Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2024-12-26

練習船深江丸の海洋底探査航海

矢野, 吉治
若林, 伸和

(Citation)
神戸大学大学院海事科学研究科紀要,14:1-14

(Issue Date)
2017

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81009858

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81009858

練習船深江丸の海洋底探査航海

Ocean-Bottom Exploration Activities by Training Ship Fukae-maru

矢野 吉治*，若林 伸和**

Yoshiji YANO and Nobukazu WAKABAYASHI

（平成29年 6月13日 受付）

Abstract

In April, 2013, the Japanese Government settled on the second stage of an oceanic basic plan that emphasized the development of ocean resources and the enhancement of oceanic education. In light of this situation, KOBEC (Kobe Ocean-Bottom Exploration Center) was established at Kobe University on October 1, 2015. Afterwards, preparations for ocean-bottom exploration activities using the training ship Fukae-maru were advanced by KOBEC. KOBEC will develop various promotion programs, for instance, the exploitation technology of ocean-bottom resources and specially-advanced exploration techniques, etc. centering on the advanced research of the ocean bottom.

Two exploration activities executed with the training ship Fukae-maru are outlined in this paper. Moreover, various development problems with the exploration activities were described. Additionally, some proposals for the construction the next generation's new training and ocean-bottom survey ship were discussed based on the analysis of current exploration activities.

(Received June 13, 2017)

１．はじめに

平成25年度の海洋資源開発と海洋教育の充実に重点を置いた国の第２期海洋基本計画において海洋開発技術者の数を2030年までに５倍に引き上げるなど、海洋人材育成に関する国の強い意志が示された。従前、神戸大学では海洋立国を支える海技者養成教育の高度化と総合性を備えたグローバル海洋人材の育成を目指す中、平成27年４月には本学の新体制として先端研究・文理融合を骨子とした種々の機能強化策が打ち出された。この中で理学研究科や工学研究科と海事科学研究科を中心とする分野融合型の新しい取り組みが始まり、平成27年10月１日、本学の深江キャンパス内に″海洋底探査センター″（KOBEC：Kobe Ocean-Bottom Exploration Center；以後、KOBECという。）が設置された。このセンターでは世界をリードする海域先端研究をコアにして海底資源開発技術や特殊な探査技術を有する高度専門職業人の育成とともに巨大海底カルデラの総合研究を理念に掲げ、構想実現のために大学所有の練習船深江丸（以後、深江丸という。）による″鬼界カルデラと周辺海域″の探査活動がいよいよ始動した。本稿ではKOBECの探査活動に備えた深江丸の改装や探査機器装備後の平成28年10月と平成29年３月に実施した第１次及び第２次探査航海について概説し、船の運航と乗船者の船内居住に関連するいくつかの事柄について対応を示すとともに、次世代練習船として海洋底探査機能を兼ね備えた新船の建

*　神戸大学大学院海事科学研究科
附属練習船深江丸船長
** 海洋底探査センター
副センター長，探査運用部門長

造に向けて基本的な機能要件を提案した。

鹿児島県薩摩半島の南にある鬼界カルデラの地理的な位置を図１及び図２に示す。

２．深江丸の改装と機器搭載

深江丸の合入渠工事（造船所での船体整備）を第１次探査航海直前の平成28年９月23日から10月10日にかけてサノヤス造船(株)大阪製造所で実施し、この入渠に合わせて、入渠前と入渠中及び第２次探査航海の直前に次に示す内容のKOBEC特別工事を実施して一連の探査航海に備えた。図３に船体整備中の深江丸を、また、表１に深江丸の主要目を示す。

2.1　入渠前の工事（2016年９月）

①ユニック・オーシャンクレーン装備・稼働のため後部甲板オーニング（天幕）支柱と全オーニングの撤去

②船体の安定性（重心位置）評価のため、居室を含む船内全域の属具、器具、機器及び全持ち込み物品の重量と配置調査

2.2　入渠中の工事（2016年９月）

①船底中央部右舷に既装備の潮流計送受波部を撤去後、MBES（Multi narrow-Beam Echo Sounder：マルチナロービーム音響測深機）の送受波ドーム取り付け

