

平成23年度 研究船利用公募  
「インド洋における季節内変動に関する観測研究」

実施要領書

( 中部インド洋 )  
( 「みらい」 MR11-07 )

平成 23 年 9 月

地球環境変動領域 熱帯気候変動研究プログラム  
海洋工学センター 運航管理部

## 1. 目的

熱帯において最も顕著な季節内変動であるマッデン・ジュリアン振動(MJO)の発生メカニズムの解明を目指し、中部熱帯インド洋の気象と海洋の特徴を明らかにすることを目的とする。MJOは一般に、インド洋上において30-60日周期で発生する水平規模数千kmの雲群が太平洋へと赤道に沿って東進することで観測される変動現象である。MJOは熱帯だけでなく中・高緯度の気象・気候にも影響を与える現象として知られているが、発生メカニズムが解明されていない。そして、その未解明の最大の要因が現場データの圧倒的な不足であり、本課題はその要請に応えるものである。

特に、当該航海は世界気候研究計画/気候変動及び予測可能性研究計画(WCRP/CLIVAR)の推奨する国際プロジェクトCINDY2011(Cooperative Indian Ocean experiment on intraseasonal variability in the Year 2011)の中核を成す航海として実施される(CINDY2011 概要については別紙⑧参照)。

当該航海では、主要研究課題「インド洋における季節内変動に関する観測研究」を実施するほか、共同利活用型運用として採択された以下の13課題を「みらい」を用いて実施する。

### 公募採択課題 (詳細は 別紙⑨ 参照)

- (1) 多重スケール水蒸気変動によるメソ対流系組織化過程への影響に関する観測・モデル融合解析 (京都大学)
- (2) 熱帯インド洋における雲解像モデルを用いたシミュレーション実験の実施および検証 (名古屋大学)
- (3) 海面乱流フラックスの連続測定 (岡山大学、神戸大学、東京大学)
- (4) MJO 擾乱に伴う降水雲内の微物理構造のビデオゾンデ観測 (山口大学)
- (5) 熱帯対流圏界面領域におけるオゾン・水蒸気変動の観測的研究 (北海道大学、地球環境変動領域)
- (6) 海洋上での雲のグローバル分布と構造の研究 (千葉大学、九州大学、国立環境研究所)
- (7) エアロゾル・雲の光学特性と鉛直分布の観測 (国立環境研究所)
- (8) 船舶型スカイラジオメーター観測から得られる海洋上のエアロゾルの光学的特性 (富山大学、東北大学、国立極地研究所)
- (9) MAX-DOAS 等による対流圏エアロゾル・ガス成分船上観測 (地球環境変動領域)
- (10) 海洋上における水安定同位体分布図作成のための降水・水蒸気・海水採取 (地球環境変動領域)
- (11) Argo フロートを用いた太平洋・インド洋における海洋循環、熱・淡水輸送とそれらの変動の研究および西部北太平洋における物理・化学・生物過程の実験的総合研究 (地球環境変動領域)
- (12) 外洋棲ウミアメンボ類 (Halobates) の熱帯インド洋域の分布・生態と環境因子への反応機能 (高知大学、北海道大学、東京大学)
- (13) 海洋地球物理観測データの標準化及び海洋底ダイナミクスへの応用に関する研究 (琉球大学)

## 2. 期間 (日程は 別紙① 参照)

レグ1 平成23年9月23日(金) から 平成23年10月27日(木) までの35日間

レグ2 平成23年10月28日(金) から 平成23年12月2日(金) までの36日間

(シンガポール～コロンボ～コロンボ)

## 3. 使用船舶

(1) 名称	海洋地球研究船「みらい」		
(2) 通信設備	船舶電話	TEL	: 090-302-2-5636
		FAX	: 090-302-3-0780
	インマルサット	TEL	: 010-870-343193916
		FAX	: 010-870-343193941
	電子メール	mirai.mirai@jamstecfb.com	

#### 4. 調査実施海域（別紙②参照）

中部インド洋

#### 5. 寄港地

レグ 1 シンガポール、スリランカ・コロンボ

レグ 2 スリランカ・コロンボ

#### 6. チームの編成及び分掌業務（別紙③参照）

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| (1) 統括責任者        | 調査全般に関すること。              |
| (2) 安全担当補佐       | 安全管理における統括責任者の補佐に関すること。  |
| (3) 首席研究者        | 船上における調査行動全般に関すること。      |
| (4) 乗船研究者        | 航海中の観測、分析、研究に関すること。      |
| (5) 主任観測技術員      | 航海中の観測、分析、技術全般に関すること。    |
| (6) 観測技術員        | 航海中の観測、分析、技術に関すること。      |
| (7) 「みらい」船長及び乗組員 | 「みらい」の運航及び調査作業の支援に関すること。 |

#### 7. 実施内容

本研究航海では、主要研究課題として、CINDY2011 の集中観測網を構成する主要拠点の1つとして(8S, 80E)においてレグ1・2とも定点観測を実施し、大気と海洋の各種パラメータを連続計測する。公募採択課題を含む具体的な観測項目は以下の通り。

- (1) 降水システム観測（地球環境変動領域、京都大学、名古屋大学）
  - ・ ドップラーレーダーを用いて降水の3次元連続観測を行う。
  - ・ ディスドロメータを用いて雨滴の粒径分布を調べる。
- (2) ラジオゾンデ観測（地球環境変動領域、京都大学、名古屋大学、北海道大学、山口大学）
  - ・ GPSゾンデを用いて、高層気象観測(気温、湿度、風向・風速)を実施する。放球はレグ1でインド洋に入り、北緯3度以南の海域に到達したときから定点観測終了まで3時間毎に実施する。
  - ・ レグ1・2を通して、水蒸気・オゾンゾンデを用いて対流圏から下部成層圏まで精密観測を行う。
  - ・ レグ2において、ビデオゾンデを用いて降水雲中の雨滴及び雲粒子の粒径分布を調べる。
- (3) 雲・エアロゾル観測（地球環境変動領域、国立環境研究所、千葉大学、九州大学、富山大学）
  - ・ シーロメータにより雲底高度の連続観測を実施する。
  - ・ 2波長偏光ミュー散乱ライダーおよび高スペクトル分解ライダーを用いて雲及びエアロゾルの鉛直分布を連続測定する。
  - ・ 95-GHz 鉛直上向き雲レーダーを用いて雲の鉛直分布を連続計測する。
  - ・ 赤外温度放射計により雲底温度を連続計測する。
  - ・ エアロゾルの光学特性を調べるため、スカイラジオメーターによる連続測定を行う。
  - ・ MAX-DOAS(Multi-AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy)装置によりエアロゾル・ガス成分を連続測定する。また、MAX-DOASの補助観測として一酸化炭素分析装置、オゾン分析装置、光散乱粒子計数装置も連続運用する。
- (4) 海上気象観測（地球環境変動領域、岡山大学、神戸大学、東京大学）
  - ・ 総合海上気象観測装置及びSOAR日射・放射観測装置で一般海上気象を連続測定する。

