

Blue Earth
Special Issue 2007

海洋地球研究船 「みらい」のすべて



海洋地球研究船「みらい」の誕生
原子力船「むつ」から海洋地球研究船「みらい」へ

海洋地球研究船「みらい」の搭載設備
世界の海からデータを発信 地球環境を解明する“洋上の研究所”

海洋地球研究船「みらい」10年の軌跡
海洋地球研究船「みらい」就航から10年 地球規模の気候・海洋変動解明への航路

海洋地球研究船「みらい」南半球周航観測航海達成
世界初の三大洋横断高精度観測航海をなし遂げた海洋地球研究船「みらい」

就航10周年記念寄稿



1997年の就航からはや10年。海洋地球研究船「みらい」は、北極海や北太平洋、そして熱帯赤道海域などを中心に数多くの航海を行ってきた。多くの成果と世界中の人々との交流の記録を重ねながら航海は続いていく。



- 1 北極海を航行する「みらい」(2000)
- 2 リトルタイオミード島とCTD採水器(JWACS2002 北極海)
- 3 高層大気観測(JWACS2002 北極海) Photo by Duke
- 4 「みらい」を覆うように現れたオーロラ(2004 北極海)



5 熱帯特有のMJO(マダン・ジュリアン振動)に伴う雲群(MISMO2006 中部赤道インド洋)
 6 初の北極海研究航海の前にスワードへ寄港し一般公開(1998 アラスカ)
 7 アメリカ・シアトルの一般公開では日系人による和太鼓の歓迎をうけた(2000)
 8 西部熱帯太平洋観測航海を終えオーストラリア・シドニー港へ入港(1998)
 9 西部太平洋赤道海域に浮かぶトライトンブイ(1999)



CONTENTS

- 2 海洋地球研究船「みらい」の誕生
原子力船「むつ」から海洋地球研究船「みらい」へ
瀧澤 隆俊
- 6 海洋地球研究船「みらい」の搭載設備
世界の海からデータを発信
地球環境を解明する“洋上の研究所”
- 10 海洋地球研究船「みらい」10年の軌跡
海洋地球研究船「みらい」就航から10年
地球規模の気候・海洋変動解明への航路
- 11 国際集中観測Nauru99
米山 邦夫
- 12 トライトンブイ観測網18基展開完成
黒田 芳史
- 13 MR02-K05 Leg1・MR04-05
島田 浩二
- 14 南半球周航観測航海 BEAGLE2003
- 15 社会への貢献
- 16 海洋地球研究船「みらい」南半球周航観測航海達成
世界初の三大洋横断高精度観測航海を
なし遂げた海洋地球研究船「みらい」
- 21 「BEAGLE2013」
深澤 理郎
- 22 就航10周年記念寄稿
- 22 海洋地球研究船「みらい」就航10周年に寄せて
半田 暢彦
- 23 国際貢献と子どもたちの夢も満載した船に
赤嶺 正治
- 24 海洋地球研究船「みらい」を支援する
足立 賢二 奥村 智
- 25 海洋地球研究船「みらい」とともに成長した観測技術員制度
高尾 宏一

海洋地球研究船「みらい」就航10周年記念誌
 Blue Earth Special Issue 2007
 海洋地球研究船「みらい」のすべて

編集人 田代省三
 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部 広報課
 発行人 瀧澤隆俊
 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部

制作・編集協力 株式会社ミュール
 アートディレクター 前田和則(株式会社ミュール)
 表紙・本文デザイン 山田浩之(株式会社ミュール)
 編集協力 滝田よしひろ/山崎玲子/柏原羽美(株式会社ミュール)

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>
 Eメールアドレス info@jamstec.go.jp

1996年8月21日に行われた海洋地球研究船「みらい」進水式の様子



原子力船「むつ」から 海洋地球研究船「みらい」へ

瀧澤 隆俊 海洋地球情報部 部長

海洋地球研究船「みらい」は、原子力船「むつ」として1969年に生まれた。計画当初の「むつ」の青写真では、単なる原子力船ではなく、さまざまな観測機器を備えた耐氷海洋観測船がイメージされていた。しかし、その青写真は基本設計段階から大幅な変更を余儀なくされ、竣工後も実験航海を終えると同時に解役されることとなった。そして、進水から約30年後となる1997年、「むつ」は再び世界最大級の海洋地球研究船「みらい」として生まれ変わった。その数奇な船の運命をここで改めて振り返っておきたい。

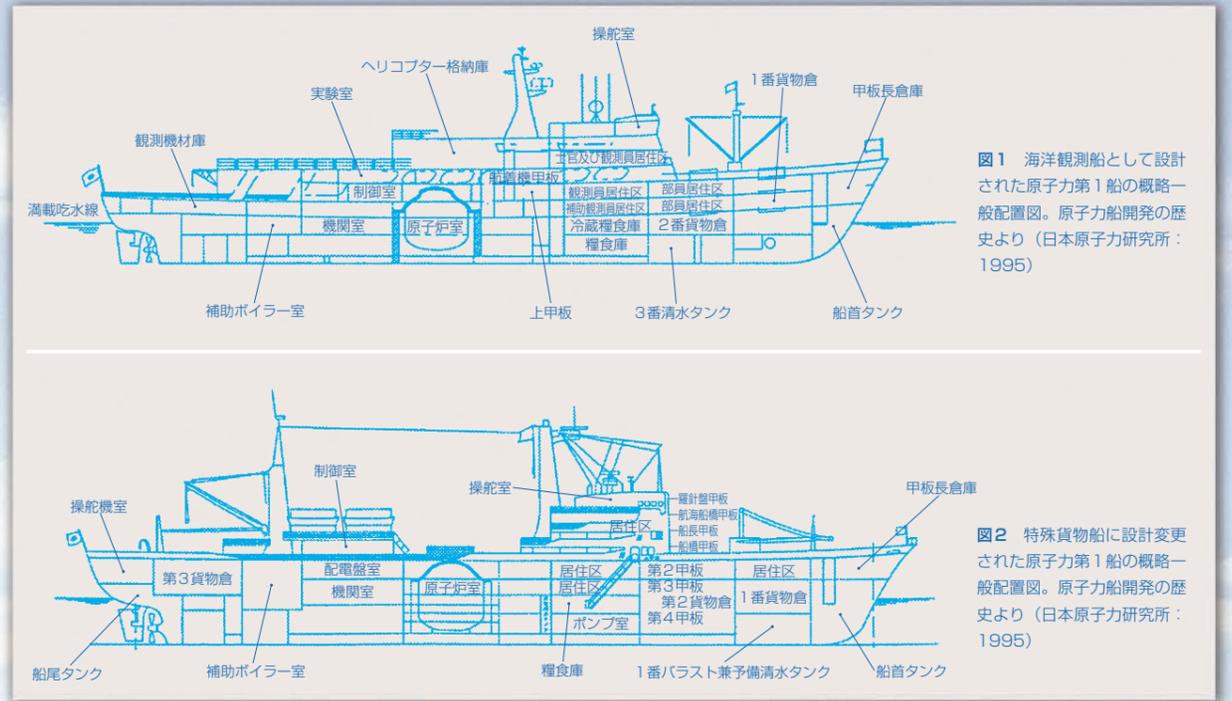


図1 海洋観測船として設計された原子力第1船の概略一般配置図。原子力船開発の歴史より（日本原子力研究所：1995）

図2 特殊貨物船に設計変更された原子力第1船の概略一般配置図。原子力船開発の歴史より（日本原子力研究所：1995）

日本での原子力船開発は、1950年代後半のアメリカ、ソ連などでの非軍用原子力船建造（アメリカの貨客船サバンナ号が代表）の動きを受けて始まった。公式には、原子力委員会原子力船専門部会が、数年間の検討を行い、1962年に原子力船第1船の建造に関する基本方針の最終答申を行った。そこには、総トン数6,350トンの原子力実験船として“海洋観測”及び乗組員養成訓練の設備を備えるほか若干の載貨能力と耐氷構造を有するものが適当とある。原子力委員会は、この答申を受けて1963年から、総トン数6,000トンの“海洋観測船”の建造と乗組員の養成に着手した。1964年2月に基本計画に基づき原子力船開発事業団が作成した設計基本方針には、「海洋観測設備とし、8～10台の観測用ウインチ、15～20総トンの観測艇、深海潜水球、観測ブイなどに加えて電離層観測用アンテナやヘリコプター2機などが実験航海を終了し適当な機関に移譲された後に、装備される事を考慮して基本設計を進める」とある。この方針に沿って作られた基本設計では、長さ114m、総トン数6,900トンで乗組員65名、観測員

21名、補助観測員24名の耐氷海洋観測船がイメージされていた（図1）。この時期は海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構）設立の7年前にあたり、「むつ」が海洋科学技術センターへ移譲される事など想定されていなかったであろうが、観測ブイをトライトンブイ、電離層観測用アンテナをドップラーレーダー、補助観測員を観測技術員などと読み替えると、「みらい」へ生まれ変わる符号のようなものを感じさせる。

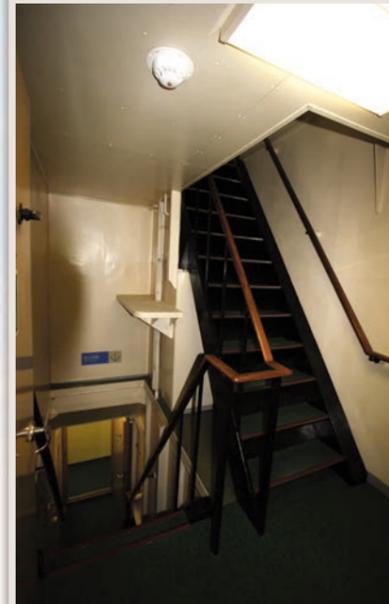
事業団は、この基本設計をもとに国内造船7社に対し指名競争入札を行ったが、見積もり金額が予定額に見合わず全社が応札を辞退した。このため政府は建造計画の大幅な見直しを余儀なくされ、基本計画を改定し、船種・船型を海洋観測船から総トン数8,000トンの特殊貨物船（特殊貨物の輸送及び乗組員の養成に利用できる船）に変更した（図2）。そのため、貨物艙の増大と海洋観測機能の廃止などの設計変更がなされ、1968年11月27日、第1船の起工式が石川島播磨重工業(株)東京第二工場で行われた（原子炉部は三菱原子力工業が製造）。これと前後して、第1船の定係港の選定が進めら



原子力船「むつ」(日本原子力研究所：1995)



海洋地球研究船「みらい」



「みらい」のそこかしこに残る「むつ」のなごり。ポルトと呼ばれる船の丸窓(上)手すりと階段(下)



