

海と地球の情報誌

BlueEarth

Japan Marine Science and Technology Center

11・12 2002
月号

特集

海洋観測機器

JAMSTEC Report

熊野灘沖南海トラフ地震発生帯で
分岐断層のイメージングに成功

Interview

地球深部探査船「ちきゅう」の研究開発に携わる

Our Ships

無人探査機「かいこう」

1988年9月

「しんかい2000」 沖縄トラフで大規模な熱水活動 によるチムニー群を確認

Memorable Shot



南西諸島海域・沖縄トラフ
(伊是名海穴水深約 1,330m)

有人潜水調査船「しんかい2000」が、沖縄トラフで初めて熱水噴出現象を発見したのは、1986年7月のことだった。その3年後、那覇市の北北西約130kmの沖縄トラフ東縁部にある直径5kmほどの凹地、伊是名海穴の海底で、「しんかい2000」は大規模で活動的な熱水活動によるチムニー群を確認した。

チムニーとは、金属元素等が溶けた熱水の噴出によって、その噴出孔周辺に形成される煙突状の堆積物のことだ。このときに発見されたチムニー群は、高さがおよそ1.5～2.0m、直径は40～50cmほどだった。先が尖った円筒状のチムニーが、高さ数メートルの小丘の頂上部にいくつもまとまって立っており、活動的なチムニーは、その先端や周囲から盛んに高温の熱水を噴出していた。噴出孔の周辺では、コシオリエビ類、ヒバリガイ類、カンザシゴカイ類、大小のエビ類など多くの生物群集が見られた。また、チムニーが立つ小丘は、そのほとんどがチムニーが崩壊した大量の硫化物のかたまりによってできていることが観察された。チムニーの一部を採取・分析したところ、部分によっては高品位な銅・亜鉛・鉛等がみつかり、さらにラジウムが集まっているものも確認された。

この伊是名海穴の別の場所で、「しんかい2000」が日本周辺海域で初めてブラックスモーカーを発見したのは、この翌年のことだ。

Blue Earth

11・12月号／2002

Contents

2 特集

海洋観測機器

4 最新の海洋観測機器を搭載した海洋地球観測船「みらい」

9 「みらい」に搭載された気象と大気の観測システム

10 J-CAD

14 トライトンブイ

17 ARGO フロート

18 Interview 研究者に聞く

和田一育研究員

深海地球ドリリング計画推進室 技術開発研究グループ

22 Blue Earth Museum

ムラサキギンザメ

24 JAMSTEC Report

熊野灘沖南海トラフの地震発生帯で発見された分岐地震断層

28 JAMSTEC Report

海洋科学技術センター創立30周年記念
国際シンポジウムレポート

30 JAMSTEC Report

第1回地球シミュレータセンター・シンポジウムレポート

32 Our Ship

10,000m級無人探査機「かいこう」

34 Face スタッフの横顔

総務部普及・広報課出口幸子さん / 石田往子さん

36 Marine Science Seminar

海底搜索の切り札サイドスキャンソーナーの話

39 BE Room

40 Present／編集後記

賛助会会員名簿

表紙：しんかい2000

(撮影 藤原義弘研究員／海洋生態・環境研究部)

※表紙についての詳しい説明は裏表紙をご覧ください。

本誌は、隔月年6回の発行です。

特集 海洋観測機器

海洋と地球のメカニズム解明の基礎となる 観測研究を支える海洋観測機器

正確な観測データの積み重ねが 地球環境変動の謎を解く鍵

地球表面のおよそ7割を占める海洋の実態を地球規模で把握することは、地球環境の変動を解明し、今後、地球環境がどのように変化していくかを知るために重要な役割を果たす。そして、海洋の実態をつかむためには、何より地道な観測研究を長期間にわたって実施し、正確なデータを積み重ねていくことが必要だ。海洋科学技術センターでは、多彩な観測機器を搭載した海洋地球研究船「みらい」をはじめとする船舶や、トライトンブイ、J-CADなどの観測ブイ等を駆使して、熱帯域から極域に到る広大な海域において地球規模の緻密な観測研究を展開している。さらに、こうして集められた膨大な量の観測データは、モデル研究やシミュレーション研究の精度を高めていくための貴重なデータとして活用されている。