- ・ GPS を利用して可降水量を連続測定する。
  - ・ 定点観測期間中、船首アルベドブームからサーミスターケーブルをたらし、海面の表皮数 cm の水温を連続測定する。
  - ・ 赤外放射温度計 (ISAR : Infrared Skin-SST Autonomous Radiometer) をフォアマスト・トップデッキに取り付け、海面表皮の水温を連続計測する。
  - ・ フォアマストに取り付けた乱流フラックス装置を用いて渦相関法による精密な潜熱・顕熱フラックス、CO<sub>2</sub> フラックスを計測する。
- (5) 降水及び水蒸気採取 (地球環境変動領域)
- ・ 雨水および水蒸気を採取し、航海終了後陸上にて同位体比を計測する。
  - ・ 上述研究の一環として比較のため、1 日 1 回の頻度でバケツ採水により海水をサンプルする。
- (6) プロファイリングフロートの投入 (地球環境変動領域)
- ・ 待機深度 500m、浮上間隔 1 日にした Argo フロートを 1 基、航路上で投入する。
  - ・ Argo プロジェクトの一環として Argo フロートを航路上で 1 基投入する。
- (7) 船用搭載 ADCP 観測 (地球環境変動領域)
- ・ 船舶搭載の ADCP により流向・流速プロファイルの連続観測を行う。
- (8) CTD・採水・LADCP 観測 (地球環境変動領域)
- ・ CTD 及び採水器に DO センサー及び LADCP を取り付け、水温・塩分・溶存酸素・流向流速の鉛直分布を計測する。定点観測期間中は水深 500m まで 3 時間毎 (ただし採水は 6 時間毎) に実施する。
  - ・ 1 日 1 回、塩分検定のため 1,000m 深まで実施する。
  - ・ 採水した海水に対して、塩分、溶存酸素、クロロフィル a、栄養塩、pH を分析する。
  - ・ Argo フロート投入点他、定点以外でも適宜必要に応じて CTD 観測を実施する。
- (9) 表層連続分析 (地球環境変動領域)
- ・ 表層海水連続分析装置を用いて水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル等を連続測定する。
- (10) 海洋乱流観測 (地球環境変動領域、国際太平洋研究センター)
- ・ 定点観測期間中、TurboMAP (別紙⑦-3) を用いて海洋表層の微細構造を調べる。観測は最低 3 時間に 1 度、CTD 観測終了後に実施する。海況に応じ高頻度 (1 時間に 2-3 回) 観測を行う。
- (11) 中層 ADCP 係留系の設置・回収 (地球環境変動領域)
- ・ レグ 1 定点観測開始前に、(5S, 78.1E) に音響式雨量計 PAL (Passive Acoustic Listener) の付いた中層 ADCP 係留系 (別紙⑦-1 参照) を設置する。レグ 2 定点観測終了時に回収する。設置場所は CINDY2011 全体計画により、変更になる可能性がある。
- (12) 係留系の点検 (地球環境変動領域)
- ・ 既に 80.5E 線上の 1.5N、赤道、1.5S、4S に設置されている表層係留系に加え、CINDY2011 として米国の観測船により展開される ATLAS 型表層係留系 (別紙⑦-2) を、リアルタイム監視の結果不具合が発生しているとわかった場合に目視点検等を行い、不具合状況を関係者に報告する。新たな設置予定場所は (0, 78.5E)、(1.5S, 78.5E)、(8S, 78.5E) である。また、状況に応じて、係留系の回収を行うこともある。
  - ・ (8S, 78.5E) の係留系のみ、船舶保険適用海域から外れることになった場合、回収を行う可能性がある。

(13) 人工衛星データ受信（地球環境変動領域）

- ・ NOAA/AVHRR 等の人工衛星データを受信する。

(14) ウミアメンボ採取（高知大学、北海道大学、東京大学）

- ・ ニューストーンネット(別紙⑦-3 参照)を用いて、海面に生息するウミアメンボを採取する。
- ・ 採取されたウミアメンボに対して、温度麻痺実験等を実施する。

(15) 固体地球物理観測（琉球大学）

- ・ 他国領海外で、海底地形、重力、地磁気の連続観測を実施する。

8. その他

(1)安全対策

- ①海洋研究開発機構が定めた「乗船の手引」に従って作業を実施する。
- ②作業中は海上衝突予防法を遵守し、同法第 27 条第 4 項に基づく灯火または形象物を掲げる。
- ③調査に際しては、周辺の船舶には充分注意する。
- ④事故・トラブル発生時には、海洋研究開発機構が定めた「事故・トラブル緊急対処要領」に従って対処する(連絡体制は別紙④、緊急連絡先は別紙⑤参照)。
- ⑤各作業実施時にはマニュアルを遵守する。
- ⑥ドップラーレーダー観測中は、レドームアンテナ台外周、後部マスト及び放球コンテナ天井暴露部への立ち入りを禁止する。
- ⑦24 時間連続作業は、当直制とするなど、過重労働にならないよう留意する。
- ⑧外部乗船者の持ち込み機材については、事前に充分な点検整備を行うよう指示する。
- ⑨海賊が出没する可能性がある海域の航行に際しては、海賊対策を実施する。
- ⑩船舶保険の適用海域内にて作業を実施する。

(2)許可・届け出等

- ①外国為替及び外国貿易管理法第 48 条に基づき、輸出許可を要する機材については一般包括にて許可済みである。
- ②漁業権調整の必要はない。
- ③国土交通省組織令第 250 条第 3 項に基づき、海洋工学センター運航管理部が海上保安庁海洋情報部宛に世界無線航行警報依頼を提出する。
- ④自由気球の飛行通報を海洋工学センター運航管理部が関係する各国飛行情報区(FIR)へ通知する。

9. 別添

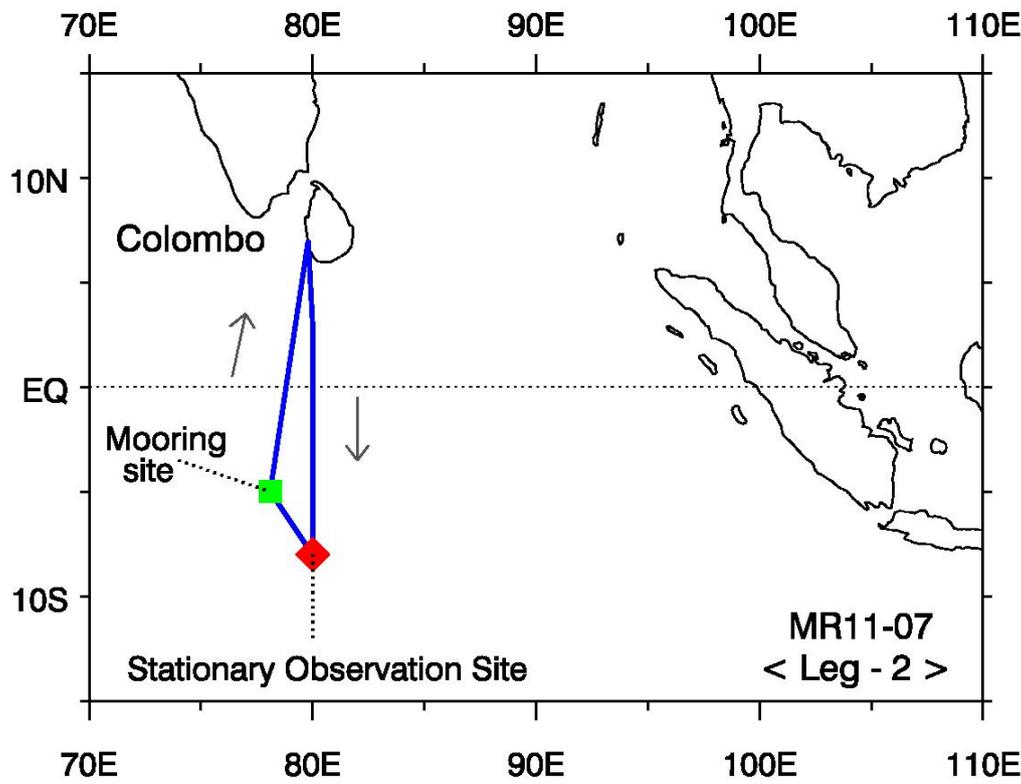
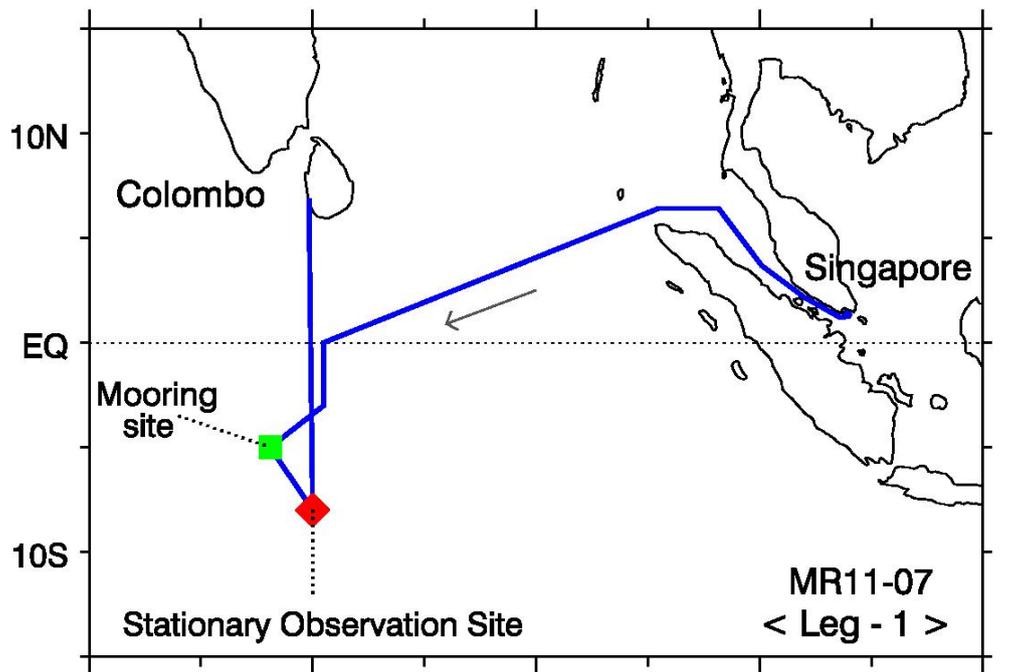
- ・別紙 ① 調査日程表
- ・別紙 ② 調査実施海域図
- ・別紙 ③ 組織図
- ・別紙 ④ 事故・トラブルにおける連絡体制
- ・別紙 ⑤ 役職員緊急連絡先一覧
- ・別紙 ⑥ 乗船者名簿
- ・別紙 ⑦ 主要観測機器
- ・別紙 ⑧ CINDY2011 概要
- ・別紙 ⑨ 公募採択研究課題の詳細