海洋科学技術センター(現・海洋研究開発機構)むつ研究所に接岸中の「みらい」

れていた。当初は横浜市磯子区の埋立て予定地が候補に挙げられたが、横浜市の同意を得られず、青森県むつ市大湊港に決まった。

第1船は、原子力船「むつ」と命名され1969年6月12日、原子動力実験船(総トン数8,241.72トン、全長130.46m:いずれも改修工事後の値)として進水した。

原子力船としてはソ連、アメリカ、西ドイツについて世界で4番目に当たり、3万6000kWの加圧軽水冷却型炉を推進源としていた。翌1970年7月に青森県むつ市大湊定係港に回航され原子炉部の艤装工事をを行い、1974年8月28日に洋上で臨界に達した。しかし、9月1

日には中性子漏れが発見され、帰港までに洋上で50日間の漂流を余儀なくされた。1978年から佐世保港で遮蔽体の改修工事が行われ、1982年9月に大湊港に戻ったが、新しい定係港がむつ市関根浜港と決まり、1988年1月に関根浜港に回航された。原子炉容器蓋開放点検、船体点検など最終的な点検作業を行い、1990年3月、16年ぶりに臨界を達成し、出力上昇試験や海上試験運転を経て1991年2月14日、原子力船として完成した。しかし一方で、政府は1985年3月に「実験航海終了後直ちに解役する」との基本方針を定めていた。このような状況のもと、「むつ」は1991年2月25日から

12月12日まで4回にわたって実験航海を行った後、1992年1月に原子炉を停止した。この間「むつ」は、出力上昇試験、海上試験運転、実験航海をあわせて原子動力により約82,000kmを航海した。1992年9月からは解役工事に着手し原子炉の解体が始まった。1995年6月、「むつ」は原子炉を撤去されその役目を終え海洋科学技術センターへ船体が引き渡された。取り外された原子炉は、現在、海洋研究開発機構むつ研究所の隣にある「むつ科学技術館」に展示されている。また、原子力船「むつ」の母港である青森県むつ市関根浜港が引き続き「大型海洋観測研究船」の母港と決まり、1995年10月に海洋科学技術センターむつ事務所(現・むつ研究所)が開設され関連施設などの整備が行われた。

原子炉撤去に際して、「むつ」船体は中央で2分割され、前部船体は「むつ」の建造造船所である石川島播磨重工業(株)東京第一工場へ、後部船体は三菱重工(株)下関造船所まで回航され、改造工事が行われた。後部船体は1996年7月に東京第一工場に回航され前部船体と結合されて、8月21日に「みらい」として進水式が

行われた。改造に当たって、前部船体は「むつ」の面影が残るような配慮がなされている。また船名についても、船首付近を注意して見ると「みらい」の船名の下に「むつ」の文字が浮き彫りのように残されている。一方、後部船体は最新の海洋観測船としての機能を付け加えるため、新造といえるほど大規模な改造が加えられた。前部と後部船体の結合部には溶接の跡が残っており、外観から容易にその位置が分かる。

このように「むつ」は、海洋観測船として計画されながらも特殊貨物船として生まれ、放射線漏れ事故のため活動の場を見出せずにその一生のほとんどを無為に岸壁に繋がる日々を送らざるを得なかった。数奇な運命をたどった原子力船「むつ」は、進水から約30年後に世界最大級の海洋地球研究船「みらい」として1997年9月29日竣工(完成)、同年10月28日就航し、海洋観測船として第二の人生を歩み始めた。

本稿は、月刊『海洋』号外34号(2003年)の同名の記事を、許可を得て一部省略し転載するものである。なお、国名や組織名は当時のままである。

世界の海からデータを発信

地球環境を解明する“洋上の研究所”



① 多関節式デッキクレーン
大型機器の移動に使用するクレーン

② ジブ式デッキクレーン



③ CTDウインチ/クレーン
CTD採水器による観測やプランクトンネット投入に使用



④ 後部操舵室
CTDシステムをはじめとした後部甲板の観測機器の遠隔操作を行う

地球規模の気候・海洋変動の解明を主目的としてつくられた海洋地球研究船「みらい」は、荒天などによりデータの不足していた極域・北太平洋海域の観測をはじめ、熱帯赤道域などさまざまな海域で活動を続けてきた。特に、荒天時の観測のためにハイブリッド式の減揺装置を採用して横揺れを低減。加えて、耐氷構造（アイスクラスIA）によって極域の夏の氷縁域も安全な航行を可能とした。さらに、精密な観測に不可欠な船首方位保持や定点保持なども容易かつ正確に行える優れた操船性も備えている。また、ドップラーレーダーなどの気象観測設備も搭載

し、トライトンブイや20mピストンコアサンプラー、大型CTD採水器といった大型観測機器の積載や、それらの機器の洋上での組み立て・点検・修理もできる船内スペースや人員も確保しているため、長期の観測航海も安心して行える。

より高精度・広域・長期間の観測を可能とするために数多くの観測機器を搭載し、採取した試料を速やかに分析・解析・保管するための研究室や研究機器を備え、機器の扱いに精通した観測技術員が乗船する「みらい」は、まさに「洋上の研究所」として機能する世界最大級の海洋観測船といえよう。



⑩ ハイブリッド式減揺装置



⑪ 操舵室

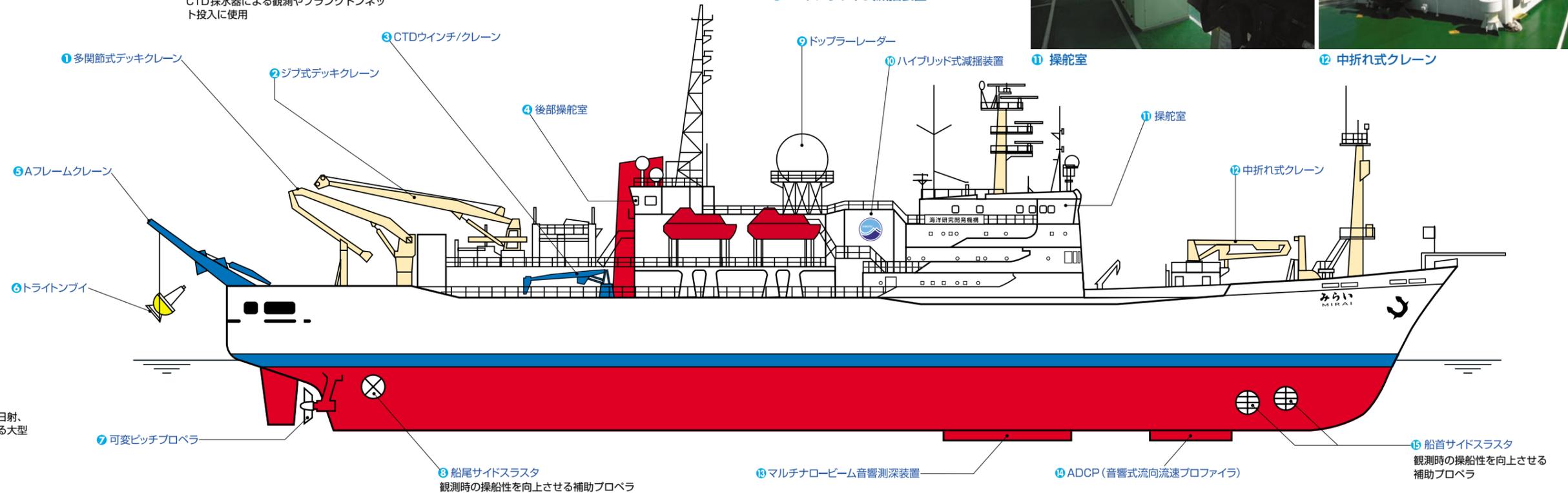


⑫ 中折れ式クレーン



⑤ Aフレームクレーン
トライトンブイをはじめ大型の機器の投入・揚収に使用するアーチ型のクレーン

⑥ トライトンブイ
風向、風速、気温、湿度、気圧、雨量、日射、海水の流れ、海水温および塩分を測定する大型海洋観測ブイ

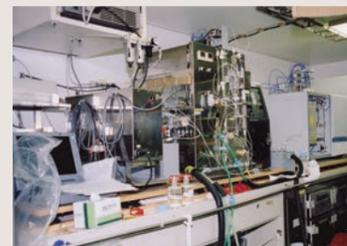


●船体データ

全長：128m 幅：19m
深さ(第2甲板)：10.5m 喫水：6.9m
国際総トン数：8,687トン
航海速力：約16ノット
航続距離：約12,000マイル
定員：80名(乗組員34名 研究者ら46名)
主推進機関：ディーゼル機関 1,838kW×4基
推進電動機 700kW×2基
主推進方式：可変ピッチプロペラ×2軸

●主な研究設備

- 海洋観測研究設備
研究室(13室)、音響航法装置(送受波器昇降装置付)、マルチナロービーム音響測深装置、サブトムプロファイラ、音響式流向流速計、海洋レーザシステム、電波航法装置、CTD採水器、20mピストンコアサンプラー、プロトン磁力計、船上重力計、船上磁力計、衛星データ受信システム(NOAA/GMS等)
- 海洋観測研究補助設備
Aフレームクレーン(22トン)、観測ウインチ(7基)、トラクションウインチ(3基)、スウェルコンベンセータ(3基)
- 気象観測研究設備
気象関係観測室(3室)、総合海上気象観測装置、大気ガス採取装置、ドップラーレーダー、高層気象観測装置



生物・化学分析室



調査指揮室



⑬ マルチナロービーム音響測深装置ほか
マルチナロービーム音響測深装置・サブトムプロファイラ・音響航法装置

先端技術で気候変動の解明に挑む 大気と海洋の相互作用を探る多様な観測機器

「みらい」の使命である地球規模の気候変動解明のためには、海洋観測だけでなく、大気と海洋の相互関係を明らかにすることが重要となる。そのために、「みらい」には海洋観測機器や海洋生物、地球物理研究のための設備はもちろん、さまざまな気象および大気観測のための先端機器も搭載されている。

「みらい」の船体中央部の巨大なドームに装備されたドップラーレーダーは、観測船としては世界最大級（ドップラーレーダーを装備した観測船は世界でも「みらい」と「Ronald H. Brown」の2隻のみ）。パラボラアンテナから観測する雲に電波を放射し、雲から戻ってきた反射電波の周波数がドップラー効果によって変化することを利用して、雲のなかの風や雨滴、雪片の降水速度、量を測定する。高精度慣性航法装置の制御によって、荒天で揺れる船上でも正確な観測を行うことが可能だ。同じく、常設設備のラジオゾンデでは、ヘリウムガスを充填した気球に小型測定器（温度・湿度・気圧）と無線装置をセットして船上から飛ばし、海面から20km付近までの大気の観測を行うことができる。また、船内の気象観測室では各種センサーによる気象データの連続観測やマイクロ波式波高計による波の高さや周期の計測、大気ガス観測室では地球温暖化のカギを握る温室効果ガスや酸性雨の原因といわれる大気中微粒子などの濃度測定や物質検出なども行う。