今回は、こうした観測研究で活躍する海洋観測機器の世界を紹介する。

最新の海洋観測機器を搭載した 海洋地球研究船「みらい」

洋上に浮かぶ
海洋・地球環境データの
発信基地

取材協力
海洋観測研究部
研究業務部



母港のむつ研究所に停泊する「みらい」



活動のフィールドは熱帯から極北の海まで

1997年9月に完成し、翌98年秋から本格的な研究航海が開始された海洋地球研究船「みらい」は、地球規模の気候・海洋変動を解明することを主目的につくられた世界最大級の海洋観測研究船だ。荒天のためデータが不足している極域・北太平洋海域をはじめ、熱帯赤道域を含む多様な海域において、高精度、広域、長時間の海洋観測研究、気象観測研究等を安全で効率的に行うため、「みらい」には、数多くの観測機器が搭載されている。さらに、観測機器を正確・迅速に扱い、観測によって得られた大量のデータを船上で解析する専門の観測技術員が常時乗船している。さらに、「洋上の研究所」と呼ばれるように、採取した海水などを分析、測定するための充実した研究施設も備わっている。日本が誇る海洋観測研究船「みらい」と、この船に搭載された最新鋭の海洋観測機器を紹介していこう。

進化を続ける海洋観測技術と 海洋観測機器

海洋地球研究船「みらい」が完成する10年ほど前、海洋科学技術センターがグローバルな海洋観測研究を強化するきっかけのひとつとなった観測調査が実施された。1987年に行われた「エルニーニョ緊急調査（JENEX-87）」だ。これは「しんかい2000」の支援母船

「なつしま」を利用したセンターで初めてのエルニーニョ観測であり、それまで日本周辺海域に限定されていた観測領域を太平洋全域に拡大する第一歩でもあった。

およそ1ヶ月半に及ぶ航海の間、19日間に渡って、北緯5度～南緯5度、東経160度～西経160度の太平洋赤道海域での観測が行われた。このときの海

洋観測の内容は、投下式水温計（XBT）と吊り下げ式塩分水温深度計（STD）による水温と塩分濃度分布の観測、投下式流向流速計（XCP）による赤道海流や赤道潜流の流向流速分布観測、採水による塩分、溶存酸素、pHなどの科学分析といったものだった。これに加えて、船上気象観測、ラジオゾンデによる高層気象観測などが行われた。

このエルニーニョ観測以降、地球科学への本格的な取り組みがはじまり、センターにおいてもグローバルな海洋観測が計画され、やがて原子力船「むつ」を転用した海洋地球研究船「みらい」の建造へとつながっていく。また、一方では観測機器やその運用システムの開発もめざましく、より正確に、より手軽に、そして迅速に観測できるものがつくられるようになった。

海洋観測の新しい時代を開拓する「みらい」

1997年に完成した「みらい」の最大の特徴は、何より充実した海洋観測研究設備にある。船底から音波を発射し、深度約500mまでの流向流速を測定する音響式流向流速計。水温と塩分濃度の鉛直分布を測りながら、必要な深さの海水を採取するCTD採水装置をはじめとする各種採水器。さらには、船首部の専用取水口（水深約4.5m）から採取した表層海水の水温、塩分、二酸化炭素分圧など様々なデータを自動的・連続的に計測する装置など、最新鋭の観測機器が数多く装備されている。このほか、海洋に投げ込み、沈降していく間に水温



研究者と操船者の共同作戦ルームとなる調査指揮室

などの観測を行いデータを船上に送る投下式水温計（XBT）、投下式流向流速計（XCP）、投下式塩分濃度水温水深計（XCTD）なども備わっている。

海洋観測機器だけにとどまらず、「みらい」には海洋システムに大きく関係する大気観測機器や、海底の堆積物を採取するピストンコアサンプラー、地球物理の観測に用いられる磁力計や重力計、海底までの深さや海底の様子を伝える音響機器・マルチナロービーム測深機やサブボトムプロファイラも搭載されている。