## 調査日程表

日程	実施内容
平成23年9月 23日(金)	シンガポール出港 (レグ1開始)
24日(土)	無害航行(マラッカ海峡)
25日(日)	公海に入り次第、各種連続観測開始
26日(月)	各種連続観測実施(Argo フロート投入など含む)
27日(火)	〃
28日(水)	同上 及び ラジオゾンデ観測開始
29日(木)	(5S, 78.1E) 中層 ADCP 係留系設置
30日(金)	(8S, 80E) 着次第、定点集中観測開始
10月 1日(土)	CINDY2011 集中観測開始
2日(日) - 24日(月)	定点観測
25日(火)	定点観測海域発航(各種連続観測は継続)
26日(水)	連続観測停止
27日(木)	コロンボ着 レグ1終了
28日(金)	コロンボ発 レグ2開始
29日(土)	連続観測再開 (途中、0, 80E で米国観測船と比較観測の可能性有)
30日(日)	〃
31日(月)	〃
11月 1日(火)	(8S, 80E) 定点観測再開
2日(水) - 27日(日)	定点観測
28日(月)	定点観測終了
29日(火)	中層 ADCP 係留系回収 (5S, 78.1E)
30日(水)	各種連続観測継続
12月 1日(木)	連続観測終了
2日(金)	コロンボ着 レグ2終了

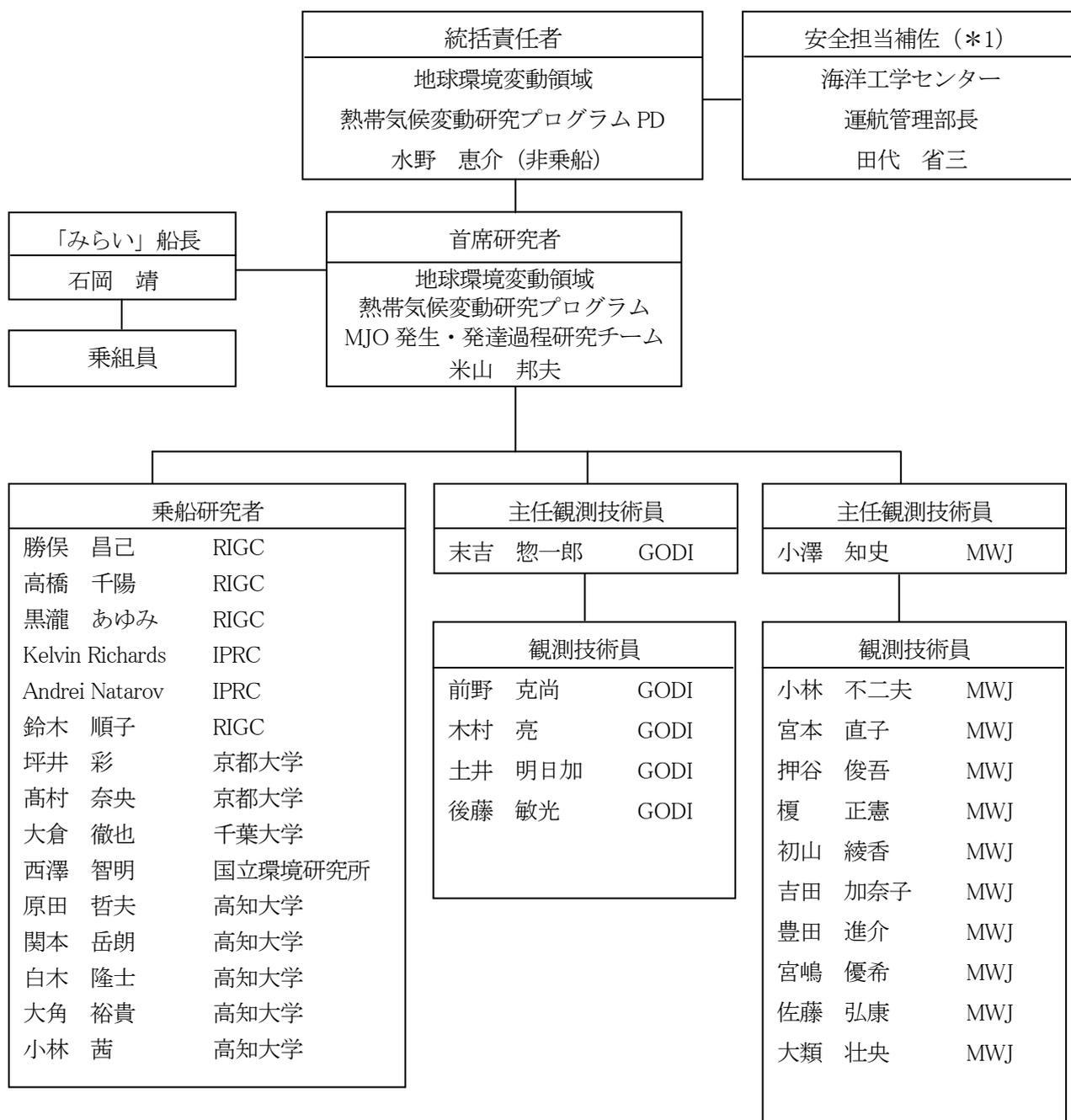
\* ただし、海況等により、また国際プロジェクト CINDY2011 参加船との調整等の理由で日程は変更となる可能性もある。

調査実施海域図



青い実線が予定航路。◆は定点観測予定点(8S, 80E)、■は係留系設置点。

組織図 (MR11-07 レグ1)



