良好な地震・傾斜記録(100Hz サンプリング)を得ると共に、脚部に付けた水中温度計では10分サンプリングの記録が4年超に渡り得られた。新規設置した BBOBST-NX も2年間観測を行うように設定しており、OBEMC は5秒サンプリングで水平流向流速・水温・水深(水圧)・傾斜を、同じく2年間記録することができる。回収・設置した3つの機器の座標(「しんかい6500」での INS 測位値)は以下の通りである。

35° 02.4681' N, 140° 48.6758' E, 1188m, BBOBST-NX (code: 544, recovered)

35° 02.5214' N, 140° 48.7290' E, 1186m, BBOBST-NX (code: 545, deployed)

35° 02.5200' N, 140° 48.7211' E, 1184m, OBEMC (code: 604, deployed)

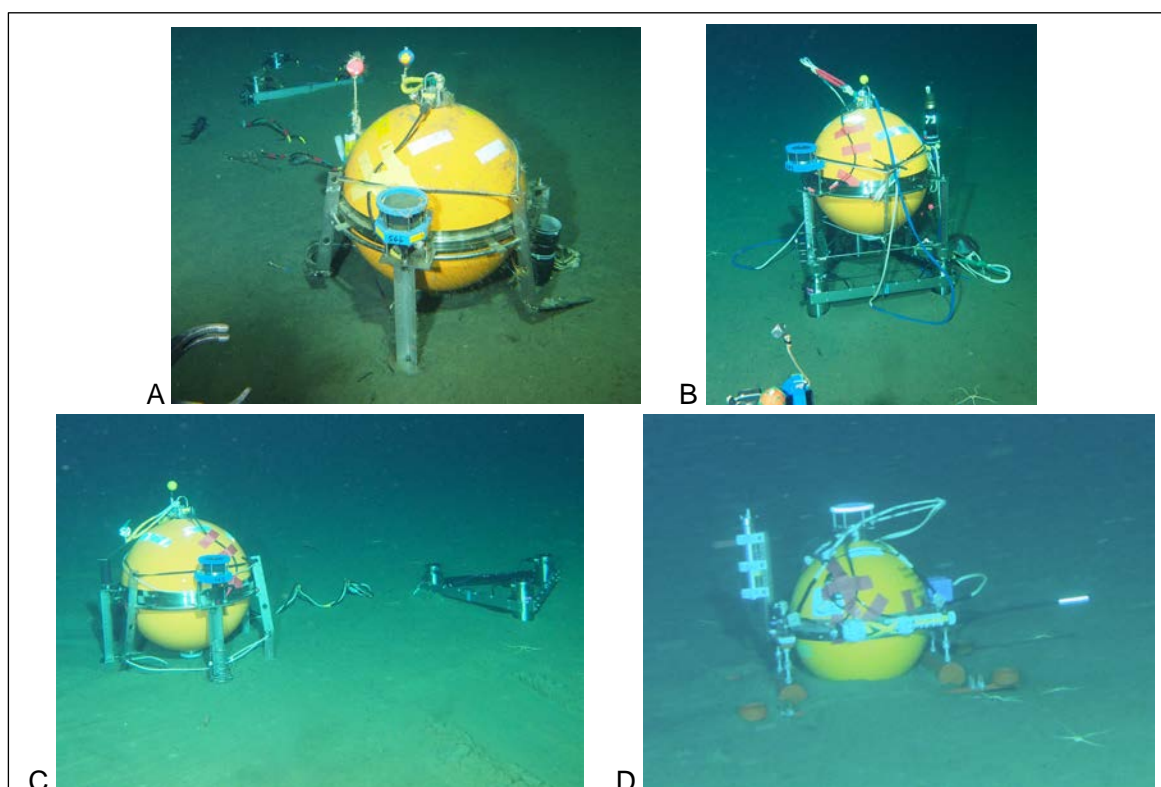


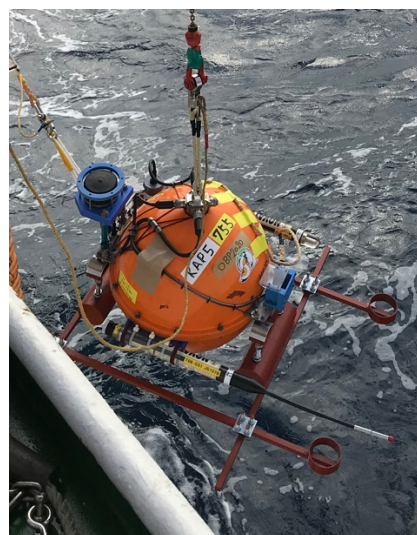
図1 A: 2015年に設置し本航で回収した BBOBST-NX。設置時と変わらない状態であった。 B: 今回設置した BBOBST-NX の着底状態で下方のセンサー部にチタン製球形耐圧容器の記録部が仮固定されている。その上に、降下姿勢制御用係留系との接続ロープが乗っている。 C: 展開作業を完了し観測開始した状態。 D: BBOBST-NX の近傍に着底した OBEMC の様子。長期観測用海底地震計を基にした構造で、左側に縦置きされているものが電磁流向流速計の本体。

2-2. 長期海底圧力アレイ観測の強化

長期海底圧力アレイ観測での SSE 発生域へのカバー向上のため、既存の4観測点(BOSO1, BOSO2, KAP2, KAP3)に加えて、KAP1・KAP5の2地点にて海底圧力計(OBP)を、10月20日に新規設置した。このエリアで繰り返し発生している SSE の南端側にはこれまで観測点が無く、滑り領域の決定精度が低くなっていた点が、大幅に改善できると予想される。OBP は精密な絶対水圧観測(上下変位1mm 相当の分解能)を1秒サンプリングにて、最長で3年間連続可能な設定である。海上での投入地点周囲から距離測定し、高精度に決定した2地点の設置座標を以下に示す。