②船底中央部コファダム（空隙）及びその直上の下甲板ELECTRIC ROOMにMBESの送受波ユニット設置

③データ処理室にMBESの主制御システムを、船橋にMBES遠隔制御用PCを設置

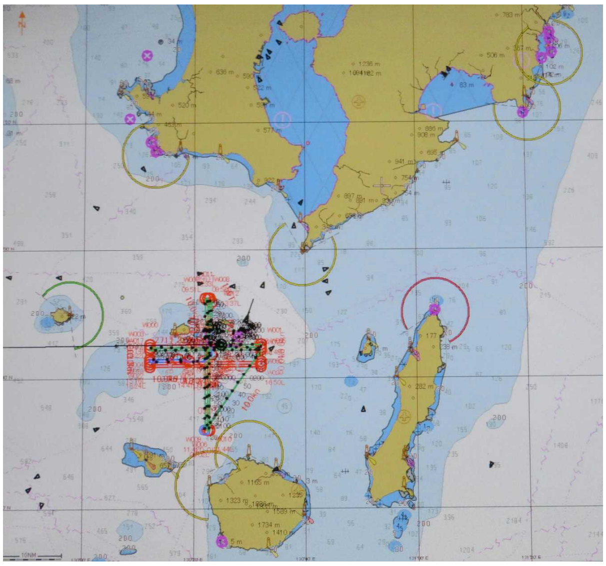


図１　鬼界カルデラ周辺海域（ECDIS画面）

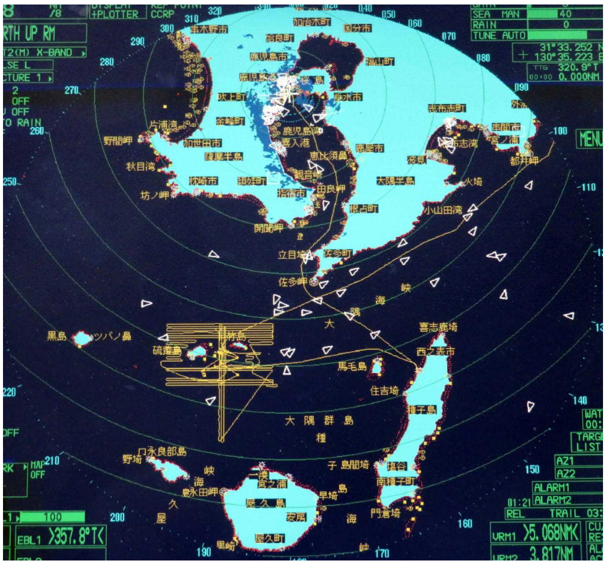


図２　鬼界カルデラ周辺海域（レーダ画面）

図３　練習船深江丸（ふかえまる）

表１　深江丸主要目

1	総トン数:449トン（国際674トン）
2	全長:49.95メートル
3	幅:10.00メートル
4	深さ:6.10／3.75メートル
5	喫水:3.20 メートル
6	航行区域:近海区域（GMDSS A2水域）非国際
7	主機関:ディーゼル 1,100キロワット × １基
8	推進器:左回り4翼CPP（可変ピッチプロペラ）
9	航海速力:12ノット（時速22キロメートル）
10	航続距離:3,000海里（5,500キロメートル）
11	船級:JG
12	最大搭載人員:64人（学生48人）
13	満載排水量:777トン
14	清水搭載量:82トン（100%FULL）
15	燃料搭載量:64KL（80%FULL）

④MBES、ROV(Remotely Operated Vehicle：遠隔操作水中探査機）関連機器の電源と信号配線、音速計測用海水配管工事
⑤後部甲板の右舷船尾にユニック・オーシャンクレーン<５段・最大吊り下げ能力950kg>搭載
⑥後部甲板の左舷船尾にハイドロフォン曳航とROVの懸架用ダビット搭載
⑦後部甲板の前・中部にエアガン用コンプレッサー設置台座と観測機器の固定金具設置
⑧後部甲板の係船ウインチ間にロープ巻き取り用小型電動キャプスタン設置
⑨船尾後方の両舷フェアリーダーの改装（プロトン磁力計等の曳航用）
⑩後部甲板に夜間作業用LED照明器具設置
⑪機器搭載による船体の安定性評価のため、探査機器と関連器具等搭載時の重量重心計算
⑫その他、機器搭載に関連する付帯及び不具合解消工事

2.3　第２次探査航海直前の専用岸壁での工事（2017年２月）

①ROVの一次ケーブル（約1,300m）昇降用ウインチ固定のための敷き板と固定金具設置
②作業性向上のためROV降下揚収用ダビットの一部模様替え

入渠中に搭載設置したユニック・オーシャンクレーンとダビットを図４と図５に、また、船底に新しく装備したMBESドームの外観を図６と図７に示す。

３．探査航海

探査航海の概要は次の通り。

3.1　実施期間

①第１次探査航海：
平成28年10月13日(木)～10月27日(木)<15日間>
②第２次探査航海：
平成29年３月１日(水)～３月10日(金)<10日間>

図４　ユニック・オーシャンクレーン搭載

図５　ダビット搭載

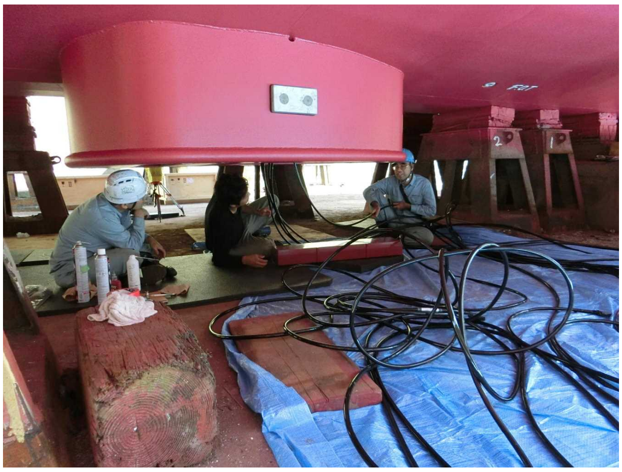


図６　船底に新設のMBESドーム

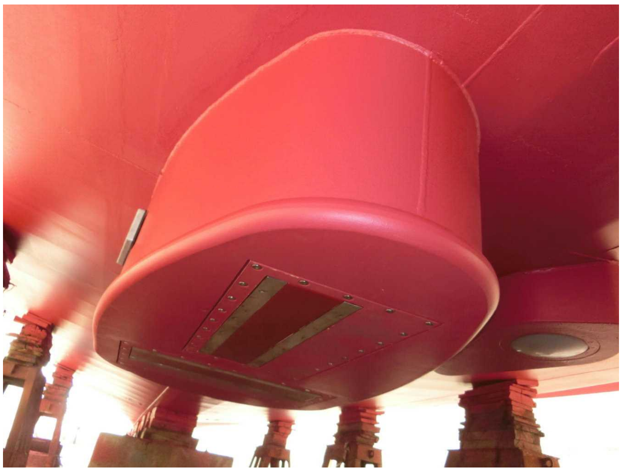


図７　MBESの底部の送受波部

3.2　運航日程

①**第１次探査航海**：

神戸<10/13> → <10/14>鬼界カルデラ<10/15> → 鹿児島湾奥へ荒天避泊<10/17> → 鬼界カルデラ<10/19> → 鹿児島港<10/21> → 鬼界カルデラ<10/22> → 鹿児島湾奥へ荒天避泊<10/24> → 鬼界カルデラ<10/25> → 豊後水道～瀬戸内海 → <10/27>神戸

②**第２次探査航海**：

神戸<3/1> → <3/3>鬼界カルデラ<3/6> → 種子島<3/7> → 鹿児島湾奥へ荒天避泊<3/8> → 鹿児島湾内のカルデラ探査<3/8> → 四国南岸 → 紀伊水道 → <3/10>神戸