\*1: 運航に関すること

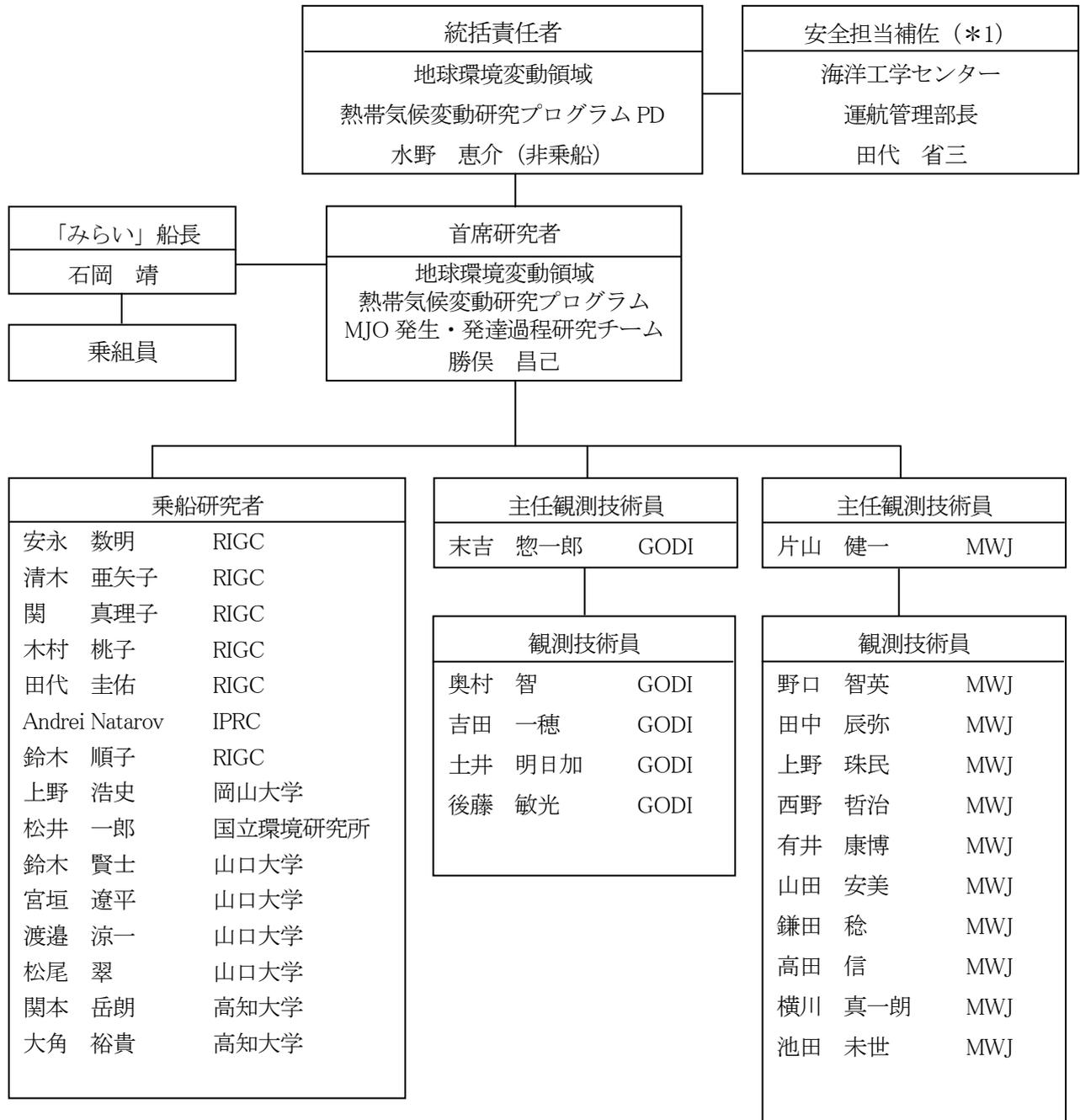
RIGC: 地球環境変動領域

MWJ: (株)マリン・ワーク・ジャパン

GODI: (株)グローバル オーシャン ディベロップメント

IPRC: International Pacific Research Center (国際太平洋研究センター)

組織図 (MR11-07 レグ 2)



\*1: 運航に関すること

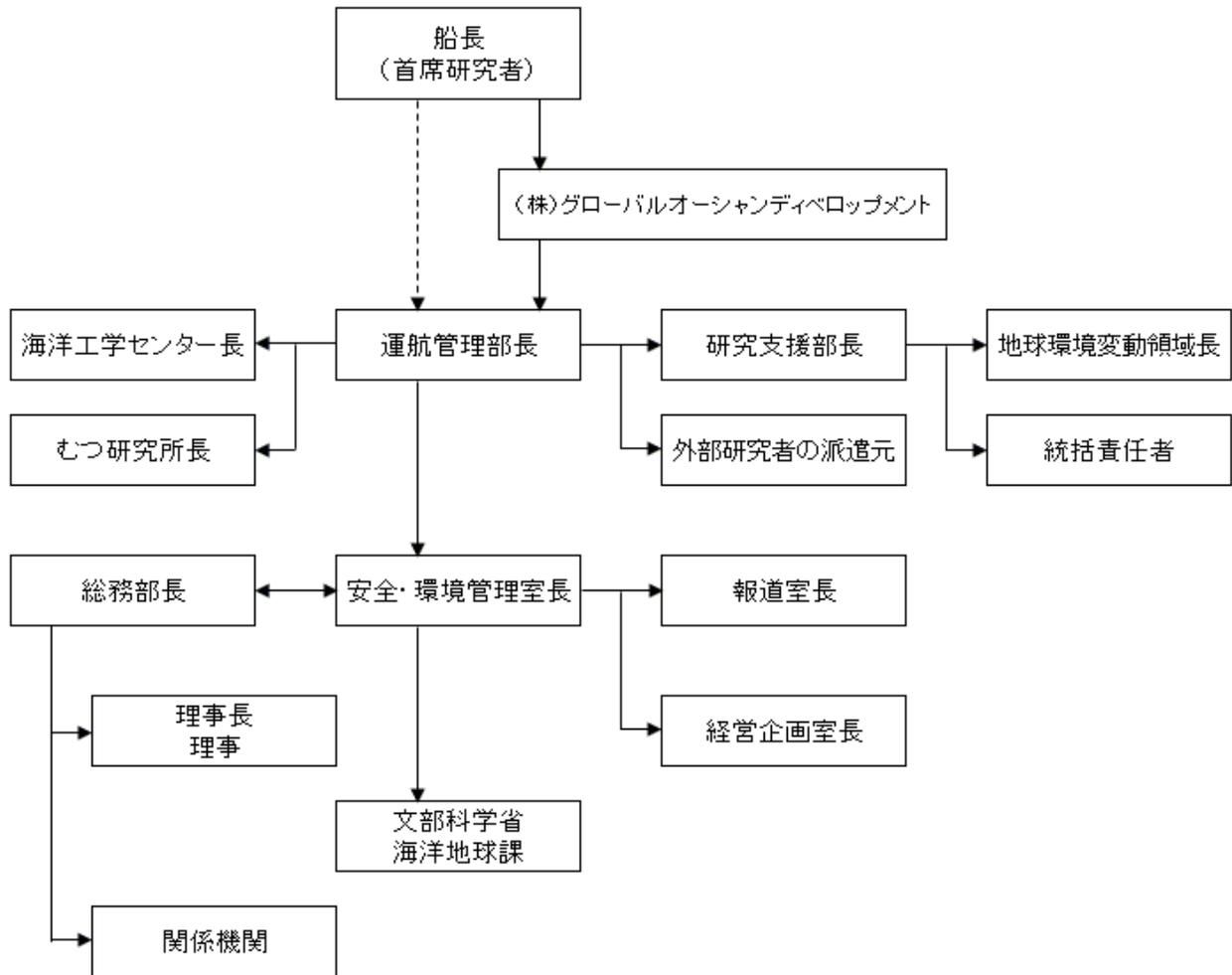
RIGC: 地球環境変動領域

MWJ: (株)マリン・ワーク・ジャパン

GODI: (株)グローバル オーシャン ディベロップメント

IPRC: International Pacific Research Center (国際太平洋研究センター)

事故・トラブルにおける連絡体制



- 注) ・連絡先電話は、役職員連絡先一覧表による。  
 ・休日、夜間などの連絡の場合は、自宅又は携帯にすること。  
 ・連絡部署が不在の場合は、次の部署に連絡すること。その後必ず連絡部署に連絡しておくこと。

## 役職員緊急連絡先一覧

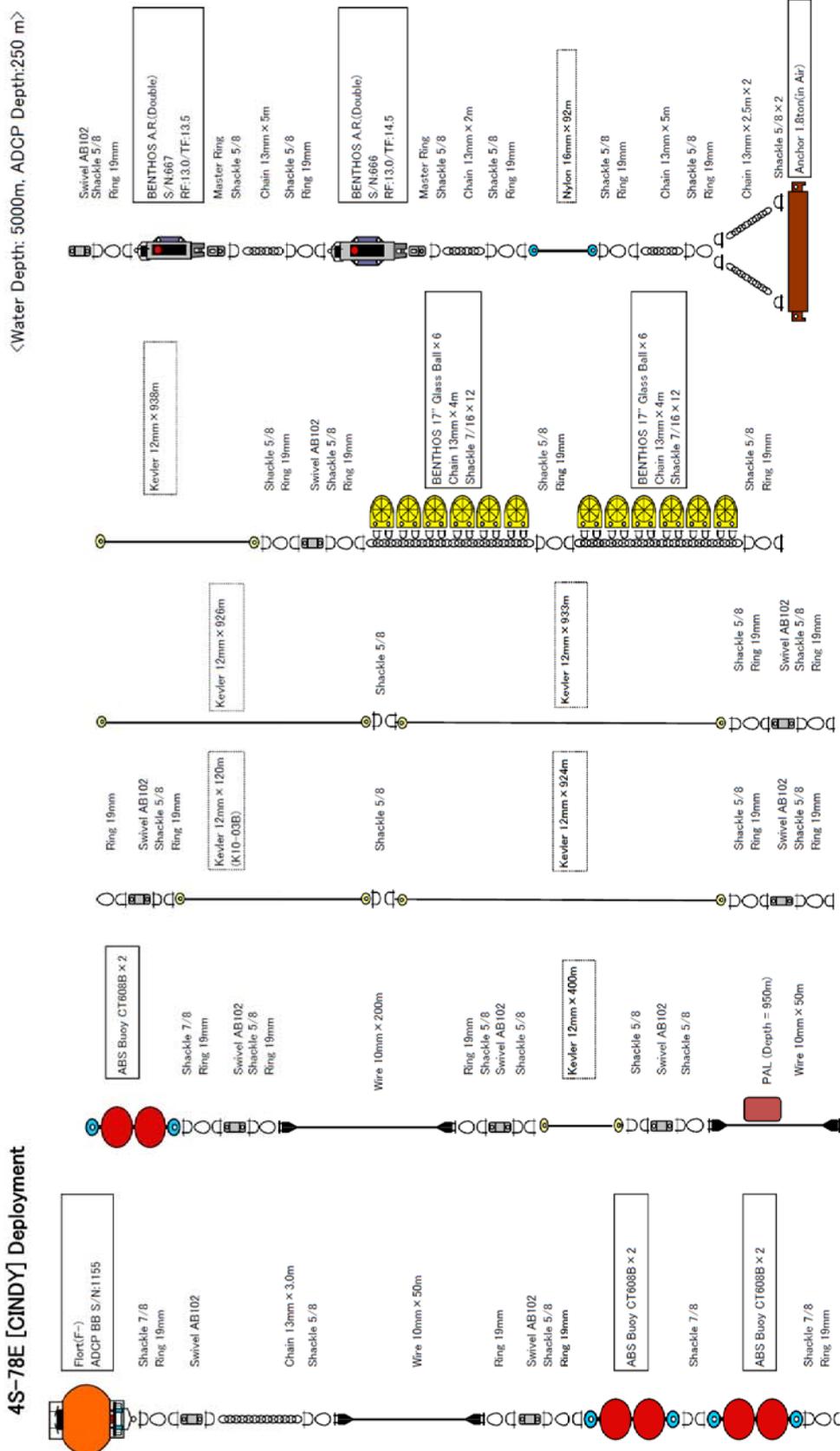
役職名	氏名	勤務時間内	勤務時間外／携帯電話
理事長	加藤 康宏	秘書室 046-867-9000	別途、関係者に配布
理事	白山 義久		
	堀田 平		
	平 朝彦		
海洋工学センター長	磯崎 芳男	046-867-9866	
総務部長	田中 武男	046-867-9020	
経営企画室長	土橋 久	046-867-9640	
安全・環境管理室長	内田 徹夫	046-867-9110	
経営企画室報道室長	大嶋 真司	046-867-9200	
海洋工学センター運航管理部長	田代 省三	046-867-9244	
むつ研究所長	渡邊 修一	0175-45-1010	
地球環境変動領域 領域長	深澤 理郎	046-867-9470	
地球環境変動領域 熱帯気候変動研究プログラム PD	水野 恵介	046-867-9820	
研究支援部長	増田 勝彦	046-867-9627	