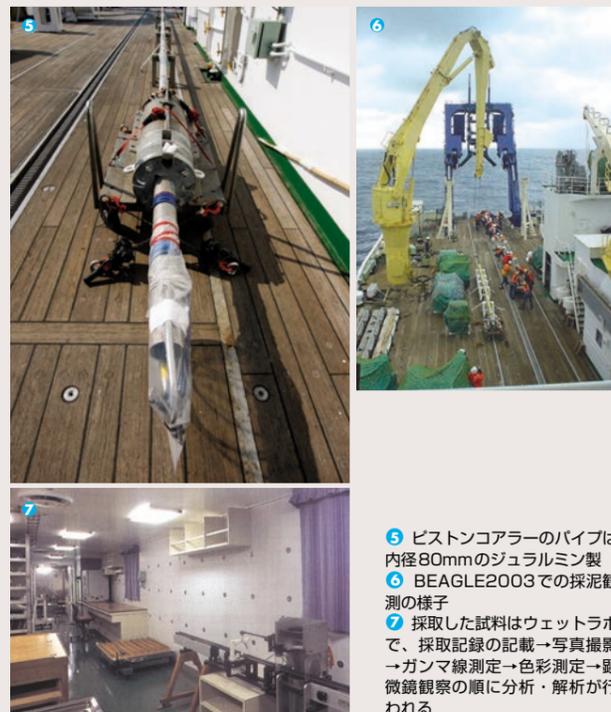


① 船上甲板に設置されたドップラーレーダードームには、直径3mのパラボラアンテナが装備されている ② 船首部の大気ガス採取装置から取り込まれた大気は、大気ガス観測室で航行中に連続自動計測される ③ 船上の各所に配置されたセンサーにより連続観測されたさまざまな気象データを計測する気象観測室 ④ 船舶搭載型の放射エネルギー収支を観測する、SOARシステム

気象を観る

海底地形を調べるマルチナロービーム音響測深装置は、船底から定期的に発振する音波の反射波を多チャンネル受波器で受信し、その往復時間から船底と海底の間の距離を計測して海底の地形図を作成する。さらに、測深装置に併設されたサブトムプロファイラで海底下の反射信号も処理し、海底下数十mまでの地層構造も明らかにできる。

また、海底の堆積物を分析することで堆積物の年代や、その時代の環境などの情報も得ることができる。「みらい」に搭載されたピストンコアラーは海底の地層をそのまま柱状に採取するためのパイプと錘でできた装置。1.2トンの錘が装備されており、最長20mもの試料（コア）の採取が可能だ。船内にはそれらを分析・解析するためのウェットラボや、微細構造や鉱物組成を調べるX線室なども完備され、約1m程度の試料を4℃の環境で400本保管できる冷蔵室も整う。これらの貴重な試料から過去数十万の気候変動を解明する手がかりを得るのだ。



⑤ ピストンコアラーのパイプは内径80mmのジュラルミン製 ⑥ BEAGLE2003での採泥観測の様子 ⑦ 採取した試料はウェットラボで、採取記録の記載→写真撮影→ガンマ線測定→色彩測定→顕微鏡観察の順に分析・解析が行われる

海底を探る

海水を採取する機器として、CTDセンサーで海中の電気伝導度（塩分）・水温・圧力（水深）を測定しながら採水を行うことのできるCTD採水システム（写真⑧、⑨）などが搭載されている。採取した海水は船上で速やかに分析され、塩分、二酸化炭素、栄養塩、溶存酸素などを精密に測定される。加えて、船首部には自動連続で表層海水を取り込む専用取水口が設置されており、水温・塩分・蛍光光度・二酸化炭素分圧・全炭酸・栄養塩のデータを連続計測する。

ドップラーレーダーの海中版ともいえる音響ドップラー流向流速計（ADCP）は、海中では使えない電波の代わりに音波を発射して、海中の粒子やプランクトンなどに当たって反射された音波のドップラー効果による変化から、海流の流れる方向・速さを検出する。

また、エルニーニョやアジア・モンスーンなどの気候変動現象を解明するために、「みらい」は熱帯太平洋西部および東インド洋に展開された観測パイプのネットワーク、トライトンパイプの設置・回収も担っている。観測パイプによって得た、風向・風速・気温・湿度・気圧・雨量・日射・海水の流れ・水温・塩分などのデータは衛星通信によってリアルタイムで送信され、世界中の研究者に供給されている。



⑧ 採水器の下部にセットされるCTDセンサー ⑨ ニスキン採水器36本（グレーの円筒） ⑩ 後部操舵室でCTDからのデータを確認

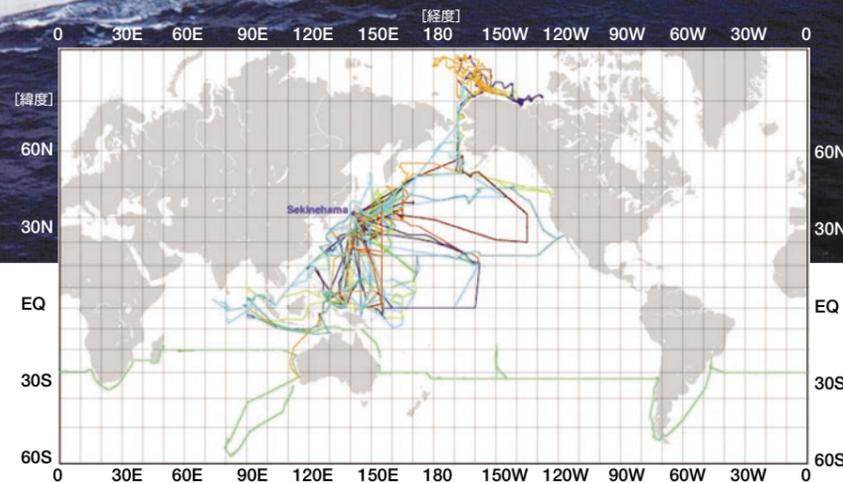
海水を調べる



⑪ 大型パイプの格納、洋上組み立て、測器調整、投入・揚収を行うための充実した設備を持つ「みらい」は、トライトンパイプの展開に大きく貢献している ⑫ 航行中、自動連続で採水した海水を分析する、表層海水分析室 ⑬ 研究室で溶存酸素の測定装置をチェック ⑭ 分析室に並ぶ全炭酸の分析機器 ⑮ サリノメータの代表的な機器「オートサル」で塩分を測定

海洋地球研究船「みらい」就航から10年 地球規模の気候・海洋変動解明への航路

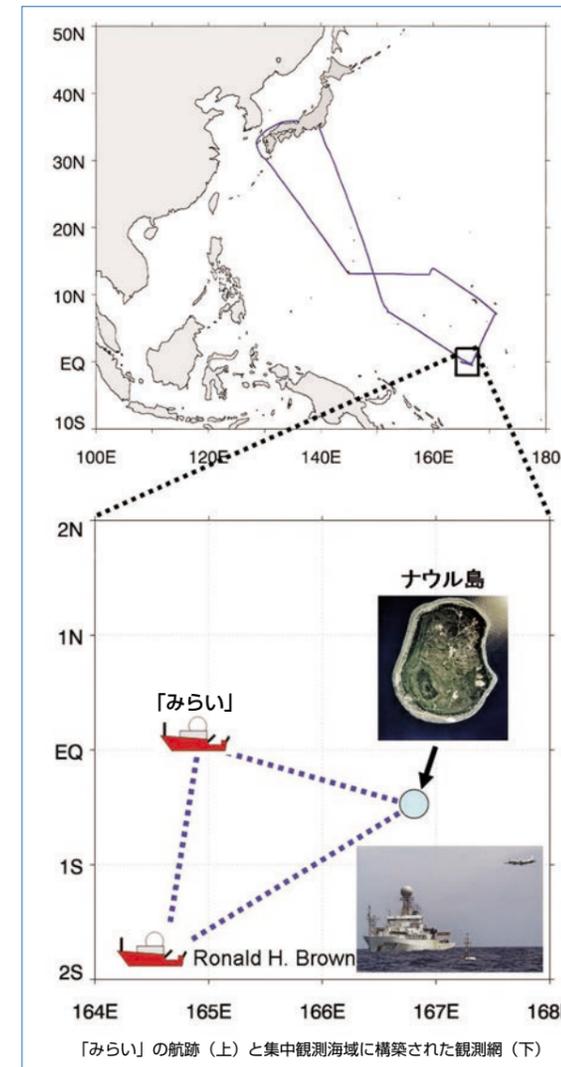
1997年以来「みらい」は、「海洋の熱循環、物質循環、生態系、海洋底ダイナミクスの解明」を研究の重点テーマに地球規模の観測を実施し、多大な成果を上げてきた。その活動10年の軌跡をたどってみたい。



1997年～2007年の「みらい」の全軌跡。その距離は約51万海里（95万km）、到達最北点は北緯76度、最南点は南緯57度。2003年には南半球を一周している。

国際集中観測Nauru99 1999

熱帯域の気候-海洋相互作用を解明するために



「みらい」が本格運用を開始して間もない1999年6～7月、国際集中観測Nauru99の一環としてMR99-K03航海が実施された。Nauru99とは、米国エネルギー省が1998年11月に西部赤道太平洋に位置するナウル島で観測を開始したタイミングに合わせて、米国エネルギー省、米国海洋大気庁（NOAA）、海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構）が主体となり、6カ国、39機関が参加して実施した国際プロジェクトである。目的は、①小さい島での観測がどれだけ島の影響のない海洋上空のデータとして使用できるのか、②雲の形態や量が海面熱収支にどれだけ影響を与えるのか、③同海域における気候海洋相互作用や積雲対流発生仕組みはどのようにしているのか、を明らかにすることであった。このため、ナウル島、「みらい」、NOAAの観測船「Ronald H. Brown」（ドップラーレーダーを装備している観測船は世界でこの2隻のみ）が主要プラットフォームとなって観測網を構築し、その上空を豪州のセスナ機が飛び、また同海域に展開されているNOAAの観測ブイも用いて、気象・海洋観測が実施された。この年は東部赤道太平洋の海面水温が通常に比べて冷たいラニーニャ年であり、貴重なデータを取得することができた。

（米山邦夫 サブリーダー 地球環境観測研究センター）

1997

- 9月 海洋地球研究船「みらい」竣工。JAMSTECに引き渡される（9月29日）
- 10月 竣工披露式（10月30日 東京晴海埠頭）
- 11月 横須賀本部にて一般公開（11月3日）初の慣熟訓練航海（北太平洋高緯度海域）