CTD用クレーンウィンチシステム



CTDシステム等の遠隔操作を行う後部操舵室

こうした様々な観測機器によって得られた観測データや、採水器によって採取した海水（試料）を、船上で速やかに処理・分析するための情報処理システムや、試料処理・分析設備を備えていることも「みらい」の大きな特徴といえる。観測機器によって観測されたデータは、直ちに船内LANで結ばれたデータベースに収集され、船内のパソコン等で利用することはもちろん、衛星通信によるデータ通信などによって、いち早く各種研究機関等へ送ることも可能だ。また、船内には海洋関係だけでも生物・化学試料処理室、生物・化学分析室、海水処理室、低温実験室などいくつもの研究室が用意されている。

研究船の高度な機能性が観測の精度を高める

海洋観測のプラットフォームとなる海洋観測船にとって、海洋観測機器が数多く装備されていることはもちろん重要なことだがスムーズに観測が行えるか、高精度のデータが得られる環境を保つことができるかどうかは、さらに重要だ。たとえば、観測を行うとき、気象・海象がいつも良好であるとは限らない。ときには、荒天時でも予定された観測を速に行えるかが観測の成果を左右することもある。また、航路を正確に保持したり、観測時に同じ位置にとどまていられるのかも重要だ。

「みらい」では、こうした良好な観測環境を用意するために、観測目的に合わせた7台のウィンチを装備（一部はミッ



大型CTD採水器を格納する海水処理室



CTD室にはCTD採水器を格納



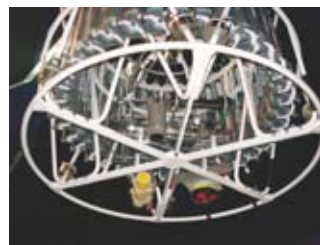
表層海水分析室

生物・化学分析室

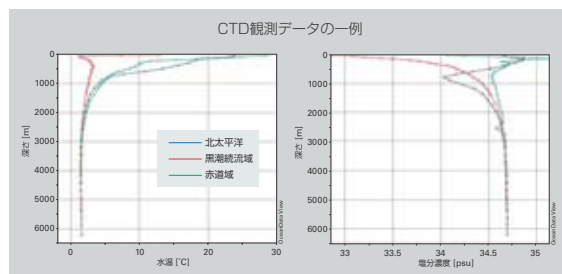
●CTD

【電気伝導度（塩分）・水温・水深計】

海中の電気伝導度（塩分濃度）、水温、圧力（水深）を測定するセンサーによって構成される観測機器。水温や塩分濃度は、海水の密度に関わる重要なデータであり、物理的特性から海洋の構造（いわば「海の天気図」）を知るために欠かせない。



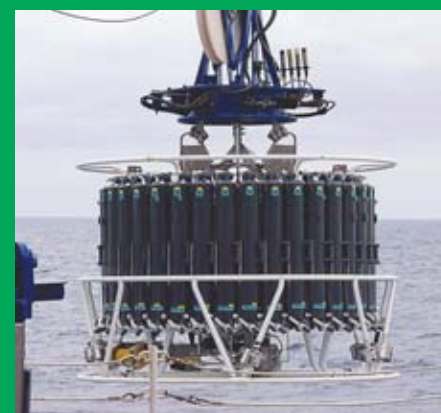
採水器の下部にセットされたCTDセンサー



また、CTDデータは、その水がどこから来たのかを理解するトレーサとしても使われる。塩分濃度は、実用塩分尺度（電気伝導度で測定した値）であらわされる。一般に勘違いされがちだが、塩分は単に塩（塩化ナトリウム）だけではなく、すべての塩類をさしている。