## 乗船研究者名簿 (レグ1)

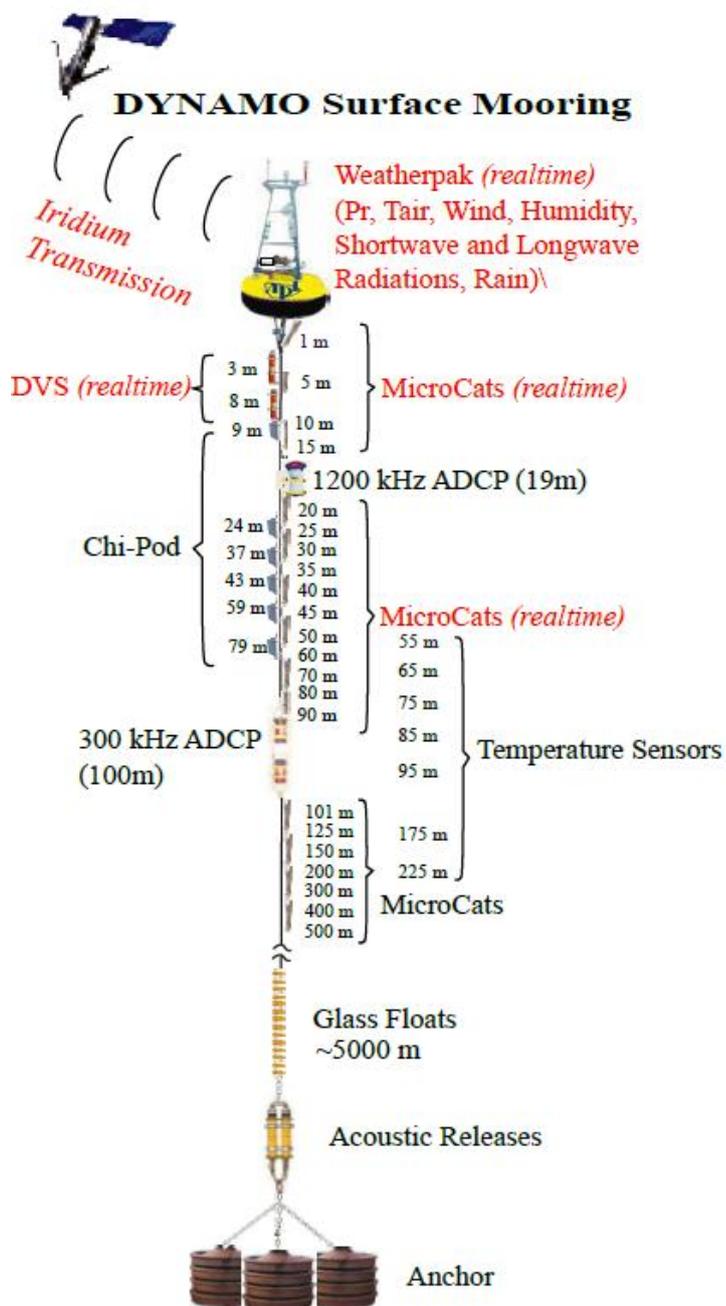
名 前	所属	役職名	所属先電話番号
米山 邦夫	地球環境変動領域	チームリーダー	046-867-9465
勝俣 昌己	地球環境変動領域	技術研究副主幹	046-867-9466
高橋 千陽	地球環境変動領域	特任技術研究副主任	046-867-9286
黒瀧 あゆみ	地球環境変動領域	研究生	046-867-9466
Kelvin Richards	国際太平洋研究センター	教授	+1-808-956-5399
Andrei Natarov	国際太平洋研究センター	研究員	+1-808-956-5399
鈴木 順子	地球環境変動領域	技術研究副主任	046-867-9283
坪井 彩	京都大学	大学院生	0774-38-4160
高村 奈央	京都大学	大学院生	0774-38-4160
大倉 徹也	千葉大学	大学院生	043-290-3311
西澤 智明	国立環境研究所	主任研究員	029-850-2799
原田 哲夫	高知大学	教授	088-844-8410
関本 岳朗	高知大学	大学院生	088-844-8410
白木 隆士	高知大学	大学院生	088-844-8410
大角 裕貴	高知大学	大学院生	088-844-8410
小林 茜	高知大学	大学院生	088-844-8410
末吉 惣一郎	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
前野 克尚	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
木村 亮	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
土井 明日加	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
後藤 敏光	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
小澤 知史	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
小林 不二夫	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
宮本 直子	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
押谷 俊吾	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
榎 正憲	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
初山 綾香	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
吉田 加奈子	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
豊田 進介	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
宮嶋 優希	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
佐藤 弘康	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
大類 壮央	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041

## 乗船研究者名簿 (レグ2)

名 前	所属	役職名	所属先電話番号
勝俣 昌己	地球環境変動領域	技術研究副主幹	046-867-9466
安永 数明	地球環境変動領域	主任研究員	046-867-9851
清木 亜矢子	地球環境変動領域	研究員	046-867-9825
関 真理子	地球環境変動領域	研究生	046-867-9466
木村 桃子	地球環境変動領域	研究生	046-867-9466
田代 圭佑	地球環境変動領域	研究生	046-867-9466
Andrei Natarov	国際太平洋研究センター	研究員	+1-808-956-5399
鈴木 順子	地球環境変動領域	技術研究副主任	046-867-9283
上野 浩史	岡山大学	大学院生	086-251-7893
松井 一郎	国立環境研究所	主任研究員	029-850-2526
鈴木 賢士	山口大学	准教授	083-933-5834
宮垣 遼平	山口大学	大学生	083-933-5834
渡邊 涼一	山口大学	大学生	083-933-5834
松尾 翠	山口大学	大学生	083-933-5834
関本 岳朗	高知大学	大学院生	088-844-8410
大角 裕貴	高知大学	大学院生	088-844-8410
末吉 惣一郎	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
奥村 智	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
吉田 一穂	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
土井 明日加	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
後藤 敏光	(株) グローバル オーシャン デイベロップメント	観測技術員	045-849-6630
片山 健一	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
野口 智英	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
田中 辰弥	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
上野 珠民	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
西野 哲治	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
有井 康博	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
山田 安美	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
鎌田 稔	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
高田 信	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
横川 真一朗	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041
池田 末世	(株) マリン・ワーク・ジャパン	観測技術員	045-787-0041