1998



トライトンブイ初設置

- 3月 トライトンブイ1号機設置（熱帯赤道海域慣熟訓練航海中）
- 7月 20mピストンコアの採取に成功（北西部太平洋海域慣熟訓練航海中）初の北極海研究航海を実施（7月30日～9月10日 チュクチ海、ベーリング海）
- 10月 公募による研究航海実施（北西部北太平洋海域）
- 11月 定点KNOT*における時系列観測開始

* KNOT= Kyoto western North Ocean Time series, 44° N, 155° E

1999

- 6月 国際集中観測「Nauru99」に参加（西部熱帯太平洋海域）
- 8月 WOCE-WHP P1*（一部）観測実施（亜寒帯域）



初の北極海

2000

- 3月 アルゴ中層フロート投入開始（西太平洋赤道海域）
- 5～6月 ロシア排他的経済水域を含む北西部北太平洋およびオホーツク海において物質循環研究の実施
- 10月 初のインド洋東部での観測実施（西部太平洋赤道海域 東インド洋赤道海域）

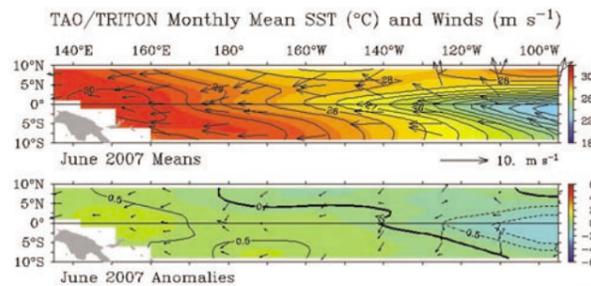
* WOCE=世界海洋循環実験 WHP=WOCE測線観測計画

トライトンブイ観測網18基展開完成 2002

エルニーニョを探る観測とデータの発信基地



「みらい」 船上でのトライトンブイの18基展開完成を記念する。2002年8月



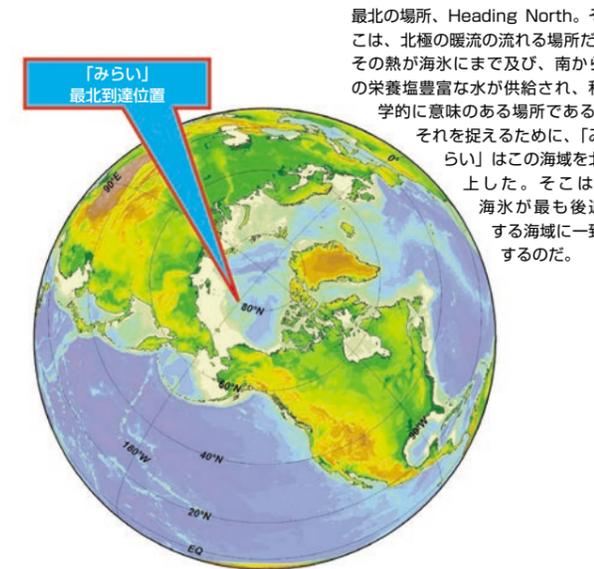
太平洋のブイ網で観測された2007年6月の月平均の海面水温と風ベクトル(上)とその平年からの差(下)。南米沖で海面が冷たく、ニューギニア沖で暖かい2007年のラニーニャ傾向がよく分かる

トライトンブイ網は、米国のブイ網 (NOAA/TAO) と協調し熱帯太平洋全域のエルニーニョのモニターや研究を行うことを目的にしている。1998年3月に初めてミクロネシア海域に設置され、その後、さまざまなトラブルに見舞われながらも展開数を増やし、2001年10月に世界にさきがけてインド洋に2基のトライトンブイが設置された。さらに2002年8月には西部熱帯太平洋に16基のブイ網が完成し、インド洋と併せて当初計画された18基のブイの展開が達成された。ブイは基本的には1年ごとに交換され、2007年7月までにのべ137基設置されたが、その多くは「みらい」による。「みらい」には設置・回収作業が安全に作業できるよう設計された設備があるが、それに加え、乗組員や観測技術員の高い士気と優れた技量に支えられ当初の計画は達成された。これらのブイデータは衛星データ通信により陸上に送信され、世界の気象機関を通して毎日の天気予報やエルニーニョの予報モデルに利用され精度の向上に役立てられている。また、データはWebページから公開されており、いつでも誰でもエルニーニョの様子を知ることができる (<http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/>)。

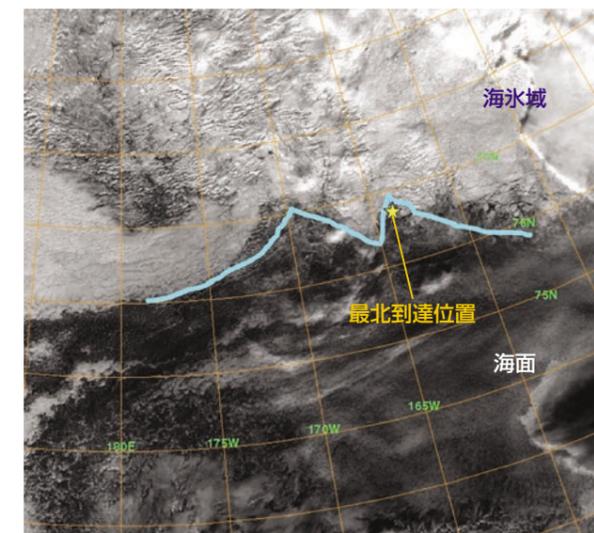
(黒田芳史 海洋科学部部長 日本海洋事業株式会社)

MR02-K05 Leg1 2002 MR04-05 2004

最北到達緯度の海で、何が起こっていたのか?



最北の場所、Heading North。そこは、北極の暖流の流れる場所だ。その熱が海水にまで及び、南からの栄養豊富な水が供給され、科学的に意味のある場所である。それを捉えるために、「みらい」はこの海域を北上した。そこは、海水が最も後退する海域に一致するのだ。



船上で、また、陸上でも、そのときの海水状況が分かる人工衛星画像を入手した。そこには、M字型の海水後退域があり、「みらい」は右側の後退域へ進入する経路を選んだ。2002年も、氷海域では画像入手に走った。容量の大きな画像ファイルが研究航海成功のために不可欠であった。



2002年北極航海を終わって(ベーリング海峡にて)

今から112年前の1895年、北緯85度55分に達した耐氷船があった。その船とはナンセンが率いた「フラム」号である。「フラム」とはノルウェー語で「前進」を意味する。「フラム」号の観測により、近代海洋学の基礎となる風成海洋大循環理論、観測手法が生み出された。「フラム」号はアムンセンによる南極点到達のときも活躍した、南北両極運航を行った最初の船であった。「フラム」号の航跡は歴史に残り、現在もそのデータは科学的に利用され続けている。「フラム」号と同じく、「前に、未来に向かう」希望をその名に冠した研究船が日本にある。海洋地球研究船「みらい」である。砕氷能力のない耐氷船であるにもかかわらず、2002年、2004年の航海ではそれぞれ北緯76度24分、北緯76度34分に至る高緯度海域に及ぶ観測を実施した。大型砕氷船「しらせ」が赴く昭和基地が南緯69度である。北極の海水は現在2~3mの厚さしかなく、南極の氷床と比べるとその厚さは約1,000分の1しかない。南極の氷床が「石炭」であるのならば、北極の海水は「シャボン玉」のようなものである。シャボン玉が消え行く最初の瞬間を「みらい」は捉えているのかもしれない。

2002年は当時最小海面積年であり、2004年は当時2002年に次ぐ最小海面積年であった。「みらい」が最高緯度を達成した場所は、太平洋側北極海において最も高緯度で海水が消滅した場所であった。そこで何が起こっていたのか? 夏の終わり僅く消えていった海水下の海洋表層では、約1℃の海洋の温暖化が確認された。僅か1℃であるが、海水にとっては気温10℃の温暖化に相当する劇的な変化が海洋で起こっていたのである。

22世紀に北極海がWhite Ocean からBlue Oceanに変わってしまったとしても、「みらい」の観測行動が語り継がれデータが利用され、ささやかであっても人々の記憶に記録に残るものであって欲しいと思う。

(島田浩二グループリーダー 地球環境観測研究センター)

2001



横須賀本部寄港

- 3月 「みらい」 横須賀本部寄港
- 8月 WOCE-WHP基準線P17Nの観測実施(北部・北東部北太平洋)
- 9月 時系列観測係留系2本(生物地球化学観測と海洋物理観測)を設置(北西部北太平洋)
- 10月 インド洋東部に2基のトライトンブイ設置

2002

- 8月 西部北極海国際共同観測「JWACS」*実施(北極海域) / トライトンブイ18基展開完成(西部太平洋赤道海域 東インド洋赤道海域) / AMVER*に関する表彰を受ける
- 10月 JWACSで北緯76度線を突破(北極海域)

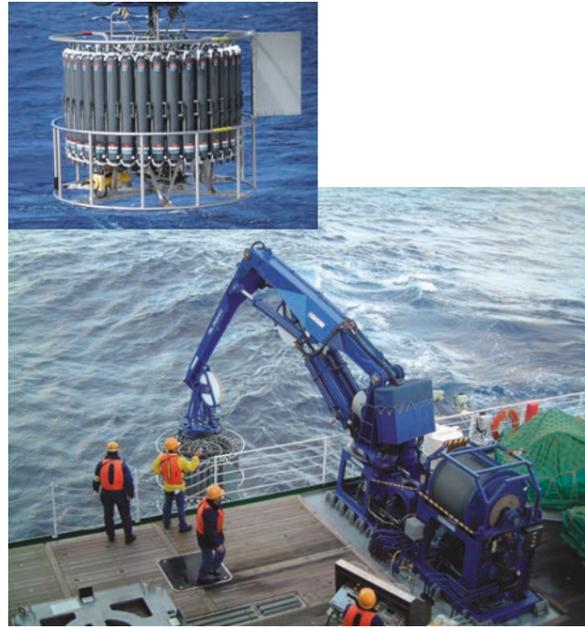


JWACSのロゴマーク

*JWACS= Joint Western Arctic Climate Studies西部北極海におけるカナダ漁業海洋省との観測研究
*AMVER=Atlantic Merchant Vessel Emergency Reporting System 遭難船舶の船位を他船に通報する船位通報制度

南半球周航観測航海 BEAGLE 2003 2003

海洋観測史に残る世界初の三大洋横断海洋観測航海



船上での採水作業。36層から採水できる大型CTD採水器を海中に降下させる様子



オーストラリア・ブリスベン港を出航する「みらい」

C.R. ダーウィンが世界一周航海を行った「ビーグル号」にちなんで名付けられたBEAGLE2003 (Blue Earth Global Expedition 2003[※]) は、海洋科学技術センター(現・海洋研究開発機構) 創立30周年を記念する事業の一環として、2003～2004年に実施された海洋観測航海である。「みらい」は、南半球中緯度域で太平洋・大西洋・インド洋を一気に横断し、その間、約500点で海面から海底直上までの水温・塩分を高精度で測定、さらに鉛直36層で海水を採水して溶存酸素・二酸化炭素・栄養塩類など十数項目の測定・分析を行った。また、航海中に60基のアルゴフロートを投入、南米チリ沖など6ヵ所で海底堆積物の採取も実施された。単一の研究船で、これだけ大規模な観測を約200日という短期間のうちにし遂げたのは、海洋観測史上例のない画期的な出来事だった。しかも、周航観測に関しては、計画していたすべての観測点で、高精度観測を達成するという素晴らしい成果をあげた。