●採水器

その名の通り、海洋の様々な層の海水を採取するために用いられる器具。水温や塩分濃度など、一部の物理的特性に関するデータは、観測機器を直接下降させることによって測定できるようになったが、より精密な測定や化学的・生物学的な研究においては、実際の海水を採取して分析することが欠かせない。採取した海水は、溶存酸素、全炭酸、栄養塩、動物・植物プランクトンなど、研究目的に応じて、いろいろな分析が行われる。採水器の形状・大きさは様々だが、一般的にはパイプ状のボトルで、目的の深度で上下のフタを閉じ、海水を封入する構造。油や重金属など海表面の汚れがボトル内を汚染しないように、水深10mまでフタが閉じている機構のものや、海底近くの海水を採取するために横向きのもの、ボトルそのものが海水を汚染しないように内側をコーティングしたものなどもつくられている。何本もの採水器をセットしたロゼット採水器（写真）も多く使用される。



「みらい」に搭載された大型CTD採水システム

■ 特集 海洋観測機器

ションに応じて動かせる可搬型を採用)し、また、横揺れを低減させる減揺装置や、吊り下げた観測機器がうねりの影響を受けないように上下動を減らす装置なども備えている。さらに、観測時に船首方位を維持したり、つねに同じ場所にとどまっていられるようにする特殊な操船設備も力を発揮する。この高い操縦性能を可能にしているのが、ジョイスティックコントロールシステムだ。観測時の高度な操船は、推進装置、スラスト(操船性能を向上させるために船首に2基、船尾に1基装備されたスクリュウ)、舵などを組み合わせて行われるが、その操作に使われるのはジョイスティックと旋回ダイヤル。あとは操作要求に応じて、このシステムが最適な推力を計算し、船の位置を自動的に制御してくれる。

海洋観測で「みらい」が解明しようとする課題

「みらい」には海洋観測に関する様々なミッションが課せられているが、その大きな課題のひとつは、熱帯の海洋大気相互作用の観測研究だ。大気の1,000倍以上の熱容量を持ち、地球上の98%以上の水が集中する海洋は、表

層から深層に及び複雑な海水循環や、大気との熱のやり取りを通して地球全体の熱平衡に重要な役割を果たしている。特に海水温や海流の変動は、エル・ニーニョ現象に象徴されるように、異常気象や気候変動の原因となり、私たちの生活にも大きな影響を与える。この熱帯の海洋大気相互作用(エル・ニーニョ現象)を解明するために、センターではトライトンパイを設置し、西部熱帯太平洋域の水温や塩分濃度、流向流速などを観測している。「みらい」は、このトライトンパイの設置・回収を行う役割を担っている。これと同時に、「みらい」には、観測船としては世界最大のドップラーレーダーをはじめ、充実した大気の観測機器が搭載されており、熱帯海域の大気観測も重要な仕事のひとつとなっている。

もうひとつの大きな課題は、北太平洋の10年～10数年周期変動に関する観測研究だ。北太平洋における冬季の偏西風の強化と海面水温の低下が約10年のオーダーで変動し、高緯度地域の気候変動を複雑なものにしていることが知られている。だが、冬季の北太平洋は荒天のため、精度の高い海洋観測研究がほとんど行われてこなかった。こうした状況

下で海洋観測を行うことも「みらい」の役割となっている。また、北太平洋の荒天域は、海洋の二酸化炭素吸収メカニズムの解明にも大きく関わっているとされる。「みらい」の大気ガスサンプリング装置や、表層海水自動連続分析装置による化学成分の分析は、二酸化炭素を中心とした海洋の物質循環の解明にも大きく貢献すると期待されている。

このほか、海洋生態系の解明、海洋底ダイナミクスの解明など、「みらい」にはその充実した観測機器を活用した様々なミッションが用意されている。地球環境変動のメカニズムを解明するためには、広域における高精度な、そして綿密な海洋観測は欠かすことができない。「みらい」に搭載された海洋観測機器は、海洋地球科学研究の根幹を支えている。



XBTなどの投下式観測機器を海に投入

● ADCP

【音響ドップラー流向流速計】

海中に音波を発射すると、信号の反射波は海流のなかで、ドップラー効果によってわずかに変化する。その変化分を検出して海水の各層の流向・流速を測定する装置。気象観測に使われるドップラーレーダーの海洋版で、海中では電波が使えないため、音波が用いられている。音響ドップラー流向流速計には、研究船の船底に設置されるもの(航海計器のひとつとして活用される場合も)だけでなく、ロゼット採水器の内枠に取り付けられたり、観測パイ等に吊り下げて使用する機器もある。