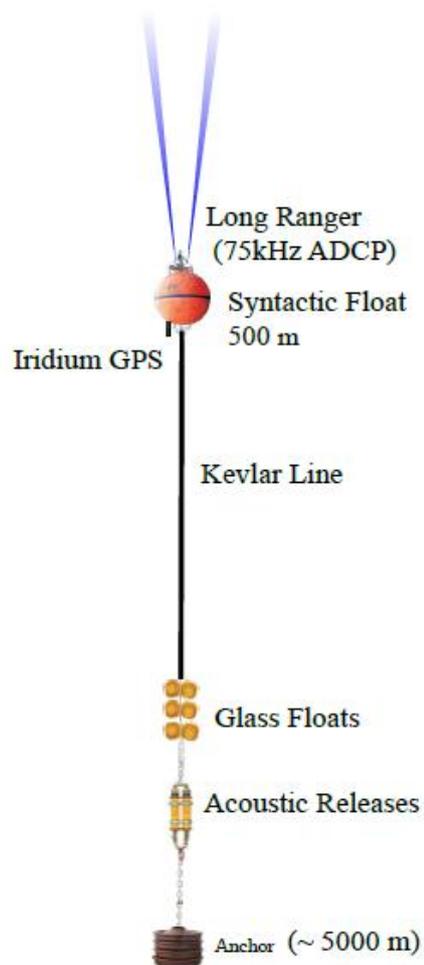


中層 ADCP 係留系 構成図

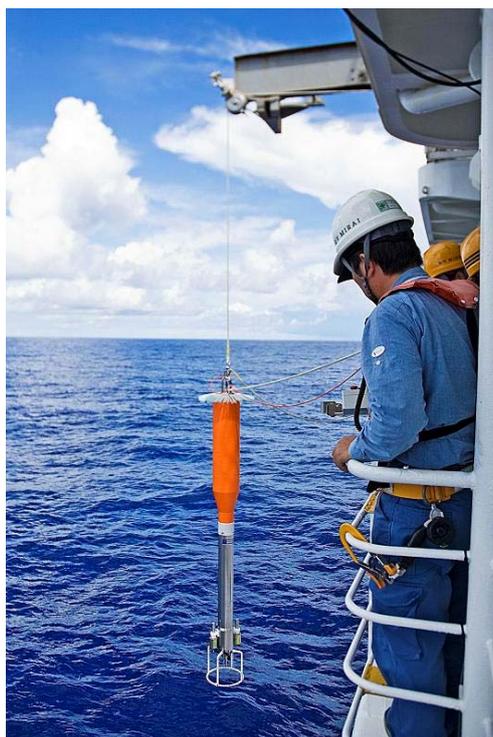


### DYNAMO Subsurface Mooring

(sensor dimensions and depths not in real scale)



(参考) 米国観測船により設置される係留系の構成図



TurboMAP（海洋乱流微細構造観測装置）右舷中央部より投入.



高知大学 ニューストシネット 右舷多関節クレーンを使用.

## CINDY2011 概要

## 1. 目的及び背景

CINDY2011 (Cooperative Indian Ocean experiment on intraseasonal variability in the Year 2011) の目的は熱帯における代表的な季節内変動であるマッデン・ジュリアン振動 (MJO) の発生メカニズムを解明することである。このため、2011年10月から2012年1月までの4ヶ月間を集中観測期間としてMJO対流の主な発生海域である中部インド洋を中心に、観測データを収集する。さらに、数値モデル研究を推進し、MJO現象の再現や予測の精度向上も目的とする。

MJOは一般に、インド洋上で30-60日周期で発生する水平スケールが数1,000km規模の雲群が太平洋へと赤道に沿って東進することで観測される変動現象である。大規模雲群の移動と、それに伴う風や気圧場が変動することで熱帯の天候を左右するだけでなく、エルニーニョ現象の発生・終息やモンスーンの開始、熱帯低気圧の発生、さらにはテレコネクションなどを通じて中緯度の天候などにも関係することが指摘され、地球規模の気候変動に影響を与える現象として知られるが、発生海域であるインド洋での観測例が極めて少なく、発生メカニズムはいまだ解明されていない。そこで、インド洋におけるMJO発生をターゲットにした世界で初めての集中観測MISMO (Mirai Indian Ocean cruise for the Study of the MJO-convection Onset) の経験を背景に、長期かつ広域の観測網を国際協力により構築してMJO研究を推進するプロジェクトCINDY2011がJAMSTECにより提案された。その後、CINDY2011に参加することを目的にできた米国内のプロジェクトDYNAMO (Dynamics of the MJO) とともに、2009年9月に世界気候研究計画/気候変動及び予測可能性研究計画(WCRP/CLIVAR)から正式エンドースメントを受け、現在は10ヶ国以上からの研究機関の参加が計画されている国際プロジェクトとなっている。

## 2. 期間

集中観測の期間を以下のとおり3種類に定義する。

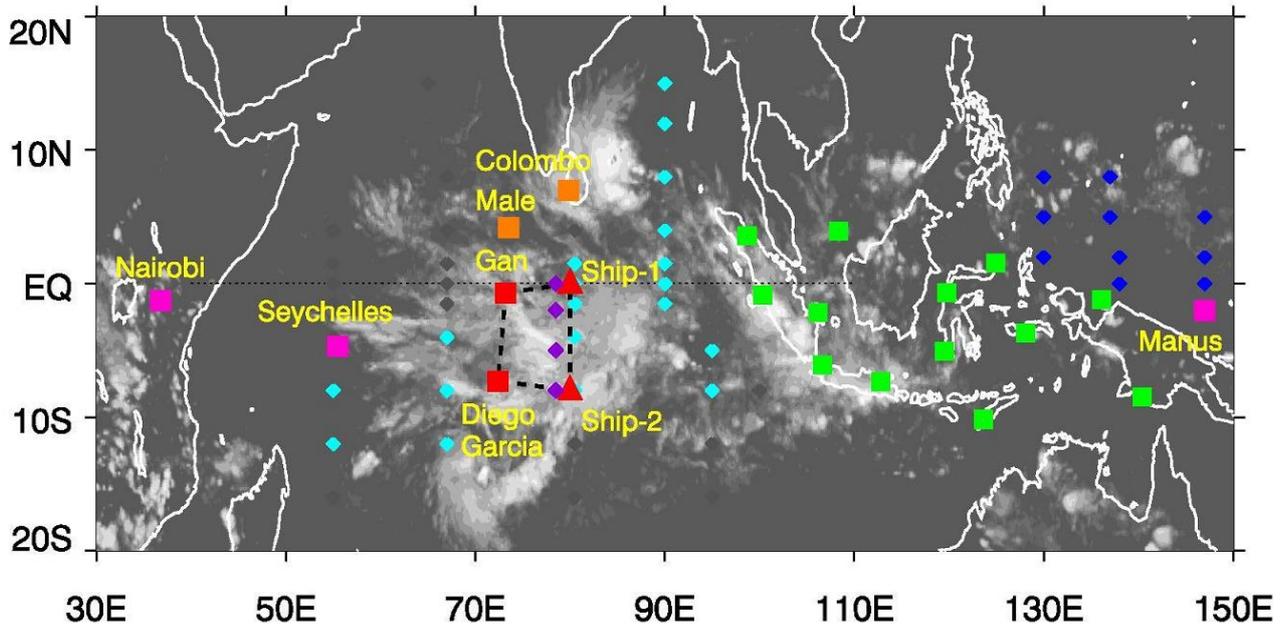
特別集中観測期間	(SOP: Special Observing Period)	2011年10月1日 - 2011年11月15日
集中観測期間	(IOP: Intensive Observing Period)	2011年10月1日 - 2012年1月31日
拡張観測期間	(EOP: Extended Observing Period)	2011年10月1日 - 2012年3月31日

SOP中はドップラーレーダー搭載船舶(「みらい」、米国Revelle)を展開し、また主要4サイトのラジオゾンデ観測はすべて1日8回放球とする。MJO対流発生位置の季節性を考慮し、集中観測網(ガン島、ディエゴガルシア島、(0,80E)と(8S,80E)の船舶サイト)の北側のマレ及びコロomboにおいてもSOP中はラジオゾンデ観測を実施する。船舶やCINDY2011/DYNAMO専用の係留系の展開はIOPのみとし、EOPではガン島やマヌス島で一部の観測を継続する。