3.3　探査内容

①**第１次探査航海**：

イ）MBESによる海底地形探査（測線上航走探査）<航程930海里：1,700km>

ロ）OBS（Ocean Bottom Seismograph：海底地震計）５基の投入・設置

ハ）OBEM（Ocean Bottom Electro Magnetometer：海底電位磁力計）２基の投入・設置

ニ）OBM（Ocean Bottom Magnetometer:海底磁力計)を上記OBSに２基、OBEMに１基装着

ホ）プロトン磁力計の曳航による地磁気探査 <航程800海里：1,480km，磁力計の曳航長さ約150メートル>

へ）反射法地震探査による地下構造探査 <航程120海里：220km，電気推進による低速航行>

ト）鬼界カルデラ外輪の薩摩硫黄島（704m)、竹島（203m)、昭和硫黄島（24m）及びヤクロ瀬（５m）等の遠隔露頭観察・撮影

②**第２次探査航海**：

イ）OBS（海底地震計）：５基とOBEM（海底電位磁力計）：２基の回収

ロ）OBEMP（海底電位磁力計・圧力計）：５基の投入・設置
<日向灘：２基、鬼界カルデラ：３基>

ハ）OBEM（海底電位磁力計）：１基の投入・設置
<鬼界カルデラ>

ニ）ROV（遠隔操作水中探査機）による熱水噴出域（海底・断崖）の映像目視探査
<約10時間>

ホ）MBESによる海底地形探査（測線上航走探査）
<航程400海里：740km>

へ）プロトン磁力計の曳航による地磁気探査
<航程400海里：740km>

ト）ドレッジによるカルデラ内浅所の岩石等底質物の採取 <２ヶ所：約２時間>

チ）鬼界カルデラ外輪の薩摩硫黄島、竹島、昭和硫黄島及びヤクロ瀬等の遠隔露頭観察

４．第１次及び第２次探査航海の運航集計

２回の探査航海に係る、航海、停泊、錨泊、探査時間、航程、寄港地、燃料と清水使用量、補油、採水の状況及び乗船者数の一覧を運航集計として表２に示す。また、鬼界カルデラ及び周辺海域における第１次探査航海のレーダ画面

表２ 第１次及び第２次探査航海の運航集計

	第1次探査航海		第2次探査航海	
実施期間	2016(平成28)年 10/13(木)～10/27(木)		2017(平成29)年 3/1(水)～3/10(金)	
航海時間	214時間30分	08日22時間30分	178時間50分	07日10時間50分
停泊時間	47時間45分	01日23時間45分	20時間00分	00日20時間00分
錨泊時間	72時間35分	03日00時間35分	17時間00分	00日17時間00分
合　計	334時間50分	13日22時間50分	215時間50分	08日23時間50分
内、探査時間	115時間00分	04日19時間00分	82時間05分	03日10時間05分
総 航 程	2,047海里(3,791km)		1,423海里(2,636km)	
内、探査航程	931海里(1,725km)		422海里(782km)	
寄 港 地	鹿児島港(2泊)		種子島・西之表港(1泊)	
燃料使用量	34.5 KL		19.5 KL	
補 油 量	18.0 KL		－	
清水使用量	50 トン		34 トン	
採 水 量	27 トン		20 トン	
乗船者数	往路	復路	往路	復路
(乗組員を含む)	37人	35人	44人	45人

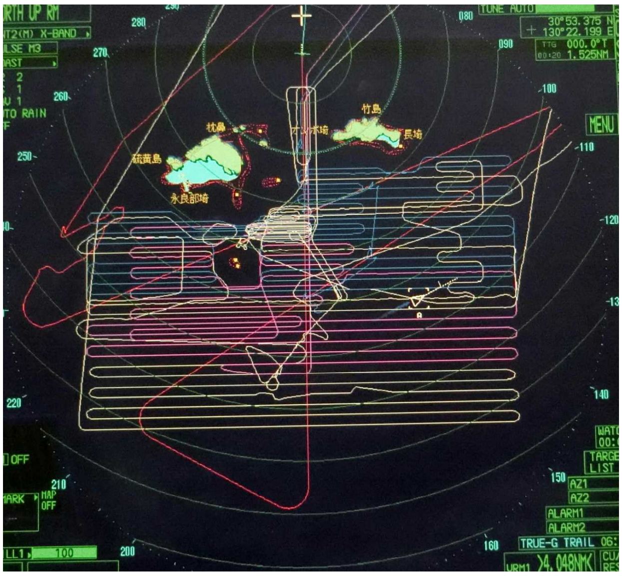


図８　第１次探査航海の探査軌跡（レーダ画面）

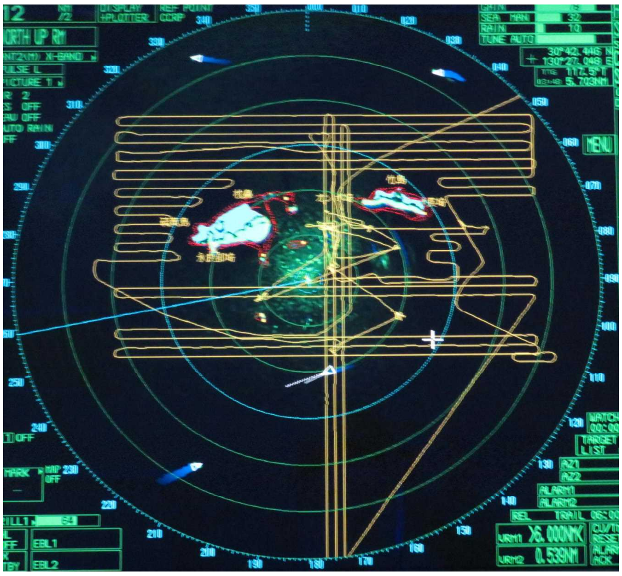


図９　第２次探査航海の探査軌跡（レーダ画面）

に記録した探査軌跡を図８に、同じく第２次探査航海の探査軌跡を図９に示す。なお、神戸から鬼界カルデラ海域へは四国の南岸を経由すると、その航程は約360海里（670km）あり、気象海象の状況によるが深江丸の航海速力で片道約32時間を要す。

５．探査時季の鬼界カルデラ及び周辺海域の概況

5.1　地勢

鬼界カルデラにはその外輪山として薩摩硫黄島（704m）と竹島（203m）がその北部に位置し、カルデラの東方約50kmには種子島が、その南方約35kmには屋久島と口永良部島がある。薩摩硫黄島とその南方から東方至近に存在するヤクロ瀬、浅瀬、中曽根、昭和硫黄島及び竹島至近の水域を除き十分な水深を有し船舶の航行に支障はない。薩摩硫黄島と竹島によりうねりが遮蔽される水域が一部に存在するが、概ね全周がうねりの到来に対してオープンである。また、台湾の東方から琉球諸島と薩南諸島（あわせて南西諸島という。）の西方を北東進した黒潮は屋久島の南西方で四国・本州の南岸へとその流路を東に大きく変えることから鬼界カルデラ周辺海域はくろしおの影響を直に受けることはないが、海底起伏の影響によるものか、一部水域の探査中にやや強い不特定な流れが存在した。