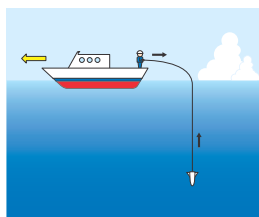


J-CADで使用されている吊り下げ式 ADCP

● XBT・XCTD

【投下式水温計・投下式塩分水温深度計】

筒状のケース(キャニスタ)と、温度センサーや電気伝導度(塩分濃度)を測定するセンサーが組み込まれたブローブとが導線で結ばれ、海中に投下されたブローブが沈みながら測定したデータが直ちに船上に伝えられる。ブローブ、キャニスタからそれぞれ導線が繰り出される構造で、船が航行していても、落下するブローブに影響を与えない(図参照)ため、停船して観測する余裕がないときや、荒天時にも活用される。データの精度はやや落ちるが、扱いも容易で、深度760mまでの測定がわずか数分でできる。



海洋地球研究船「みらい」に搭載された気象と大気の観測システム



地球規模の気候変動を解明するためには、海洋観測だけではなく、大気と海洋の相互作用を理解することが求められる。こうしたことから、「みらい」には海洋観測機器だけでなく、気象や大気に関しても充実した観測研究設備が用意されている。

「みらい」を眺めるとき、ひときわ目につくのが、船体の中央部分に据えられた巨大なドームだ。このなかに、観測船としては世界最大級(バラボラの直径は3.0m)のドップラーレーダーが装備されている。ドップラーレーダーは、雲や降水粒子の動きや量を探知する観測機器。目標物が移動したとき、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、いろいろな気



ドップラーレーダーのアンテナ部

象要素を推定することができる。高精度慣性装置の制御によって、動揺する船の上でも正確に雲の動きや内部の構造、雨の強さなどを観測することができる。

このほか、船上には各所に気象観測用のセンサーが配置されており、気温、湿度、気圧、風向・風速、雨量、日射量、放射量、アルベド(反射率)などを連続的に観測することが可能だ。さらに、波の高さや周期を計測するマイクロ波式波高計も装備されている。また、海上から20kmまでの高層大気の観測を行うため、気球に小型測定器(温度、湿度、気圧)と無線送信機を一体化した機器をセットして船上から飛揚するラジオゾンデも備わっている。大気ガス観測システムによって、温室効果ガス(二酸化炭素、メタン等)などの微量ガスや大気中の微粒子の濃度測定を行うこともできる。



ドップラーレーダー室



大気ガス観測室



気象観測室



甲板上に設置されたドップラーレーダーのドーム



取材協力
菊地 隆 研究員
海洋観測研究部



JAMSTEC Compact Arctic Drifter 氷海観測用小型漂流ブイ J-CAD 地球の熱バランスに 大きな役割を果たす 極北の海へのチャレンジ

厳しい寒気と広大な海水原に覆われた過酷な環境に阻まれ、極北の海・北極海の構造やシステムは、まだ十分に明らかにされていない。しかし、北極海の地球冷却システムとしての役割の解明は、全地球的な気候変動現象を確実に予測するために、欠くことのできない重要な要素だ。その働きは世界の海洋、さらには地球の環境を左右するとさえいわれる。

この海水に閉ざされた北極海の構造やシステムを解明するために、海洋科学技術センターが独自に開発を進めてきたのが、氷の海で自動観測を行う氷海観測用小型漂流ブイ・J-CADだ。



陸上基地で事前の動作チェックを行う



氷上のキャンプサイトに到着



J-CAD設置の準備



厚さ2~3mの海水に穴を開けてJ-CADを設置する

北極海から観測データを 送り続けるJ-CAD

1999年、海洋科学技術センターは氷海観測用の新たなブイ・J-CADを開発し、翌年4月に米国北極海プロジェクト「北極点長期観測ステーション計画(NPEO)」において、北極点近くの海水(北緯89度41分、西経130度20分)に1号機を設置した。