※名称の公募を行った際、藤岡換太郎博士(当時、GODI観測研究部長)、門馬大和 担当役(当時、JAMSTEC研究業務部長)が提案



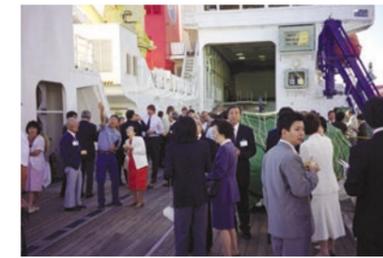
「BEAGLE2003」達成記念式典

社会への貢献 1997～2007

一般公開などを通し、海洋や活動への理解を促進

「みらい」の主な特別公開・一般公開

年	名称	場所
1997	プレス公開	IHI東京第一工場 [9/30]
	特別公開・披露式典	晴海埠頭(東京)、横須賀本部 [10/30、10/31～11/3は一般公開]
	竣工・入港歓迎式典および一般公開	関根浜港(青森) [11/7～9 皇太子同妃殿下ご臨席]
	一般公開	関根浜港、神戸港(兵庫) [11/7～9、12/14]
1998	特別一般公開	ホルル港 [2/13、14]
	見学・ちびっこ探検ツアー	関根浜港 [2/27、28]
	一般公開	シドニー港 [3/29、30]、塩釜港(宮城)、平良港(沖縄) [5/3、6/4]、スワード港(アラスカ) [8/13]
	一般公開・海洋・洋上教室	青森港 [7/25、26]
	一般公開・海洋教室	八戸港(青森) [11/1]
1999	特別公開	ホニアラ(ソロモン諸島) [3/11]
	一般公開	大洗港(茨城)、敦賀港(福井)、清水港(静岡) [5/2、7/18、8/4]
	海洋科学技術学校	関根浜港 [8/19]
	第13回国際船舶運行者会議 (ISOM'99) 見学	関根浜港 [10/13]
2000	海洋科学技術学校	関根浜港 [8/3]
	一般公開	シアトル港、ビクトリア港(カナダ) [8/23、8/26]
2001	施設一般公開	関根浜港 [7/20]
	海洋科学技術学校	関根浜港 [7/23]
2002	夏の海洋データシンポジウム	関根浜港 [8/23]
2003	一般公開	別府国際観光港(大分) [5/3]
	BEAGLE2003出港式	横浜港(神奈川) [5/21]
	一般公開	ブリスベン(オーストラリア) [8/2]、サントス(ブラジル) [11/5]、ケープタウン(南アフリカ) [12/8]、タマタフ(マダガスカル) [12/20]
2004	一般公開	フリーマントル(オーストラリア) [1/25]、関根浜港 [8/7]
	BEAGLE2003達成祝賀式	横浜港 [3/22]
2005	一般公開	関根浜港 [9/11]
2006	一般公開	中城湾港(沖縄) [1/18、19]
	特別公開	関根浜港 [7/30]
2007	一般公開	関根浜港 [7/22]



シアトルでの一般公開(2000年8月23日)



むつ研究所での一般公開(2007年7月22日)

「みらい」の運用の基本方針の一つに、「得られる研究成果を、国内外の青少年や一般の人々に周知するとともに、寄港する機会を活用して、海洋や海洋が地球環境問題に果たす役割についての理解を深めるための、動く海洋地球科学館としての機能を果たす」と定められている。

これを受けて就航以来、世界各地において「みらい」の船内公開を行い、2007年7月までに、国内だけで約21,000人の来船者を数えた。その際、単に船内設備の見学だけでなく地球環境に対する海洋の役割、そして「みらい」が明らかにしようとするものなどを、パネルや映像を使い、わかりやすい説明を心がけてきた。併せて、新聞・TVなどの報道機関の取材を受け、積極的に広報活動を行ってきた。また、皇族や国内外の政府要人も多くご視察のため来船された。

2003

1月 赤道域における基礎生産力の研究(西太平洋海域、中部太平洋海域)

8月 南半球周航観測航海「BEAGLE2003」スタート(～2004年2月)

2004

3月 「BEAGLE2003」達成祝賀式

9月 北極圏北緯76度34分に到達

「BEAGLE2003」達成記念の寄せ書き

2005

6月 WOCE-WHP、P10およびP3の再観測実施(北太平洋海域)

7月 熱帯域における大気・海洋観測研究(西部熱帯太平洋海域、東部インド洋海域)

10月 海洋大循環による熱・物質輸送、海洋の化学環境変化の観測研究(北太平洋中央海域)

2006

10月 インド洋観測航海「MISMO」[※]プロジェクトを実施(10月4日～12月14日)

12月 フィリピン共和国西海岸近くで遭難者を救助

ラジオゾンデ放球の様子

※MISMO=Mirai Indian Ocean cruise for the Study of the MJO-convection Onset インド洋における積雲対流活動に関する観測研究

2007

10月 「みらい」就航10周年

「みらい」の就航10周年を記念した、宮下順一郎 むつ市長らによるテープカット(7月22日、むつ研究所施設一般公開)



海洋地球研究船「みらい」南半球周航観測航海達成



南半球周航観測航海 BEAGLE2003 世界初の三大洋横断高精度観測航海を なし遂げた海洋地球研究船「みらい」

「いったいどうすれば、このような海洋観測航海を成功させることができるのか？」

航海の後、BEAGLE2003代表研究者・深澤理郎博士（現・地球環境観測研究センター長）のもとへ送られてきた海外の研究者たちからのメールや手紙の多くに、こうした疑問が記されていたという。

天候や海況の悪化、ケーブルの破断や観測機器のトラブルなど、長期間に及ぶ大規模海洋観測には予測できない多くの困難が待ち受けている。それを乗り越えて、500点もの大量の採水観測を短期間のうちに、しかも、これまでにない高い精度で実施したBEAGLE2003は、海洋観測史上に例を見ない驚異的なプロジェクトだった。

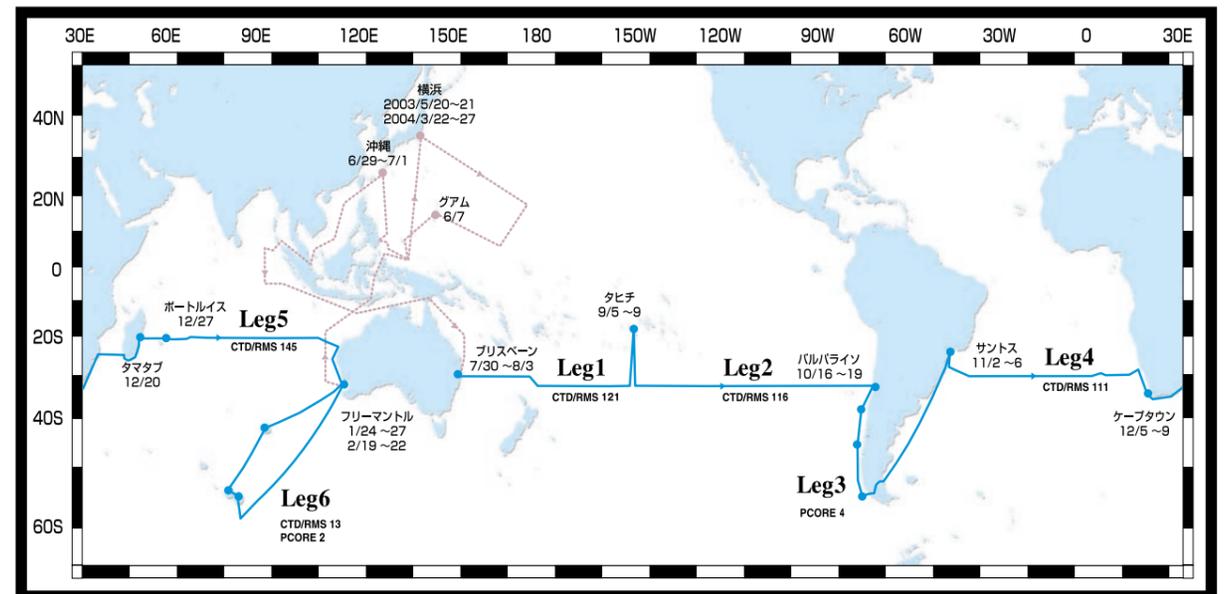
観測航海の成功は、「研究者・観測技術員・乗組員が、それぞれのプロフェッショナルリティを確立し、航海の間、お互いにより意味での緊張感と協力関係を高いレベルで保つことができた。全員が責任を持って、やるべきことをやった結果です」と深澤氏は語る。さらに、準備段階から航海実施期間を通じて、プロジェクトをサポートし続けてきたJAMSTECと世界中の人々の協力も忘れることはできない。そして、何よりもこの航海を実現させた世界最大級の海洋地球研究船「みらい」の存在こそが、プロジェクトを成功へと導く大きな支えとなった。



Leg5の研究者・観測技術員・乗組員



採水作業は単調だが、細心の注意が必要



BEAGLE2003 航跡図

海洋観測の歴史に残る 世界初の大航海

海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構）創立30周年を記念する事業の一環として実施された海洋観測航海BEAGLE 2003（Blue Earth Global Expedition 2003）には、2つの大きな目的があった。

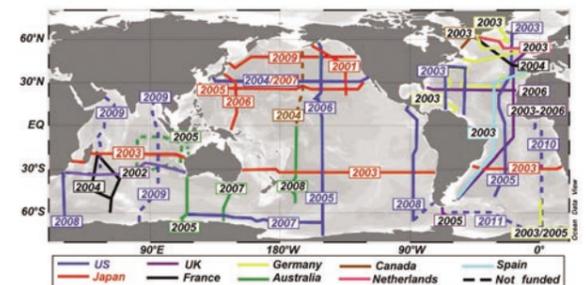
1つは海洋観測データが十分でない南半球で、高精度観測を完全実施し、気候変動の解明と将来の気候変動予測のために必要なデータを収集することだ。今回の観測航海で実施された493点の観測は、1990年代に世界海洋循環実験（WOCE）プロジェクトで実施されたWOCE観測線観測計画（WHP）の再観測だ。その航路は、WHPのWHP-P6（太平洋）、WHP-A10（大西洋）、WHP-I3、I4（インド洋）に対応している。各観測点では、海面から海底直上までの水温・塩分を高精度で測定、さらに鉛直36層で海水を採水して溶存酸素・二酸化炭素・栄養塩類など十数項目の測定・分析が行われた。観測によって得られた成果は、過去の観測結果と比較することで、気候変動による熱輸送や物質輸送の変化を明らかにするための貴重なデータとなる。