5.2　船舶の通航

前記のような地理的環境から、鬼界カルデラ付近は鹿児島や九州・本州から南西諸島を結ぶ国内の主要航路上であると同時に日本と中国やアジア、さらにはアジアと北米とを結ぶ国際航路に隣接し、昼夜を問わず大小各種の内航・外航船舶や漁船が通航する（図２中「△」：AIS搭載船参照）。第１次探査航海ではMBESによる海底地形探査に加えて反射法地震探査による地下構造探査を行い、右舷船尾から伸出長さ12メートルのエアガンと曳航ケーブルを、また、左舷船尾からは伸出長さ190メートルのハイドロフォン・ストリーマケーブルを曳航して、電気推進による対水速力４ノットで計画測線上を直線航走した。強風や風浪とうねり、さらには場所的なやや強い流れに翻弄されながらの低速航行であり、地下構造探査では設定した測線上を正確に航走する必要があるため測線方向に対して圧流角を35～40度風潮上側に修正した針路で航走する場面があった。加えて、AIS（船舶自動識別装置）やレーダARPA（衝突予防援助装置）から衝突のおそれや至近通航が予想される通航船舶を早めに割り出して国際VHF電話による船舶間交信により進路変更等の協力を要請する場面もあった。特に夜間は片時も気を抜くことのできない状況であったが周囲通航船の協力もあり、限られた時間の中で最大限度の活動を展開できた。

5.3　気象海象

探査航海中の深江丸船橋では午前０時から24時（Midnight）にかけて１回４時間の船橋当直を午前と午後に各３直の１日６直で展開する（①00－04時、②04－08時、③08－12時、①'12－16時、②'16－20時、③'20－24時：<４時間×６直＝24時間>）。このとき、各当直中の航海記録として毎時間の船の速力（進んだ距離）、風向と風力、天候、気圧、気温と海水温その他特筆すべき事柄などをワッチメモに書き残して航海日誌に記載するための下資料とする。そこで、鬼界カルデラ及び周辺海域の探査中に記録した１当直４時間のワッチメモの記録について、１当直中に記録した最大風力と平均風力とをその当直中の風の代表値として、10月期と３月期の鬼界カルデラ海域における風のデータを表３にまとめた。第１次探査航海では探査に従事した33当直（通算132時間）を、また、第２次探査航海では、荒天のため鬼界カルデラ海域における後半の探査を打ち切ったことから20当直（通算80時間）分の記録とした。

最大風力に着目すると、第１次探査航海は全33当直中、風力「５」が７当直あり全体の22％を占め、続いて風力「９」と「８」及び「３」が計15当直で各15％、風力「７」と「６」が計８当直で各12％、風力「４」が３当直で９％であった。図10にこの割合を円グラフで示す。10月の日本国内は秋の行楽シーズンで一般に好天に恵まれる季節であるが、鬼界カルデラ海域ではこのとき日本付近を覆う高気圧の南西の縁（へり）に位置し、また、海域的に風やうねりを遮蔽する陸地（島）が近くにないことから厳しい海象下の探査活動になり、鹿児島湾奥へは２度にわたり荒天避泊した。

同じく第２次探査航海では全20当直中、最大風力「４」が６当直で全体の30％を占め、続いて風力「６」と「５」が計８当直で各20％、風力「３」が３当直で15％、風力「７」が２当直で10％、風力「８」が１当直で５％であった。図11にこの割合を円グラフで示す。春の移動性

表３　第１次及び第２次探査航海における平均風力と最大風力の記録回数

第1次探査航海（2016年10月13日～27日）					
平均風力	記録回数	比率	最大風力	記録回数	比率
Calm	0	0	Calm	0	0
1	0	0	1	0	0
2	2	6	2	0	0
3	6	18	3	5	15
4	6	18	4	3	9
5	6	18	5	7	22
6	5	15	6	4	12
7	2	6	7	4	12
8	5	15	8	5	15
9	1	3	9	5	15
10	0	0	10	0	0
	33	99		33	100

第2次探査航海（2017年3月1日～10日）					
平均風力	記録回数	比率	最大風力	記録回数	比率
Calm	0	0	Calm	0	0
1	0	0	1	0	0
2	3	15	2	0	0
3	5	25	3	3	15
4	4	20	4	6	30
5	5	25	5	4	20
6	2	10	6	4	20
7	1	5	7	2	10
8	0	0	8	1	5
9	0	0	9	0	0
10	0	0	10	0	0
	20	100		20	100

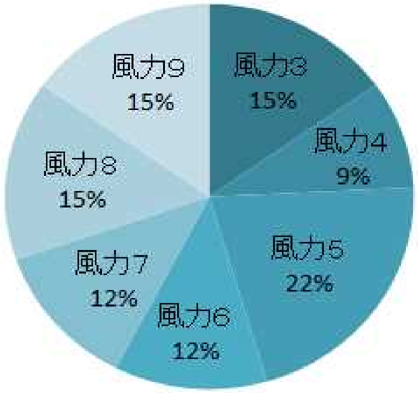


図10 第１次探査航海33当直の最大風力

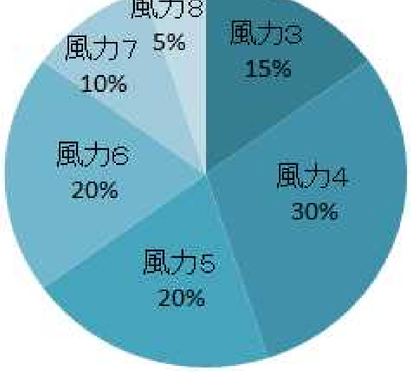


図11 第２次探査航海20当直の最大風力

高気圧と低気圧の影響で九州の西方から南方の海域では冬型気圧配置の様相を繰り返し北～北西寄りの強風を伴った。探査の後半に厳しい海象が予想されたため、種子島の西之表港出港後は鹿児島湾内のカルデラ探査に変更した。

次に鬼界カルデラ及び周辺海域で探査に従事した"日"を代表する海面状態を表４にその割合で示す。第１次探査航海で探査に従事した日数は延べ８日間で、海面状態"Rough"（波高2.5～4.0メートル）が５日で63%、"Moderate"（波高1.25～2.5メートル）が３日で37%であった。また、第２次探査航海の探査に従事した日数は６日間で、海面状態"Rough"（波高2.5～4.0メートル）が３日で50%、"Moderate"（波高1.25～2.5メートル）、"Slight"（波高0.5～1.25メートル）及び"Smooth"（波高0.1～0.5メートル）が各１日であわせて50%であった。前述の最大風力の割合が示すように鬼界カルデラ及び周辺海域では10月期は高気圧の、また、３月期は西高東低の冬型気圧配置の影響下にあった。参考までに、海上において一般に風力（風速）の基準になる「ビューフォート風力階級」を表５に示す。