J-CADは、約5mの本体(浮体部)の下に、長さ260mのウエイト付き水中ケーブルを吊り下げた漂流ブイだ。洋上に浮かべるブイとは違い、J-CADは北極海に浮かび厚さ2~3mの多年氷(夏も融けずに残っている氷)にその一部を埋め込み、貫通させた氷の下の中、水温、塩分濃度、流向・流速などを測る海洋観測機器を取り付けたケーブルを吊し、海洋の構造や海流の観測を行う。氷上に突き出た浮体部には、風向・風速、気温、気圧などの気象データを得るためのセンサーや自動観測データを衛星

通信で送るための通信システム(オーブコム衛星通信、バックアップとしてアルゴシステムを使用)などが搭載されている。

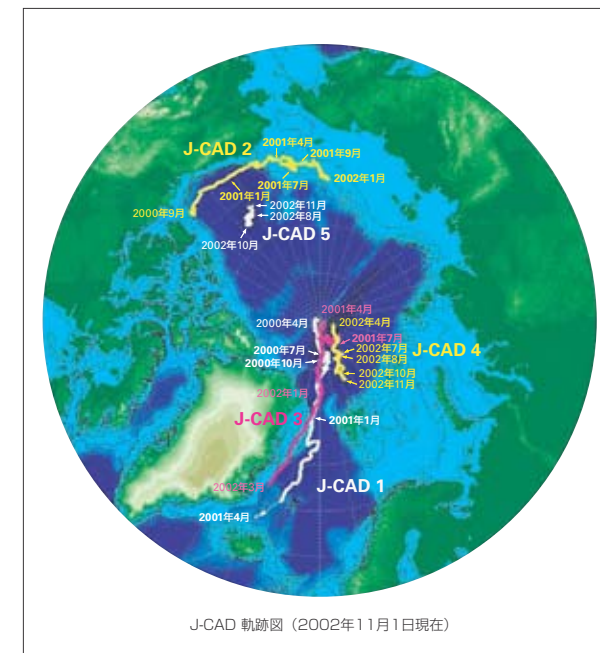
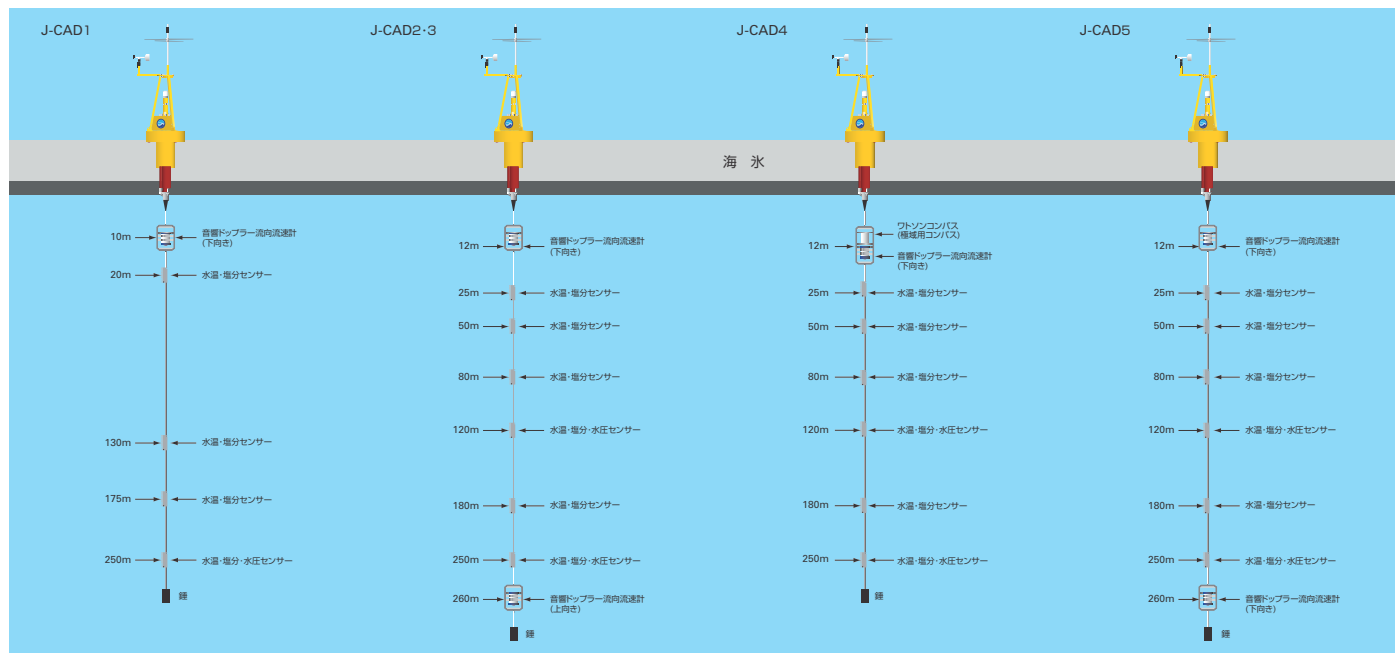
氷海観測用の漂流ブイには、すでに米国ウッズホール海洋研究所(WHOI)と海洋科学技術センターが共同開発したIOEB(海水用自動観測ステーション)があった。だが、IOEBは海洋物理学的なセンサーの他に、セジメントトラップ(水中に設置しマリンスノーなど沈降してくる粒子を捕集する装置)、蛍光光度計(海洋基礎生産力データの測定に用いられる装置)など、数多くの観測機器が装備されていた。そのため、多様なデータが観測できる利点はあったが、設置する際に海水に直径1m近い穴を開けなければならないなど、搬送や設置の面では問題もあった。このIOEBの後継としてセンターが独自に開発したのがJ-CADだが、開発に際してはブイのコンパクト化をめざし、センサーも海洋物理分野に絞って