もう1つは、南極オーバーターン・システムの解明だ。世界の深層海水の半分以上は南極周辺の海域で沈み込んだものであり、その量は毎秒3,000万トン（東京ドーム約25杯分）といわれている。この大

規模な海水の沈み込みと変成を南極オーバーターンという。南極オーバーターンは、大気への熱の放出（大気を加熱）、大気中の溶存ガス成分の深層貯蔵、海洋の成層構造の維持など

を通して、気候変動と深く関係している。観測航海では、南極を取り巻くように南半球中緯度域において高精度・高密度の観測を行い、南極オーバーターンによる南半球の海水のさまざまな変化を検出することをめざした。さらに、こうした周航観測とともに、太平洋からマゼラン海峡を経由して大西洋に抜ける際、南米チリ沖で地球環境変動の歴史を探るために海底堆積物を採取し（Leg3）、インド洋を横断した後に、南インド洋（南大洋）・ケルゲレン海台東側で採水観測等や海底堆積物採取を行う（Leg6）といったミッションも加えられた。

もう1つ、BEAGLE2003には海洋観測における国際協力として果たすべき使命があった。これまで実施されてきた海洋観測研究は、圧倒的に北半球に偏っていた。主に経済的な理由から、海洋観測に力を入れることができる国が北半球に集まっているためだ。各国の主要な海洋研究所や大学で構成される全球海洋観測パートナーシップ（POGO）は、こうした状

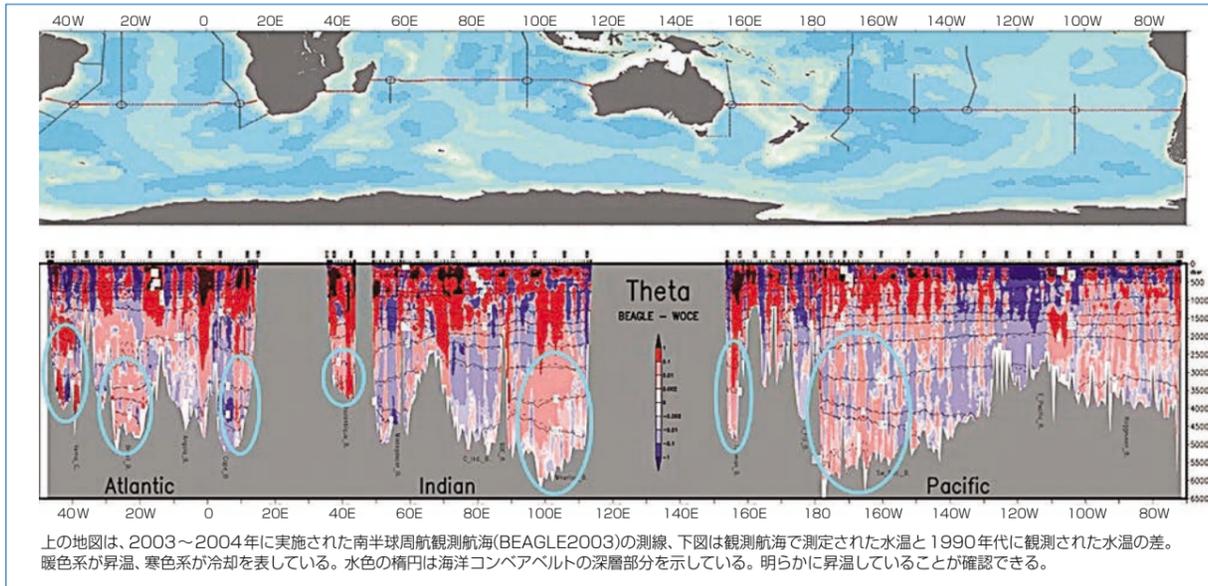


グローバル観測線観測計画（GHP）で2009年までに実行される予定のWHP再観測線図

況を憂慮し、2001年、南半球での海洋観測と南半球の国々における海洋研究者の育成を強化することを旨とする「サンパウロ宣言」を採択した。そして、BEAGLE2003は、POGOの支持と協力のもと、これを実践するために、南半球を中心とした15カ国（アルゼンチン、チリ、ペルー、コロンビア、ウルグアイ、ブラジル、南アフリカ、ナミビア、ケニア、モザンビーク、マダガスカル、モーリシャス、スリランカ、インドネシア、トルコ）から、のべ18人のPOGO研修生をはじめ、8カ国（チリ、ブラジル、南アフリカ、ナミビア、ケニア、モザンビーク、マダガスカル、モーリシャス）から、のべ12人の若手研究者たちを受け入れることになった。このほかにも、いくつかの国際共同プログラムのもと、海外からの多くの研究者や技術者が「みらい」に乗船した。

さまざまな苦難を乗り越えて 達成した周航観測航海

2003年5月21日、海洋地球研究船「み

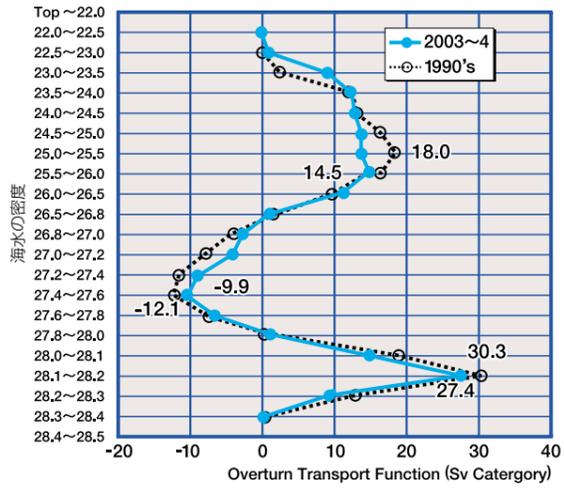


「みらい」は横浜港を出航し、10ヵ月に及ぶ長い航海が始まった。北太平洋中央海域、西太平洋赤道域、東インド洋赤道域において別の観測を行った後、7月30日にオーストラリア・ブリスベーンに入港。そして、いよいよ8月3日から南半球周航観測航海がスタートした。

観測航海は6つのレグに分かれていた。レグ1とレグ2は太平洋での海洋観

測、レグ3はチリ沖での海底堆積物採取、レグ4は大西洋での海洋観測、そして、レグ5でインド洋の海洋観測を終えると、「みらい」はオーストラリア・フリーマントルからケルゲレン諸島をめざしてインド洋を南下し、荒れる南大洋で海底堆積物採取と海洋観測(レグ6)が行われた。「みらい」が再びフリーマントルに入港したのは、2004年2月19日だった。

およそ200日に及ぶ周航観測航海で、計画していた493点をすべて予定通り観測することができた。最後のレグ6でも、荒天のなか、予定していた15点のうち13点でCTD観測に成功した。また、海底堆積物採取も6ヵ所行われ、ほぼ満足できる成果を得ることができた。さらに、航海中にはアルゴフロート(世界の海洋の状況をリアルタイムで監視する国際プロジェクト「アルゴ



2003～2004年の南半球周航観測と、1990年代に同じ測線で実施された観測について、測線(全大洋)を通過して北上する海水の量を計算した結果。縦軸は海水の密度、横軸は通過する海水の量(単位は100万トン毎秒)。どちらの観測でも、密度28.1～28.2よりも大きい海水は北上し、密度27.4～28.1の海水は南下、密度25.0～27.4の海水は北上、そして表層にあたる密度25.0以下の軽い海水は北上と、流れの分布はほぼ同様だが、深層をよほど密度層でも、このおよそ10年間で測線を通過する海水の量は減少し、海洋コンベアベルトが弱まっていることを示していると考えられる。

※測線 (Leg1, Leg2, Leg4, Leg5) を通過する海水の量 (10⁶m³/秒)。プラスは北向き、マイナスは南向きを示す。

計画」の自動観測システムに用いられる観測フロート)60基も投入された。そして何よりも、航海中に、大きな機器トラブルや人身に及ぶ事故は一切なかった。

BEAGLE 2003の成功は、この観測航海に参加した研究者・観測技術員・乗組員が、航海の間、緊張感と協力関係を保持しながら、全員が責任を持って、やるべきことをやった結果だった。さらに、準

備段階から航海実施期間を通じて、プロジェクトをサポートし続けてきた多くの人々の協力も忘れることはできない。海洋観測の歴史に残る大きな成果をあげたBEAGLE2003は、世界最大級の海洋地球研究船「みらい」と、このプロジェクトにかかわった世界中の人々が力を合わせるによって達成されたといえる。

観測航海には、運も味方してくれた。

レグ1・レグ2は、冬の南太平洋の荒天に悩まされ続けた。波は5mを超え、10m以上の風が吹く日も多かった。ときには観測を中断しなければならないこともあった。だが、それでも1点も残さずに観測を続けることができた。サイクロン(台風)の季節に入っていたインド洋では、2回のサイクロン接近を体験した。しかし、いずれも観測を終えた翌日に航路を通過してくれたおかげで、無事に観測を行うことができた。どちらも1日ずれていたら観測は困難だった。心配されたクレーンやウインチのトラブル、作業中の事故が皆無だったことも幸いだった。

気候変動の解明・予測に向けて今後の研究成果に期待

BEAGLE 2003の航海は無事に達成することができた。だが、観測を終えた研究者たちには、まだ大きな仕事が残されていた。手に入れた観測データの品質管理を行い、それを世界の研究者に公開すること、そして、データ解析等を行い研究成果に結びつけていくことだ。観測航海で入手したほとんどのデータの品質管理は、1年で完了し、2005年春、BEAGLE2003の観測

BEAGLE 2003 南半球周航観測航海の200日

「みらい」は、約200日かけて南半球を一周し、三大洋で観測航海を行った。この間、乗船した研究者・観測技術員らは二十数カ国、のべ280名にも及ぶ。世界にも例のない大規模観測航海の全体を振り返る。



観測体制の確立がレグ1の課題だった 居室は研究者らのくつろぎの場所でもある



採取された海水はすぐに化学分析が行われる 観測は24時間体制、夜間も行われる

Leg1

(8月3日 オーストラリア・ブリスベーン
～9月5日 タヒチ・パペーテ)

採水、CTDによる海洋観測は、昼夜を問わず1日に4～6点をこなさねばならない。その上、最初のレグは、観測の体制づくりや細かい部分でのすり合わせを行うなど、その後の観測航海にも大きく影響する重要な意味を持っていた。研究者や観測技術員にとって、体力的にも精神的にも最もたいへんなレグだった。だが、それを見込んで、十分に経験を積んだスタッフが乗船しており、混乱することなく観測作業は進み、観測のシステムもこのレグでほぼ確立された。