６．各種の対応

6.1　寄港地と避泊（避難）地

鬼界カルデラは鹿児島県薩摩半島の南方約40kmに位置するが、このカルデラに最も近い大型港湾として鹿児島港がある。当港は深江丸の接岸可能な岸壁が確保でき、また、採水、補油、食糧の補給が可能で、乗船者交代のための交通の便もよい。第１次探査航海では鹿児島港本港区北ふ頭１号岸壁の北端に左舷を接岸して人工地震発生エアガン用コンプレッサー他の探査資機材を搭載し、また、研究者と学生が交代あるいは下船した。鹿児島港と鬼界カルデラの海上距離は約50海里（93km）あり、深江丸では片道約4.5時間を要す。

第２次探査航海では探査の中盤に種子島の西之表港旅客フェリー発着岸壁に右舷を接岸した。幸い、この岸壁を使用する旅客フェリーが入渠中であり、鬼界カルデラから約30海里(55km)東方にある同港で１晩のみ使用が許可された。この港にはこの岸壁以外に防波堤内で西側の海に面した大型船用の岸壁が整備されているが、今回の入港経験から季節風期の北～西方向からの

表４　第１次及び第２次探査航海における海面状態

	第1次探査航海		第2次探査航海		
海面状態	日数	比率(%)	日数	比率(%)	波高(m)
Calm	0	0	0	0	0～0.1
Smooth	0	0	1	17	0.1～0.5
Slight	0	0	1	17	0.5～1.25
Moderate	3	37	1	17	1.25～2.5
Rough	5	63	3	50	2.5～4.0
Very Rough	0	0	0	0	4.0～6.0
High	0	0	0	0	6.0～9.0
Very High	0	0	0	0	9.0～14.0
Phenomenal	0	0	0	0	14.0～
	8	100	6	101	

表５　ビューフォート風力階級

ビューフォート風力階級	欧文表記	和名表記	風　速	
			ノット	m/s
0	Calm	平穏(へいおん)	0	0.3未満
1	Light air	至軽風(しけいふう)	1～3	0.3～1.5
2	Light breeze	軽風(けいふう)	4～6	1.6～3.3
3	Gentle breeze	軟風(なんぷう)	7～10	3.4～5.4
4	Moderate breeze	和風(わふう)	11～16	5.5～7.9
5	Fresh breeze	疾風(しっぷう)	17～21	8.0～10.7
6	Strong breeze	雄風(ゆうふう)	22～27	10.8～13.8
7	Near gale	強風(きょうふう)	28～33	13.9～17.1
8	Gale	疾強風(しっきょうふう)	34～40	17.2～20.7
9	Strong gale	大強風(だいきょうふう)	41～47	20.8～24.4
10	Storm	暴風(ぼうふう)	48～55	24.5～28.4
11	Violent storm	烈風(れっぷう)	56～63	28.5～32.6
12	Hurricane	颶風(ぐふう)	64～	32.7以上

強風に対して遮るものがなく離接岸と停泊には厳しい面がうかがえた。このように鬼界カルデラ周辺で緊急時を除き一般船舶が補給等のため入港できる港としては鹿児島港が最も有力である。第１次探査航海の前半には荒天避泊のため鹿児島湾内で唯一、一般船が錨泊可能な鹿児島港外の泊地に錨泊した。また、鹿児島出港翌日（10/22）の午後（14時半頃）に負傷者（船体動揺による転倒で右手小指の付け根を裂傷）が発生したことから病院搬送のために探査を中断、土曜日であったが鹿児島市民病院及び鹿児島海上保安部と連絡を取り合い、19時半に鹿児島港外で深江丸のレスキューボートを降下、同保安部の協力で使用が許可された巡視艇専用桟橋に搬送した。その後、深江丸ではこの泊地に荒天避泊を兼ねて錨を投じた後ボートを揚収した。鹿児島湾は桜島北部の姶良カルデラと桜島の南に位置する阿多北および南カルデラからその一部が構成され、湾内のほぼ全域が急深で水深が深く、また、底質が岩や石などの険悪地で構成されるため一般船の錨泊に適した場所は、深海投錨を除き、前述の港外の水域以外には見当たらない。第１次探査航海では乗船者と船の安全のため２回、第２次探査航海では１回、この泊地に荒天避泊して窮状を凌いだ。

6.2　寄港地での採水と補油（燃料搭載）

両探査航海とも、寄港予定地の岸壁確保の他、入出港に係る一連の手続きや補給業務は代理店を通じて手配した。第１次探査航海では鹿児島港の着岸場所である本港区北ふ頭１号岸壁において清水27トンを、また、油タンカーを右舷に接舷して機関燃料のＡ重油を18KL（キロリットル）<18,000リットル>搭載した。第２次探査航海では種子島北西部にある西之表港の旅客フェリー発着岸壁において清水20トンを搭載した。深江丸船底の水タンクに搭載可能な全清水量は約82トンで全て飲料水である。また、燃料搭載量は80％満載で64KLである。船底のタンクに搭載する清水や燃料は、単に船内居住や運航のための必需品ではなく、船の安定性を確保するため船底に搭載して重心位置を下げる重要なバラストの役割があり、このことから相当量を温存しておく必要がある。燃料については探査の内容（速力と航走時間）から正確な燃料使用量を推算して補油計画を策定する。なお、鹿児島港での補油の最低搭載条件は18KLであった。清水の消費量は乗船者数により大きく左右されるが、１日の消費量を大凡４～５トンと見込む。寄港地では可能な限り船底の水タンクを満水とする。

6.3　船内給食

船内生活の中で食事は極上の楽しみであり、乗船者間の交流の場でもある。食事の善し悪しは船内の雰囲気に大きく影響することから船の運航サービスの中で最も気を遣う部門である。航泊を問わず、厨房では午前３時半に始業、途中の休憩を入れて18時過ぎの夕食片付けで終了する。食事の提供なくして船は運航できず、また、限られた設備環境の中で衛生管理を徹底する必要があり司厨長の責任は船長のそれに匹敵する。探査航海では厨房業務の負担軽減のため、学生ホールとメスルームでの配膳をなくしてビュッフェスタイルとし、一定時間内に各自が自由に喫食できるようにした。また、寄港地では乗組員を含む全員の朝食は船で用意するが、その他の食事は各自が上陸して適宜対処することにした。