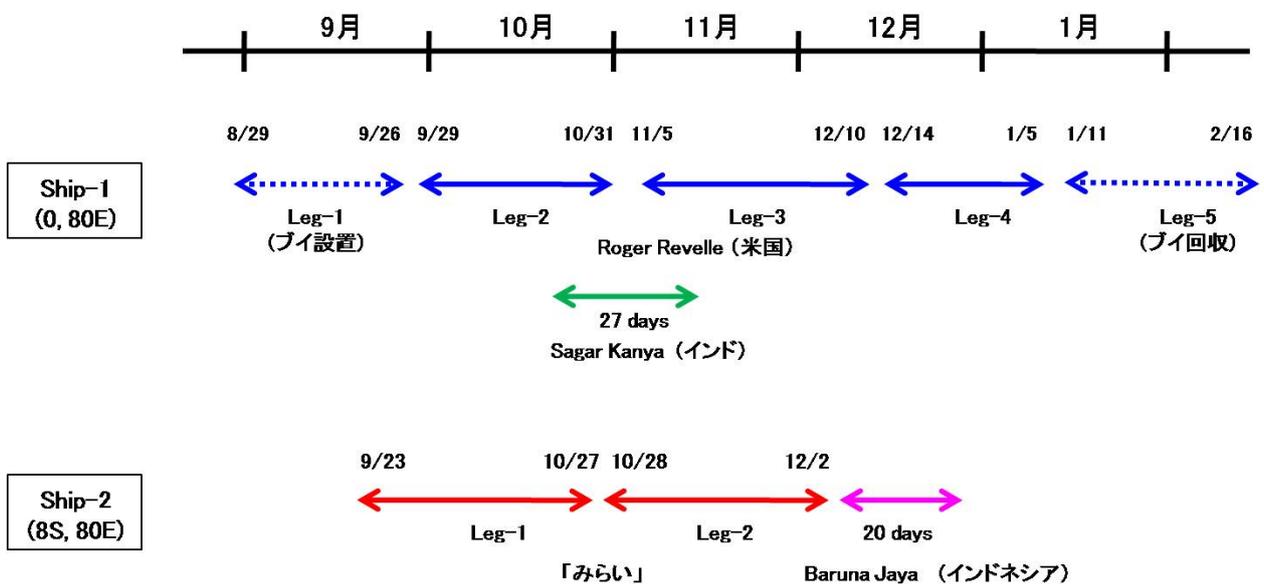
## 3. 参加予定国

日本、米国、インド、フランス、英国、モルディブ、セイシェル、ケニア、スリランカ、インドネシア、豪州、他

#### 4. 集中観測網



集中観測網(IOA; Intensive Observation Array)は破線で示した4点(ガン島、ディエゴ・ガルシア島、Ship-1(0, 80E), Ship-2(8S, 80E))で囲まれた海域。四角形は陸上の観測サイトを示し、IOA 以外は現業気象官署のサイトを示し、■はIOP中の強化サイト、■は2011年10-11月のみ強化するサイト、■は頻度は通常通りだが取得データを高分解能にするサイト、をそれぞれ示す。菱形は係留系の位置を示し、◆はTAO/TRITONブイ、◆はRAMAブイ、◆はCINDY2011/DYNAMOブイをそれぞれ示す。Ship-1/2の観測船の展開予定は以下の通り。インドとインドネシアは寄港日が未定。



#### 5. データポリシー

国際プロジェクトとして独自のデータ公開指針「早期公開、自由配布」を有し、原則集中観測終了後1年以内に補正済みデータを公開することとしている。

## 公募採択研究課題の詳細

## (1) 多重スケール水蒸気変動によるメソ対流系組織化過程への影響に関する観測・モデル融合解析（京都大学）

熱帯海洋上の積雲がメソ対流系へ組織化する際には環境場の気温・水蒸気分布の「むら」が大きく影響していると考えられる。熱帯大気では、中緯度とは異なり傾圧性は強くない一方、水蒸気の分布は大規模擾乱のみならず境界層スケールの組織構造といった微細構造に至るまで多重スケールにわたる様々な大気構造の影響を受けて多様に変化しているものと考えられる。

本研究課題では、多重スケールにわたる水蒸気変動に注目し、観測および数値モデルを相補的に活用することにより、水蒸気の空間変動に応じてどのように積雲が集団化してメソ対流系へと組織化するかについてのプロセスを解明することを目的とする。海面での乱流輸送や安定度および鉛直シアーの特徴に応じて決まる境界層組織構造の形態および境界層組織構造により生じる気温・水蒸気分布パターンの特徴をモデル計算により解析し、それらの特徴を現地観測の気象データと比較・検証する。多様に変動する水蒸気の分布特性の影響を受けて、大気海洋相互作用の結果として形成される境界層組織構造が熱帯積雲の発生とそのメソスケールへの組織化にどのように関与するのかについてマイクロスケールからメソスケールの視点で明らかにする。

## (2) 熱帯インド洋における雲解像モデルを用いたシミュレーション実験の実施および検証（名古屋大学）

当該課題研究グループは主に西部熱帯太平洋での降水システムの特徴について研究を行っているが、熱帯インド洋においても大気環境場や海面水温、海洋混合層と降水システムの特徴について知見を得ることで、降水システムの特徴の地域性や降水システムの発達における地域間の共通点・相違点を理解していくことができる。

本研究課題では、雲解像モデル CReSS (Cloud Resolving Storm Simulator) を用いて、毎日のシミュレーション (予報) 実験を実施し、その結果の検証をラジオゾンデや海上気象などの観測データを用いて行うとともに、降水システムの発達過程および降水システムと大気環境場の相互作用の理解を目指す。シミュレーション実験の結果を使用して、降水システム・降水セル内部の渦度分布の把握と渦度形成メカニズムの理解、非断熱加熱プロファイルとその時間変化の把握、そして凝結物 (雲水、雲氷、雨、雪、霰) の空間分布の把握を行う。

## (3) 海面乱流フラックスの連続測定（岡山大学、神戸大学、東京大学）

地球規模の気候変動の理解について、大気－海洋相互作用が重要な鍵を握っていることはよく知られているが、その相互作用を直接的に駆動しているのが海面でのエネルギーや物質のフラックス (鉛直輸送量) である。海面フラックスのうちで、海面から大気に供給される熱エネルギーとしての顕熱・潜熱フラックス、地球温暖化に直接かかわる二酸化炭素フラックスの直接測定は、大気中の乱流変動から渦相関法によって行うのがもっとも精度がよいとされている。

本研究課題では、フォアマスト頂部に三次元音波風速温度計、二酸化炭素・水蒸気変動計を設置して、大気中の乱流変動を高速度にサンプル・記録する。これにより風速3成分、気温、水蒸気、二酸化炭素濃度の乱流変動を得る。また船体動揺による見かけの風速成分除去のため、船体動揺も計測する。これにより真風速成分を求め風速鉛直成分と気温や水蒸気、二酸化炭素との共分散を計算して乱流フラックスを導くのが渦相関法である。

海面フラックスを求める最も一般的な手法は、大気－海洋間の気温差や比湿差に風速と経験的なバルク係数を乗じて推定する「バルク法」である。このバルク係数はいろいろな海域・季節での渦相関法による海面乱流フラックスの直接測定から平均的な値として求められたものであるが、現実には個々の海域や季節、気象条件などによる係数の不確実性が大きく、渦相関法による精度検証が不可欠となる。また、衛

星データを用いた海面フラックス評価が実施されているが、そこでも渦相関法データは海上検証データとなる。本課題では、様々な海域・季節で直接測定し、海面フラックスのパラメータ化を進める。

(4) MJO 擾乱に伴う降水雲内の微物理構造のビデオゾンデ観測 (山口大学)

本研究課題は、ビデオゾンデを用いて降水雲内の降水粒子の鉛直空間分布および降水粒子の帯電電荷を観測し、MJO 擾乱に伴う海洋性降水雲の降水機構及びその電気的特性を明らかにすることを目的とする。降水機構の理解には雲内の微物理構造、つまり降水粒子の鉛直分布の知見が不可欠であるが、熱帯海洋上という地理的な制約からこれまで観測は人工衛星などによるリモートセンシングが中心であり、雲内の直接観測は極めて限られる。雲内の直接観測には航空機観測のほか、気球に CCD カメラを取り付け降水雲内に放球するビデオゾンデと呼ばれる気象観測装置があり、降水粒子の静止映像を捉える他、降水粒子個々の帯電電荷を測定することが可能なツールとして開発されてきた。後者の機能はなぜ熱帯海洋域で雷活動が不活発であるかについて雲物理学的な見地から答えを導くものとして期待される。

(5) 熱帯対流圏界面領域におけるオゾン・水蒸気変動の観測的研究 (北海道大学、地球環境変動領域)

成層圏の組成および気候を強く規定している過程の一つとして、熱帯対流圏界面領域を通じた対流圏から成層圏への大気輸送過程がある。特に熱帯対流圏界面層 (TTL) における水蒸気濃度変動機構・脱水過程の解明が大気輸送過程解明の鍵であると考えられている。