Leg2

(9月9日 タヒチ・パペーテ
～10月16日 チリ・バルパライソ)

タヒチで研究者・観測技術員はほとんど交代したが、レグ1で確立した観測体制はしっかりと引き継がれ、観測はスムーズに行われた。だが、天候には恵まれず、冬の南太平洋の悪天候に悩まされながらの航海となった。上空には低気圧の雨雲が広がり、雨が降るなかで、寒さに耐えながらの辛い観測が続いた。結局、天候は最後まで回復しなかった。一方、タヒチからは海外のPOGO訓練生も加わり、船内の食堂は日本語・英語・スペイン語が飛び交う、国際色豊かな交流の場となった。

Leg3

(10月19日 チリ・バルパライソ
～11月2日 ブラジル・サントス)

レグ3は、チリ沖での海底堆積物採取が行われた。南緯38～55度の間で等間隔に3点を計画していた。1、2点は予定通り行われたが、3点目は荒天のため断念。代わりにマゼラン海峡の入り口付近と中央部で採泥が行われた。同海峡中央部ではこれまでこうした観測はほとんど実施されておらず、貴重なサンプルを得ることができた。

Leg4

(11月6日 ブラジル・サントス
～12月5日 南アフリカ・ケープタウン)

大西洋での航海は、季節も春から初夏を迎え、天候・海況は一転して好天の日々が続いた。また、研究者・観測技術員の多くが、レグ1のメンバーの再乗船だったこともあり、チームワークもよく、観測は順調に行われた。航海も後半に入り、ウインチやケーブルのトラブルが心配されたが、乗組員の入念なメンテナンス等もあり、無事に観測を進めることができた。



グラビティコアラの回収作業



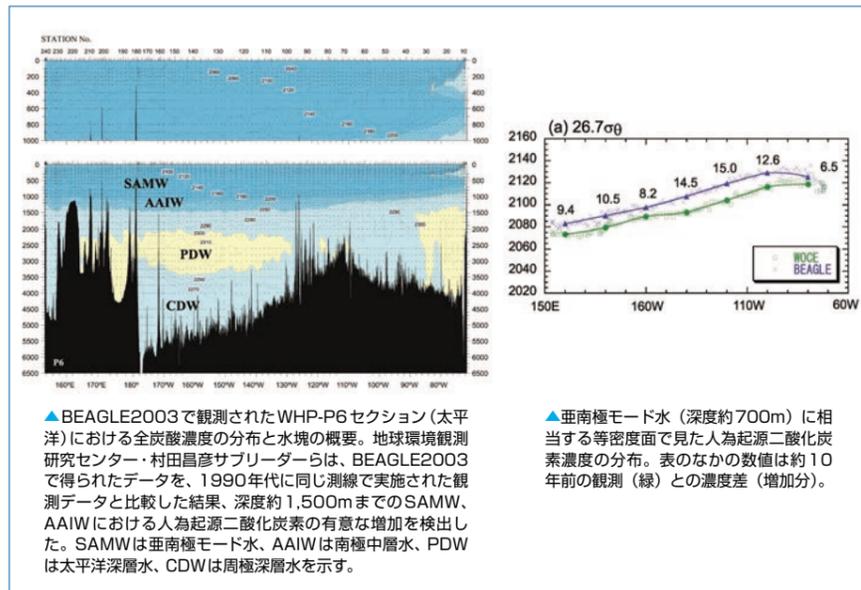
バタゴニア水道(マゼラン海峡へ向かう)



万々に備えての退船訓練も行われる



レグ3達成を祝って船上バーベキュー



極周辺で沈み込み、北に向かう海水の量が減少していることが分かった(インド洋では反対に増加していたが、インド洋だけは南緯20度で観測が行われたため、季節変動など、ほかの影響も考えられる)。これらの結果から、全大洋の全層でまとめたところ、海洋コンベアベルトの流量は、浅層・中層・深層のいずれにおいても、1~2割減少していることが明らかになった。つまり、この10年間で、海洋コンベアベルトが弱まっていたことが示されたのだ。

BEAGLE2003の観測データから明らかにされつつある海洋コンベアベルトの変動が、今後の地球環境にどのような影響を及ぼすのか、特に現在進行している地球温暖化とどのように関連しているのか、こうした疑問に答えるためには、観測データの統合や「地球シミュレータ」などを用いたモデル研究などによる地球環境変動予測研究を強化していく必要がある。

このように、BEAGLE 2003によって得られた膨大な観測データは、地球温暖化をはじめ、今後の気候変動を理解する上で重要なカギとなる多くのことを明らかにしようとしている。今後の研究の進展を、大きな期待を持って見守ってきたい。

データを網羅した『データブック』がまとめられた。そして、観測データに基づいた興味深い研究成果も次々に発表されている。

海洋コンベアベルトの深層部分で確認された昇温もその成果の一つだ。海洋研究開発機構地球環境観測研究センター・深澤理郎センター長らのグループは、BEAGLE2003で得られた水温のデータを、1990年代に同じ測線で実施された観測

データと比較し、海洋コンベアベルト深層部分で、平均0.009℃の有意な昇温を確認した。さらに、太平洋では顕著な低塩分化も認められた。昇温は表層の海水が温まったためにおきたのか、それとも、南極周辺で冷却されて沈み込む海水の量が減ったことを示しているのか。それを調べるために、測線を通る海水の量が計算された。その結果、太平洋と大西洋では、南

「BEAGLE 2013」

深澤 理郎

地球環境観測研究センター センター長

BEAGLE2003のデータの主要部分が世界に公開されて2年が経過し、放射性核種関連データも昨年度公開された。これから得られたデータを主なソースとして世に出た科学論文は、今のところ、サイエンスの1篇をふくめ、全部で11篇と少ないが、このデータを加えたデータベースを利用したものについては、国際学会や国際科学組織の会合等で耳にするかぎり枚挙にいとまがない。BEAGLE2003のデータの価値は、現在でも最高といって良い精度で水温・塩分・溶存酸素、さらに18項目にわたる化学成分の断面観測が493の全点でなされたこと、その断面が南半球中緯度の全海洋をカバーしているところにある。この基本的なデータに、さらに、生物生産データとセシウム等の放射性核種データを加え、公開されている。このデータから導き出される最も刺激的なストーリーは、南極周辺から各大洋に送りだされる深層の海水量が1990年代に比べて減少したという推算であった。この推算を受けて、2005年以降、

各大洋での深層の海水の昇温が多数報告されるとともに、その力学的な原因と、気候変動との関連が議論されはじめた。これは、次のIPCC報告では、「観測」章の中で非常に重要な部分となることは間違いない。

BEAGLE2003のような観測航海を行うのは、予算、乗船研究者と分析担当者の確保、データの品質管理、観測設備のメンテナンス、沿岸諸国のクリアランス、アドミ的なサポート、それらのいずれを取っても大がかりなものとなり、得られる成果が大きく永続的なものであることが分かっている、その実行は難しい。しかし、先日パリで開催されたIOCの総会で多くの人々から、「BEAGLE2013はやるのか」、「2013には一緒にやりたい」、「2013にはどうすれば参加できるのか」という質問を、それこそ挨拶代わりに受けた。どうもBEAGLE2003は、本人が思っていたより世界にインパクトがあったらしい。

Leg5

(12月9日 南アフリカ・ケープタウン
~12月20日 マダガスカル・タマタブ
~12月27日 モーリシャス・ポートルイス
~2004年1月24日 オーストラリア・フリーマントル)

太平洋は南緯32度、大西洋は南緯30度で観測を行ったが、インド洋では南緯20度にシフトして観測が行われた。インド洋ではサイクロンの季節に入っていたが、幸いにも直撃は免れ、航海および観測は順調に進んだ。ポートルイス(モーリシャス)を出航して5日目、「みらい」はインド洋上で2004年の正月を迎えた。



海外からも多数の研究者や研修生らが参加



「みらい」の甲板上で初日の出を迎える



大西洋での観測は、好天に恵まれた



荒れる海、波高が10mに達したことも

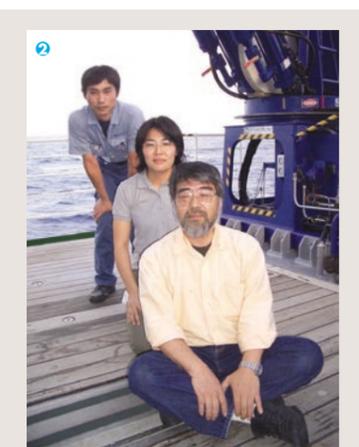


航海に参加した全員が旗に寄せ書きした

Leg6

(1月27日 オーストラリア・フリーマントル
~2月19日 オーストラリア・フリーマントル)

南半球の周航観測を大成功のうちに終え、フリーマントル(オーストラリア)に入港した「みらい」は、続いて南インド洋(南大洋)のケルゲレン海台をめざした。世界で最も荒れる海域として知られ、観測は難しいといわれていたが、幸運にもCTD採水観測は計画の半分以上を、海底堆積物採取も3点のうち2点で実施することができた。



- 1 「みらい」船上のCTD・採水装置
- 2 BEAGLE2003航海の合間に大学時代の弟子とそのまた弟子と共に
- 3 BEAGLE2003航海(レグ5終了直前)で採水を終えた測点と入港日を記録したカレンダー
- 4 計測値の精度を保つために、一定の計測回数毎に採水ボットの位置をずらし、値の信頼性を確認するのだが、ボットの移動位置への注意を喚起するためのメモ

海洋地球研究船「みらい」就航10周年に寄せて

半田 暢彦

「みらい」運用検討委員会委員長
名古屋大学高等研究院名誉教授

海洋地球研究船「みらい」は、全長128m、国際総トン数8,687トンの世界でも有数の大型研究船で、耐氷性および航走性にすぐれ、広域かつ長期の観測研究を可能にするプラットフォームである。本船は1996年度に完成し、1997年度から海洋の観測研究に従事し今日にいたっている。その運用に関しては、1997年「みらい」運用体制検討委員会によって今後10年程度を見通した観測研究の科学目標、課題を設定し、それを機軸として各省庁選出委員、学識経験者から構成される「みらい」運用検討委員会により中期3年計画を策定し、毎年見直ししながら観測研究航海を実施してきた。

運用体制検討委員会は、「みらい」の一般的利用を希望しながらも、一定の科学的目標に絞り込み着実に研究成果を挙げていく方向を選んだ。特に長期観測研究計画の策定に当たっては、①1993年度の海洋開発審議会答申（第4号）に沿って「熱循環の解明」、「物質循環の解明」、「海洋生態系の解明」、「海洋底ダイナミックスの解明」を重点基盤研究テーマの骨格とし、②関係省庁、学識経験者から広く意見を求め、③「みらい」の特徴を生かした観測研究を行っていく方針を決めている。