6.4　船内発生ゴミ

学内船舶実習や学内外の教育利用、社会人研修等の場合は、航海が長くても４日間程度であることから残飯等の生ゴミを含む船内発生ゴミは後部甲板に用意した２基の大型専用箱に分別し衛生的に保管して持ち帰り、キャンパスの専用ゴミ箱に移し替えて処理する。探査航海のように航海日数が10日～15日間程度の場合は、季節にもよるが、衛生的に保管することが困難であることから代理店を通じて陸揚げし有料で処理する。

6.5　衣類の洗濯

既述の通り、深江丸船底の水タンクに搭載可能な全清水量は82トンであるが、うねりのある外洋の荒天下において船の安定性を確保するために半数程度の保有が必要である。このことから大学ポンド（繋船池）出港から帰港までの間は厨房関係者以外には洗濯を許可しない。

７．海洋底探査機能等を兼ね備えた次世代練習船への提案

現状の深江丸において、既存の船体設備の大規模な改装等は実質的に不可能であることから、新たな目的の航海では練習船としての現有施設や諸設備を融通し、工夫しながら有効に活用する。近時、練習船として30年前に建造の船体や機関及び属具等の各所に老朽化による不具合が生じ、緊急あるいは重要度により、都度、対応を検討し処置する。乗組員による計画的な保守整備を徹底するが、予期しがたいトラブル発生の可能性を多分に秘めることから自己完結的対応にも限界がある。これまでに実施した探査航海の様態や数々の経験を踏まえ海洋底探査機能等を兼ね備えた次世代練習船の機能要件を以下に提案する。

7.1　探査機器等に対する静粛性の確保

反射法地震探査による地下構造探査では静粛性の確保とともに、低速航行時における主機関の長時間低負荷運転によるトラブルを避けるため、電気推進により約４ノットの低速で航行した。MBESやハイドロフォン聴音等の水中音響機器を用いた探査活動では総じて静粛性を保つことのできる電気推進が望ましい。

7.2　船体姿勢制御のための補助推進システムの検討

探査海域では強風とこれに伴う風浪やうねりに船体が翻弄される。特にROV（遠隔操作水中探査機）を降下中の停留時は現有の前後横移動装置（バウスラスタ：推力1.5トン、スタンスラスタ：推力1.2トン）により船体（船首）を風に立てることで風圧をある程度軽減する。風速が10メートル毎秒を越えるあたりから船体の姿勢制御が困難な状況に陥り、風に任せた圧流状態になりがちである。このためプロペラ推力と大舵角による舵効きを利用して姿勢を保持する、あるいは立て直しすることが多く、このような事態に備えて直径2.1メートルのCPP（可変ピッチプロペラ）は常時回転状態にあり臨機に使用する。船尾左舷のダビット先端から海底にROVを降下しているときは、垂下したシンカー（一次ケーブルの先端に設けた″おもり″で、最大伸出深度は1,300メートルあり、ROVはこれを中心に半径50メートル内を遠隔でコントロールされて移動する。）と昇降ウインチとを結ぶ一次ケーブルが舵やプロペラに接触、あるいは巻き込まれると切断の危険があり、ROVを紛失し回収不能な事態になりかねない。このことからバウスラスタ推力は最低でも現状の２倍程度は必要である。また、スタンスラスタに替えて補助推進機能を兼ね備え推力の方向制御が可能な船底装備ポンプジェットとし、プロペラ停止の状態においても船体姿勢制御のための補助推力を確保することで、夜間を含む、長時間にわたるROVの探査や降下・揚収作業を安全に安定して継続できることが望ましい。

あわせて定点での船位を保持するためのダイナミック・ポジショニングシステムや風潮流等の外力の影響が大きい海象下における測線上の直線航走を確実にするための新たな操船支援システムの導入が望まれる。

7.3　流用可能な探査スペースの確保

探査航海では大型の計測機器や機材が大量に搭載される。このため、現状ではデータ処理室と実験室を中心に床面をも利用して大量の観測資機材を搭載配置し、大型機材や防水タイプのものは後部甲板に固縛して搭載する。船体動揺時における人の安全と搭載機器の機能維持のためにも研究用Laboを機能的に配置し、同時に機材の収容と運用スペースを確保することが望まれる。また、荒天・雨天時の作業用スペースについても同じく検討を要す。

7.4　諸設備と機能性の確保

①船底の二重底中央部のタンク間に縦置きと横置きに設けるコファダム（空隙）は、新たな音響機器等の搭載を想定して十分な設置スペースと作業性を考慮した構造配置にする。

②造水機と比較的小容量の雑用清水タンク及び洗濯・乾燥機室を設け、探査航海等の長期にわたる乗船者の生活をある程度サポートする。

③甲板間のケーブルリセスや隔壁間には信号ケーブル等を通す貫通ピースを余裕のある大きさで複数箇所分散して設け、新たな機器搭載時のケーブル貫通を容易にする。

④学生居室を４人（～６人）部屋として複数配置し、感冒・疾病者用に独立空調の整った２人用隔離居室を２室程度設けて探査航海等においては研究者用に提供する。
⑤大型機器や機材等の搬出入を想定して、船の出入り口ハッチの幅と同ハッチから実験観測用スペースとを結ぶ通路の幅は内径110センチメートル程度を確保する。通路の曲がり角は角をなくして丸みを持たせる。
⑥航海船橋は角窓を通じて360度の全周を見渡せる配置とし、正面と後部甲板、右舷と左舷及び作業場所をテレビカメラと大型モニタによりリアルタイムに監視可とする。特に後部甲板については作業等の進展状況を操船中の船橋内から作動音や音声とともに的確に把握できることが望ましい。
⑦船首と船尾の甲板機械は油圧式としてユニッククレーンや各舷に設けた多関節クレーン等の動力源を兼ねるものとする。
⑧船尾トランサム部に階段（ステップ）部を設ける、あるいは堅牢な組み立て式のものを配置し、保護柵などと併せて水面付近での安全な作業場所を確保する。
⑨探査活動や船の運航に関連したあらゆるデータの取得と保存が可能なシステムを搭載する。
⑩汚水処理装置と厨房排水の油回収装置の搭載
⑪その他、深江丸ではこれまで日本透析医会や兵庫県透析医会の他、様々な医療機関、教育機関等と連携して『災害時医療支援船構想』を立ち上げ、近隣都市で大規模災害が発生したときなどにおいて海上ルートを活用した医療支援の展開を模索・検討し検証してきた。この構想では様々なタイプの船を用いて透析患者や傷病者を搬送するあるいは支援する訓練を実施済みで、これまでに神戸、大阪、和歌山及び徳島において検証活動を展開した。これらの経験に基づく設備要件は次の通り。
イ）機動性の確保：比較的狭隘な港にも対応できる機動性の高い船型と速力、収容能力
ロ）電力の陸揚げ：現深江丸では220V・160kW及び100V・40kW程度の電力の陸揚げが可能大容量の電力提供能力の確保
ハ）船内通路：乗下船用舷梯の幅を含み、一般者や担架の船内通行に配慮した通路・階段・出入り口ハッチの幅、曲がり角、通路内障害物、階段傾斜の検討
ニ）居住・衛生設備：隔離室と複数の男女トイレの設置、造水機による雑用清水の確保