34° 42.9448' N, 140° 29.9903' E, 1998m, OBP (code: 751, KAP1)

34° 35.7472' N, 140° 45.9026' E, 3445m, OBP (code: 755, KAP5)



KAP1(左)および KAP5(右)に設置された OBP

3. 乗船者リスト

Researchers

HAJIME SHIOBARA	ERI, Univ. Tokyo
TOSHINORI SATO	Graduate School of Science, Chiba Univ.
HyeJeong KIM	ERI, Univ. Tokyo
YUKI KAWANO	ERI, Univ. Tokyo
HARUKA NAGAI	ERI, Univ. Tokyo

Crew

Captain	YOSHIYUKI NAKAMURA
Chief Officer	TATSUO ADACHI
2nd Officer	YUKI ITO
3rd Officer	KEITA USHIMARU
Chief Engineer	EIJI SAKAGUCHI

1st Engineer	KENICHI SHIRAKATA
2nd Engineer	YOSHINOBU HIRATSUKA
3rd Engineer	KEITO SHIMADA
Chief Electronic Op.	SHUNSUKE FUKAGAWA
2nd Electronic Op.	YOSUKE KOMAKI
3rd Electronic Op.	KOHEI IKEDA
Boat Swain	YUKI YOSHINO
Quarter Master	KAZUMI OGASAWARA
Quarter Master	MASANORI OHATA
Quarter Master	NAO ISHIZUKA
Quarter Master	SHINYA UENO
Sailor	YUKI OISHI
Sailor	ITSUKI TATEMICH
Sailor	KOSEI HIRAI
No.1 Oiler	MASAYUKI FUJIWARA
Oiler	AOI TAKAMIYA
Assistant Oiler	MOTOHIRO KAWANO
Assistant Oiler	SOTA ITAGAKI
Assistant Oiler	HARUKI MATSUMOTO
Chief Steward	KATSUYUKI OMIYA
Steward	TAKAHIRO ABE
Steward	FUMIHARU SUZUKI
Steward	TOSHIYUKI ASANO
Steward	CHIHARU KUROSAKI
Marine technician	TARO SHIRAI

SHINKAI 6500 TEAM

Submersible Operation Manager	KAZUHIRO CHIBA
Deputy Submersible Tec. Manager	KEITA MATSUMOTO
1st Submersible Staff	MITSUHIRO UEKI
1st Submersible Staff	AKIHISA ISHIKAWA
1st Submersible Staff	FUMITAKA SAITO
2nd Submersible Staff	HIROFUMI UEKI
2nd Submersible Staff	KEIGO SUZUKI
2nd Submersible Staff	RYO SAIGO
2nd Submersible Staff	TAKUMA ONISHI
2nd Submersible Staff	YOSHIKAZU KURAMOTO
2nd Submersible Staff	SATSUKI IJIMA

2nd Submersible Staff

NAOTO MINAMINO

3rd Submersible Staff

MOTOHIRO MATSUSAKA

3rd Submersible Staff

KAISEI SATO

4. 航海ログ

Date / Time (JST)	Descriptions	Weather, Wind and Sea condition
2020/10/18 Sun.	Noon Position: 37-56.5N,141-16.2E (Sendai-bay)	bc/NW-3/2
9:00	Onboarded	
9:50	Let go all shore lines and left Sendai for research area (Off-the southeast of BOSO)	
11:00	Carried out education and training for scientists	
13:00	Meeting for "SHINKAI6500" dive operation	
14:00	"SHINKAI6500" briefing	
2020/10/19 Mon.	Noon Position:35-02.4N,140-48.5E (Off-the southeast of BOSO)	c/NE-5/4
4:00	Arrived at research area (Off-the southeast of BOSO)	
4:30	Released XBT	
5:01	Commenced MBES mapping survey	
5:44	Finished MBES mapping survey	
6:42	Deployed BBOBS T-NX (Site KAP3)	
6:50	Deployed OBEMC (Site KAP3)	
8:01	Recoverd the float of BBOBS T-NX	
10:11	"SHINKAI6500" dove and started her operation #1566	
10:50	"SHINKAI6500" landed on the sea bottom (D=1191m)	
13:25	"SHINKAI6500" left the sea bottom (D=1179m)	
13:53	Refloated "SHINKAI6500"	
14:32	Recovered "SHINKAI6500" & finished above operation.	
15:21	Recovered BBOBS T-NX	
2020/10/20 Tue.	Noon Position: 34-42.9N,140-29.6E (Off-the southeast of BOSO)	c/NNE-6/4
7:00	Arrived at research area (Site KAP5)	
8:15	Deployed OBP (Site KAP5)	
9:08	Commenced to calibrate OBP position (Site KAP5)	
10:09	Finished to calibrate OBP position (Site KAP5)	
11:30	Arrived at research area (Site KAP1)	
11:42	Deployed OBP (Site KAP1)	
12:07	Commenced to calibrate OBP position (Site KAP1)	
12:50	Finished to calibrate OBP position (Site KAP1)	
13:00	Left research area (Off-the southeast of BOSO) for ARIAKE port	
2020/10/21 Wed.	Noon Position:	
2020/10/22 Thu.		

Notice on Using

This cruise report is a preliminary documentation as of the end of cruise.

This report is not necessarily corrected even if there is any inaccurate description (i.e. taxonomic classifications). This report is subject to be revised without notice. Some data on this report may be raw or unprocessed. If you are going to use or refer the data on this report, it is recommended to ask the Chief Scientist for latest status.

Users of information on this report are requested to submit Publication Report to Cooperative Research Cruise office.

E-mail: kyodoriyo@ori.u-tokyo.ac.jp