これを受けて運用検討委員会では、上記4テーマを中心に観測研究課題を選び、同じ海域を複数年にわたって調査観測研究ができるミッション型の研究を立案し、その実現に向けて努力してきた。その結果、これまで国内外の多くで行われてきた単発的観測研究とは異なり、北極海、北太平洋域、太平洋赤道域、南大洋域などにおいて海洋環境の時間的変動（リズム）や変動の方向（トレンド）の把握という大きな成果を挙げた。これらの研究は、いわば海洋という窓を通して地球環境が遭遇している気候変動現象を垣間見たもの



「ブルーアース'07 みらいシンポジウム」で開会の挨拶をする半田氏

「ブルーアース'07 みらいシンポジウム」の打ち合わせ風景（中央が半田氏）

である。今後はこれらの現象のメカニズムの解明を通して大気・陸域環境変動の解明と連携し、地球環境変動および気候変動の理解を深める枠組みを構築することが必要である。

海洋環境変動・変化の把握を通して地球環境変動・変化解明への道を拓く海洋地球研究船「みらい」の役割は大きい。今後は、海洋資源や生態系の変動・変化の実態把握やメカニズムの解明、海洋底ダイナミックスの解明に関しても本船の利用を組織的に拡大し、海洋における物質循環系のさらなる理解を深化させ、また市民生活の安心・安全の確保や地球進化の解明へのさらなる貢献も期待されている。

海洋研究は国際的な枠組みで進めるのが最も重要である。「みらい」もその中核を担い、欧米ばかりではなくアジアパシフィック域にも目を向けながら日本の海洋研究を発展させていくべき時期が到来している。

国際貢献と子どもたちの夢も満載した船に

赤嶺 正治

海洋地球研究船「みらい」船長
工学博士

1969年に建造された原子力船「むつ」は、その任務を終え、2年間の艤装期間を経て、海洋地球研究船「みらい」として生まれ変わりました。私は、艤装期間から「みらい」にかかわり、1997年就航と同時に、船長を拝命しました。この年、地球温暖化防止会議が京都で開催され、「みらい」はその開催に合わせ神戸で一般公開を行ない、地球温暖化に代表される地球環境変動のメカニズム解明を使命とする「みらい」を世界にアピールして、船長の重責を強く感じたことを今でも覚えています。

近年、地球温暖化は世界的な関心事となっています。地球温暖化と深いかかわりがあるとされる北極海に、「みらい」は毎年出向き調査を行っています。「みらい」は砕氷船ではありませんので、氷の間を縫うように進み、密閉された大きな氷群にぶち当たるとそれ以上は進めません。1998年の航海では北緯72度、2002年には77度近くで、大きな氷群により進路が阻まれました。つまり、このことは北極海の氷の減少を示しているのです。同じような現象は生態系についても実感しています。昔は1日に8頭くらい見かけたホッキョクグマも、最近ではまったく見ない日があります。また、氷が見当たらず泳ぎ疲れて溺れそうになったクマが、「みらい」の白い船体を氷だと勘違いしたのか、船の後ろについてきたこともありました。

10年間の思い出に残る航海は、2003年8月から翌年2月までに実施された、南半球1周の海洋観測史上に残る航海です。この航海には、24カ国（パスポートベース）からのべ278名の研究者が乗船されました。「みらい」には国境はなく、世界の研究者が一堂に会して寝食を忘れ研究する姿を見て感動しました。また、途中多雨と冷夏で日常生活に大きなダメージを受けて



ババ・サントス副市長との記念盾の交換をする赤嶺船長

いるブラジルのサントスに寄港した際、多くの日系人の方々が訪船され、ブラジルの研究者と一緒に地球を救う仕事をする「みらい」に感心され、私たちの誇りであると、声を揃えて賞賛して下さったことが深く印象に残っています。

「みらい」が果たす研究上の成果はさまざまところで紹介されています。その学術的な成果はもちろん大きなものですが、世界の研究者がこの船で地球を救う研究を行うという活動自体も、国際的な貢献活動として人々に大きな共感を呼ぶものだと思います。「みらい」の船体には、夢や希望を意味するホワイトと未来を表すブルーを基調色に、母港である下北半島に咲く明るい菜の花をイメージしてクリームイエローが施されています。明るい夢、希望のある未来を願ってつくられたこの船は地球を救うレスキュー隊です。日本の未来を担う子どもたちに、「みらい」の一般公開などを通して、美しい海とかけがえのない地球に興味を持ち、将来海洋学者や海の仕事に携わる人になってほしいと願っています。

海洋地球研究船「みらい」を支援する

足立 賢二 奥村 智

株式会社グローバルオーシャンディベロップメント (GODI)

安全かつ確実な観測のために～船舶管理部

海洋地球研究船「みらい」が1997年に就航して、この10年間に航走した距離は約51万海里あまり(95万km)に達しました。地球の赤道をぐるり一周すると約4万kmですから、「みらい」はすでに赤道を23周したことになります。この間、「みらい」は北太平洋などの荒天海域や北極のような極域をも活動海域として観測を実施してきました。どのような海域においても安全運航を維持しつつ、研究者のご要望に沿った観測ができるように船舶管理部はさまざまな支援を陸上から行っています。

なかでも、2003年8月から2004年2月にかけて南半球中緯度を太平洋、大西洋、インド洋と横断し観測を行った「BEAGLE 2003」航海では、計画されたすべての観測が安全かつ確実に実施できるように、各寄港予定地の港湾事情調査などの事前準備から総力をあげて取り組みました。航海が始まってからも、乗船者を安全に乗下船させるために、バスをチャーターし送迎するなど、旅行会社のツアーコンダクターのような業務も含めさまざまな支援を行いました。結果として、船上はもちろん移動中のトラブルも一切なく、計画された観測すべてにおいて観測を実施することができました。これは船舶管理部員にとっても大きな自信に繋がったビッグイベントとして鮮明に記憶されています。

(足立 賢二)

快適な研究・観測の場を提供するために～観測研究部

われわれGODI観測技術員は、ドップラーレーダーやマルチビーム音響測深装置をはじめとする船体固定観測装置を用いて観測支援業務に携わっています。その多くは「連続観測」であり、基本的には出港時から入港時まで連続した観測作業、取得されるデータのチェッ



BEAGLE2003出航式
プリズベン港(オーストラリア)



気象観測装置を
点検するGODI
観測技術員

クおよび処理、機器の管理などに日々追われています。また、出港前や入港後には、各観測機器のセンサー類のチェックや比較計測などを行って作動状態を常に把握し、精度維持に努めています。

「みらい」就航当初は3～4名の人員で対応していたため、行き届かない面も多々ありましたが、10年後の現在は7名と倍増し、当初よりきめ細やかな観測支援を行っています。また、非乗船研究者が搭載する観測機器の対応やサンプル採取も代行して行うなど、さまざまなニーズにも応えています。最近では、GODI観測技術員の手で「みらい」の船内webページを立ち上げ、乗船者がリアルタイムで各種観測データを閲覧できるような環境を整備するなど、さらに快適な研究・観測の場を提供できるよう取り組んでいます。

今後も研究者が求める高度な観測支援を運航部門と連携しながら提供していきたいと思えます。

(奥村 智)

海洋地球研究船「みらい」とともに成長した観測技術員制度

高尾 宏一

株式会社マリンワークジャパン
取締役 海洋科学事業統括

海洋地球研究船「みらい」が就航してもう10年になるのか、というのが正直なところ。十年一昔といわれるように、一つの区切りが来たなあと、感慨もひとしおです。原子力船「むつ」を「みらい」に改造するために、造船所で調査・観測・分析機器の積み込みや調整に追われていたのが、つい昨日のようです。

JAMSTECの観測技術員制度は「みらい」とともに成長してきたといってもいいでしょう。もちろん、「みらい」就航以前も海洋調査船「なつしま」をはじめとするJAMSTECフリートで観測技術員は活躍していたのですが、「みらい」が契機となって観測技術員に対する期待が一挙に膨らんでいきました。

今までに聞いたこともない「動く洋上研究室」とでもいうべき設備に圧倒されながらも、「世界一の海洋研究船にするぞ!」という情熱を持って、若い観測技術員が自分たちの仕事に打ち込んでいた姿が思い出されます。当時入社したてだった若者も、「みらい」とともに成長し、今では中堅の観測技術員として、人類の将来のために世界の海で活躍しています。

もちろん、最初から順調な滑り出しだったわけではなく、JAMSTECをはじめとする関係機関の研究者と試行錯誤の末、現状のように質の高いデータをコンスタントに提供できるようになったのですが、これには南半球周航観測航海「BEAGLE 2003」に臨むに当たった観測・分析訓練が大きく影響しています。時間の制約があるなか、研究者によるレクチャーや周到的な打ち合わせ、航海の準備を通じ、観測技術員の質が飛躍的に向上し、胸を張って世界へ発信できるデータを取得することができるようになりました。もともと、質の高いデータを研究者に提供するのが観測



船内での溶存酸素分析作業



関根浜港(青森)での厳しい積み込み作業

技術員の使命ですから、その意味で「BEAGLE 2003」は世界一の観測船と世界一の観測技術員チームを生んだといってもいいでしょう。JAMSTECの研究者が観測技術員を育てたご努力にあらためて深く感謝する次第です。

船上での観測技術員の仕事は多岐にわたります。海水の分析では、数千メートルの海底から水を汲み、分析し、データを取りまとめます。海底堆積物のサンプルに関しても、採泥からサンプルの分析、保管までを行います。さらに、長期観測用ブイの設置準備や回収後の整備、データ処理など、それぞれの専門を生かして質の高い研究支援活動を行っています。

また、新たな10年を目指して、観測技術員の研鑽の日々は続きます。



「みらい」が出逢った極域の生きものたち

調査航海の先々で出逢う生きものは、360度海に囲まれた長い航海でクルーの気持ちを和ませてくれる。行くたびに必ず顔を見せてくれる常連もいれば、滅多にやって来ない珍客もいる。ホッキョクグマ(写真①、②、③、⑥)は「みらい」が初めて極域を航海したころに比べ、近年はめっきり出逢う回数が減った。温暖化による氷の減少など、その生息環境が気にかかる。好奇心旺盛なセイウチ(写真④、⑦)は、大きな牙こそ恐ろしげだが船に向かってもの言いたげに寄ってくるさまは、なかなか愛らしい。真っ白な氷原に姿を見せたホッキョクギツネ(写真⑧)はふわふわの毛皮で氷点下80℃の環境にも耐えるという。マストに留まったシロフクロウ(写真⑤)のように、大海原を渡りながら「みらい」で羽を休めていくものも少なくない。