８．鬼界カルデラの探査プロジェクトとKOBECの構成

8.1　鬼界カルデラ探査プロジェクト

KOBECの探査プロジェクトの概要は次の通り。
①九州の南方海域に存在する鬼界カルデラを対象にした″マグマ溜まり″の高精度イメージングと各種センシング技術を適用し応用した大規模海底構造探査の展開
②巨大カルデラ噴火の発生メカニズムや前兆現象の解明と人工地震・地下構造探査によるカルデラ直下のマグマ溜まりモニタリング技術の確立
③陸上からでは不可能な″海域″における計画的な探査活動の展開

8.2　KOBECの構成

KOBECは海洋底の観測と解析及び応用を含む各種の探査実習により海洋人材教育の展開が可能な日本で唯一の組織であり、MBES測深、地震波観測、磁力観測等による地形・地下構造探査、海洋底構造探査等の分野において他の組織や他大学と連携した次の５部門で構成される。
①探査運用部門（学内連携：海事科学研究科）
海底カルデラ探査のための船舶の運航計画、探査活動及び基礎的な観測手法を含む海洋底探査実習プログラム等に関する教育研究
②構造探査部門（学内連携：海事科学研究科・理学研究科）
MBES等による海底地形・地下構造を探査する最先端技術の開発と応用、関連機器の開発、新手法の開発、構造探査等に関する教育研究
③観測システム部門（学内連携：海事科学研究科・工学研究科）
火山活動観測ネットワークの構築と各種観測・計測機器の敷設や連続測定等に伴う工学的課題等に関する教育研究

④火山学部門（学内連携：理学研究科・先端融合研究環）

海域を含む巨大カルデラにおけるマグマの発生と蓄積、噴火メカニズムの解明、カルデラ火山活動の前兆から噴火に至るプロセスや火砕流・火山灰など火砕物の移動様式の包括的な解明、巨大カルデラ噴火のリスク評価の確立

⑤金属鉱床評価部門

海底カルデラにおける熱水循環系及び付随する金属鉱床の存在様式や熱水鉱床形成のメカニズムの包括的な解明

９．終わりに

現状において、深江丸は練習船としての本務である学内船舶実習と実験、海事科学研究科や大学内の教育プログラム、他大学等の教育共同利用、７～10日程度の夏季と春季の研究に特化した航海、２週間程度の探査２航海の他、企業研修や海事体験プログラムなどを展開し、これら各種の運航は年間運航計画の中に入渠工事や大学ポンドにおける整備計画等と合わせて配置される。国立大学の法人化と同時に船員の労働環境が整備され、現在の乗組員数（船長１、機関長１、甲板部３、機関部３、司厨部１）による運航が厳しい実情に至りつつあるが、乗組員はこの局面を着実に乗り越え、新たな進展を強く意識し期待しながらそれぞれの職務に臨む。

参考として、『荒天時等における深江丸の運航基準』並びに『探査航海の安全・円滑な展開に向けた深江丸の要望』を以下に示す。

◇荒天時等における深江丸の運航基準

荒天あるいは荒天が予想される気象海象下において、乗船者の安全と船体保全のための基準を次のように定める。

①船長が乗組員や実習、研究・探査等の関係者と協議して運航の可否を決定するための基準

イ）航行予定海域あるいは周辺海域において気象庁または海上保安庁より気象海象警報が発せられている場合

ロ）気象庁または海上保安庁の発表による波高や風速が深江丸の航行に支障をきたす可能性がある場合

◎基準値：有義波高 2.0m以上
　　　　　または
　　　　　最大風速 20m/秒以上

②船長が運航を取り止める、あるいは避難する基準

・気象庁または海上保安庁の発表により、著しく運航に支障をきたす気象海象が深江丸の航行予定海域あるいは周辺海域において発生している、または発生が今後予想される場合

◎ 基準値：有義波高 3.0m以上
　　　　　または
　　　　　最大風速 30m/秒以上

■運用開始　平成28年10月５日

◇探査航海の安全・円滑な展開に向けた深江丸の要望

①探査の円滑な進展と人的・物的なトラブル等を防止するため、探査計画や探査の進展状況に伴い作業予定を変更・修正する、あるいは新たな計画を提案する場合は前広に船長他の関係者と協議し、その結果に基づいてその内容を事前に具体的に書面で提出する。

なお、急を要するときは事後において速やかに書面で提出する。

②船体・機関の保守整備の他、補油、給水、食糧の搭載及びこれらの準備等のため、探査航海の前後５日間程度は運航を避けることが望ましい。

③厨房業務維持のため、司厨部については複数名の乗船が望ましい。

④探査航海の円滑な進展と安全運航を期す甲板部の当直体制維持のため、応援航海士は複数名が乗船することが望ましい。

⑤運航補助学生は航海当直や入出港、投抜錨時等の運航全般の補助に加え、厨房業務や衛生設備等の船内生活環境維持のために必要であり、10名程度の乗船が望ましい。

巻末に第１次及び２次探査航海のトピックスを画像で紹介して結びとする。

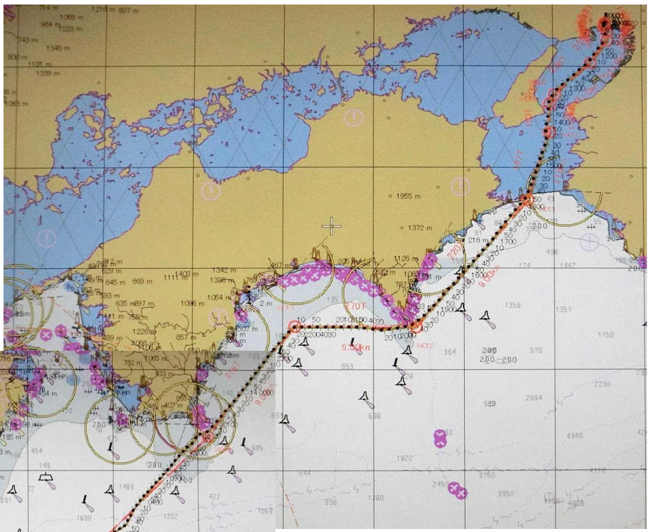
参考文献

(1)深江丸船長：KOBEC第１次探査航海実施報告,
2016年10月
(2)深江丸船長：KOBEC第２次探査航海実施報告,
2017年３月
(3)KOBECホームページ：平成29年３月
(4)KOBECシンポジウム資料：平成28年２月