本研究課題は日本主導のプロジェクト SOWER (Soundings of Ozone and Water in the Equatorial Region) のもとで、1998 年より継続的にこの問題に水蒸気・オゾンゾンデ及びライダーを用いた観測の立場から取り組んできており、熱帯東部太平洋、熱帯中・西部太平洋、東南アジア域で観測を行ってきている。熱帯インド洋においては MR06-05 (MISMO) 航海のデータしかない。そこで、当該航海で、鏡面冷却方式の高精度水蒸気ゾンデおよびオゾンゾンデを飛揚し、TTL における脱水過程および物質輸送過程の直接観測を行う。

(6) 海洋上での雲のグローバル分布と構造の研究 (千葉大学、九州大学、国立環境研究所)

地球上の気候の長期変動や温暖化などを考える上で、エネルギーや水のグローバルな循環・収支を知ることが必要不可欠である。このグローバルなエネルギーと水の振る舞いを知る上で最も重要でありながら現時点で未知の部分の多いものは、雲の特性である。雲は太陽からの光エネルギーを反射・吸収するのみならず、地表からの放射を反射・吸収する。また吸収したエネルギーを伝達し、雲自らの成長・変化をもたらす。しかし雲中の水および氷粒子の性質や分布はいまだ詳細に解明されていない。雲粒子がどのように雲中に分布しているのか、その 3 次元構造を知るためにはレーダによる観測が有効である。特に高層の淡い雲を捉えるには周波数が高く、感度と分解能が高い 95GHz のミリ波レーダによる観測が不可欠である。また雲粒子の運動状態を知るにはドップラー観測が有効である。

本研究課題では独自に開発したミリ波雲レーダ FALCON-I を用いて雲の発生、構造の解明に資する。さらに、CloudSat 衛星との比較検証により、グローバルな雲分布や構造の研究に寄与する。

(7) エアロゾル・雲の光学特性と鉛直分布の観測 (国立環境研究所)

本研究課題では、ライダーを用いて海洋上のエアロゾルおよび雲を広範囲の海域で長期間にわたり観測し、放射影響の定量化に必要なエアロゾルの光学特性および分布、そして雲の分布等を解析し、エアロゾル気候モデルの検証やデータ同化のためのデータセットを作成する。

本課題では、エアロゾルの大気放射収支への影響を明らかにするための観測研究のうち、海洋上のエアロゾル及び雲の観測を行う。研究グループ全体では衛星搭載ライダー、地上ライダーネットワーク、SKYNET、AERONET、GALION などのデータを用いたエアロゾル気候モデルの検証及びデータ同化を目指す。また CALIPSO/CALIOP の検証や CALIPSO-CloudSat による雲微物理量の複合解析手法の検証、各種衛星センサーの解析アルゴリズムの研究なども行われる。さらには、ライダーの高精度観測を目指した技術改良を行いその試験も行う。

- (8) 船舶型スカイラジオメーター観測から得られる海洋上のエアロゾルの光学的特性（富山大学、東北大学、国立極地研究所）

本研究課題では、地球上の約 7 割を占める海洋上における大気中に浮遊するエアロゾルや雲の気候影響を、太陽光とその周辺光を利用した物理(光学)的特性の観測から、それらの光学的特性を導出し、解明することを目的とする。また、これらの海洋観測と数値モデル(SPRINTARS 等)や衛星観測(GOSAT 等)などのリモートセンシングとの比較検証も行う。最終目標は海洋上のエアロゾルの放射強制力を評価する基礎データとして、貴重な結果を得ることである。

当該航海ではスカイラジオメーターを用いて、日中晴天時に太陽直達光と角度別の周辺光の放射強度を連続測定する。これにより、鉛直積算した各波長のエアロゾルの光学的厚さ、オングストローム指数、各波長の一次散乱アルベドなどを算出する。

- (9) MAX-DOAS 等による対流圏エアロゾル・ガス成分船上観測（地球環境変動領域）

本研究課題では、海洋上で MAX-DOAS (Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy) によるエアロゾル・ガス成分の長期間の連続自動観測を実施し、半球規模でのエアロゾル・ガス成分の変動を解明することを主目的とする。具体的には、海洋上におけるエアロゾルの時空間変動の定量化、陸域起源の汚染物質等の海上への大気輸送過程の定量化、衛星観測データの検証、などを旨とする。

当該航海では、MJO や赤道波など熱帯域特有の擾乱に伴う大気組成の変動は力学(放射)的に重要であると考えられ、その定量化および変動要因を解明するため MAX-DOAS 法による大気組成の連続観測を行う。熱帯域では雲の頻度が高く衛星による大気組成の観測は一般に困難であるが、MAX-DOAS 法では対流圏下層の大気組成について雲を考慮した観測が可能である。さらに MAX-DOAS 法では対流圏下層の水蒸気の観測が可能であり、擾乱構造の解明に資するほか、水蒸気をエアロゾルと雲の判別に利用することも可能であり、擾乱に伴う大気組成の変動を定量的に議論する。

- (10) 海洋上における水安定同位体分布図作成のための降水・水蒸気・海水採取（地球環境変動領域）

本研究課題では、水の起源や輸送過程の履歴を反映する水の安定同位体トレーサーを用いた水循環研究として、洋上水蒸気同位体分布図の作成を行っている。このデータセットは、さらに同位体気候モデルの相互比較実験(SWING2: Stable Water Isotope Intercomparison Group-2)の検証データとしても利用される予定である。

当該航海ではCINDY2011/DYNAMOプロジェクトとして得られる陸上観測データと組み合わせることにより、MJO対流発生時の水循環研究として、水平、鉛直水蒸気輸送メカニズムを同位体データ解析から明らかにすることを旨とする。

- (11) Argoフロートを用いた太平洋・インド洋における海洋循環、熱・淡水輸送とそれらの変動の研究および西部北太平洋における物理・化学・生物過程の実験的総合研究（地球環境変動領域）

気候変動や地球温暖化などの長期変動に対し、海洋が主要な役割を果たしていると考えられており、この海洋の役割を明らかにするために、全球規模で高精度かつ時空間的に高密度なデータの蓄積および海洋のリアルタイム監視が必要である。国際協力により実施されている国際 Argo 計画により全球に Argo フロートを展開するアルゴ観測網の構築が進められている。本研究課題では、全球アルゴ観測網により得られたデータを用いて、気候変動に伴う水温・塩分の季節・経年変動の調査を行うとともに、アルゴ観測網の構築に寄与するため Argo フロートを投入することを目的とする。

- (12) 外洋棲ウミアメンボ類 (Halobates) の熱帯インド洋域の分布・生態と環境因子への反応機能（高知大学、北海道大学、東京大学）

ウミアメンボ類は外洋に進出した唯一の昆虫である。カメムシ目に属するアメンボ類は水面という特殊な生息場所を獲得した。中でも外洋棲ウミアメンボ類は陸での生活から完全に離脱した“水上のスペシャリス

ト”である。ウミアメンボ類の生態や生活史、そしてそれを支えている生理機能を調べることは生き物が特殊な環境へどのように進出し、適応するののかを探るモデルケースとして生物多様性を理解する上で極めて意義深い。

本研究課題では、比較的low緯度域に生息し、高温への高い耐性が期待できる2種(ツヤウミアメンボ、センタウミアメンボ)の日長・温度・塩分濃度への応答性を飼育実験により調べ、環境応答性がそれぞれの種の生息域の海洋動態(海流、温度、塩分濃度など)をどのように反映しているのかを明らかにする。さらに高温耐性や低温耐性と細胞膜脂質不飽和度の関係も下船後分析する。また、降雨によりどの程度ウミアメンボ個体がダメージを受けるのか室内実験により明らかにする。

(13) 海洋地球物理観測データの標準化及び海洋底ダイナミクスへの応用に関する研究 (琉球大学)

海底下で起こる様々な大規模地殻変動とその原因である地球内部活動を定量的に評価するためには、観測船による海洋地球物理観測(海底地形、重力、地磁気)が必須である。本研究は、近年の調査の絶対数が少なく信頼性のあるデータの密度の極端に低い外洋域において、海洋地球物理観測データを取得し、既存データと併せた系統的な処理・解析・精度評価を行うことにより、データの信頼性を向上させ、以って、グローバルスケールの地球ダイナミクスの解明に資することを目的とする。

当該航海の調査海域は 2004 年スマトラ地震の震源域の海溝部を含むので、過去のデータと対比することにより地震の際に海底地形がどのように変動を起こしたか否かを求め、断層モデルを検証することができる。またコロンボまでの区間は東経 90 度海嶺を含むインド洋北東部を通過するが、この海域は現在拡大している南東インド洋海嶺が形成される以前に 50Ma 頃まで拡大していた海嶺によって形成された海洋底であり、その形成史、拡大を停止したメカニズムの検証に役立つ。