第１次及び第２次探査航海のトピックス

① 第１次探査航海 〈2016(平成28)年10月13日～10月27日〉

荒天時の船首波

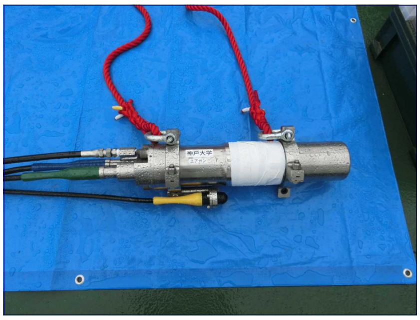


神戸

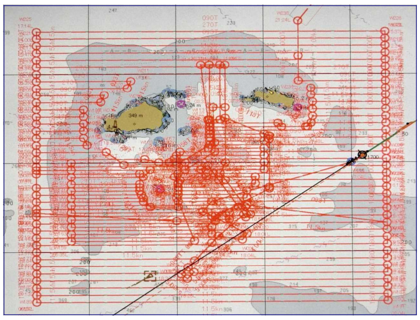
→→→

鬼界カルデラ

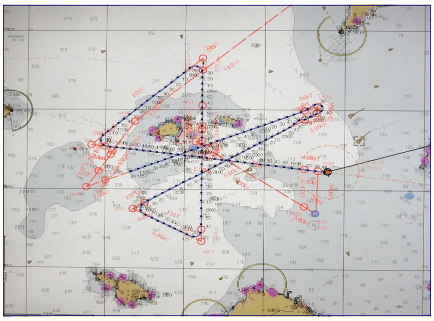
探査航海往路



人工地震発生用エアガン

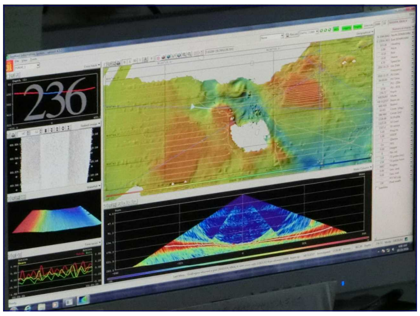


計画探査測線

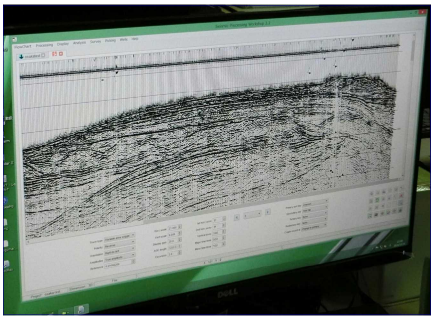


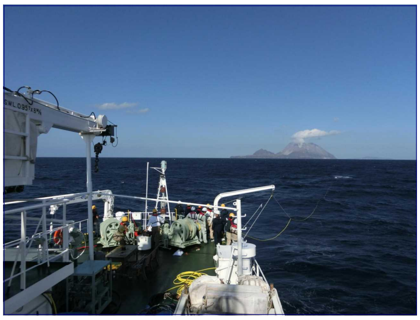
人工地震による地下構造探査軌跡

エアガンによる人工地震発生



MBESによる海底地形探査





人工地震発生による地下構造探査

② 第２次探査航海 <2017(平成29)年３月１日～３月10日>

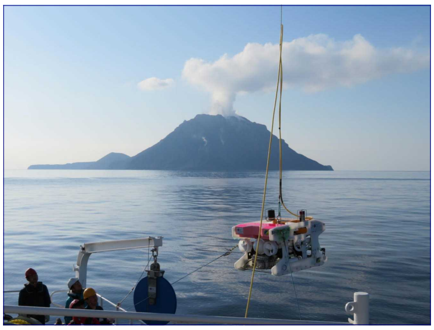
薩摩硫黄島（硫黄岳704m）

竹島（アビ山 203m）

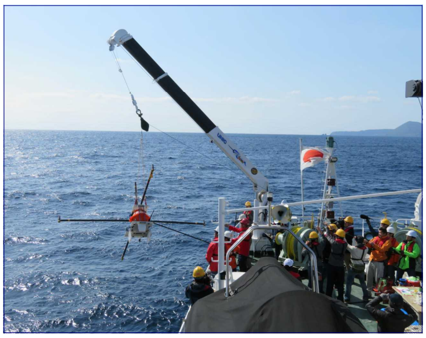
噴煙をあげる薩摩硫黄島

ヤクロ瀬(５m)

昭和硫黄島(24m)

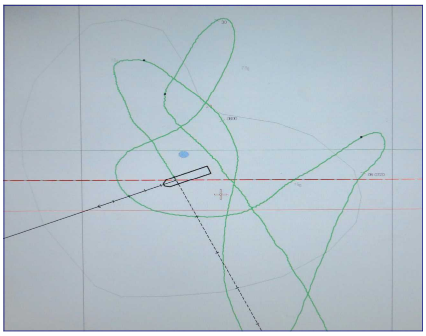


ROV(Remotely Operated Vehicle：遠隔操作水中探査機)による海底・断崖の探査

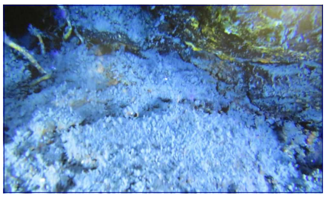


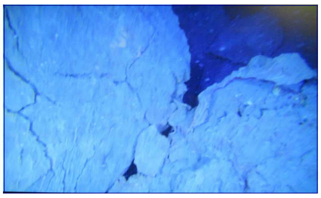
海底設置機器の回収と投下

熱水噴出域のROV探査軌跡



浅所(水深13m)の底質物採取軌跡





ROVによる
カルデラ映像

採取した
底質物