むことにした。こうして開発されたJ-CADは、海水に開ける穴も直径約40cmで済み、特殊な機材を使わずとも大口径ドリルで穴が開けられるサイズにまとめることができた。

1号機を設置した2000年の秋には、



ヘリでブイ本体を吊り上げる。重さは約250kg



続いて2号機をボーフォート海に設置、翌2001年4月には3号機を再び北極点付近に設置した。さらに、2002年春に4号機、夏に5号機が設置されている。ブイの耐用年数は、マイナス15℃の

環境で2～3年となっているが、海水とともに漂流するブイの行方はまさに“氷任せ”であり、場合によっては海水の決壊・融解などによって観測不能になることもある。実際に5基のブイを

見ると、1号機は極横断流に乗ってグリーンランド海南部に達するまで約1年間データを送り続け、2号機は約2年持った。しかし、不幸にも3号機は設置1ヶ月後に氷盤の衝突といったトラブルがおきたと想像されるが、海洋データが送られてこなくなった。4号機、5号機は現在のところ順調にデータを送り続けている。（取得されたデータは、海洋観測研究部北極海研究グループのホームページでリアルタイムで見ることができる。）

観測目的によって 観測機器の位置も変化

J-CADの長さ260mの水中ケーブルに取り付けられる海洋観測機器は、ブイによって多少その構成が違っている。ただ、水温と塩分濃度を測るセンサーが6基セットされている点や、途中で水温・塩分濃度に加えて水圧（水深）を測る水圧センサーが取り付けられていること、音響ドップラー流向流速計が表層部と

最深部にセットされていることはほぼ変わらない。水圧センサーが使われている理由は、海流が強まるなどして、ケーブルが振れてしまう場合に備えてのことだ。ケーブルが振れるとセンサーが実際の深さより浅くなり、塩分濃度が低く観測されることがある。こうした場合、深さの補正をしないと、そこに渦状の構造があるかのように見えることがあるのだ。

また、ブイにセットされた音響ドップラー流向流速計は、およそ150mの範囲で流向・流速の鉛直分布を観測することができる。そのため、上下に取り付けておくことで、水中ケーブル全体の流向・流速をカバーすることができる。だが、同じ水深260mに取り付けられていても、観測目的によっては、それが上向きでなく、下向きにセットされることがある。この場合は、水深260mよりもっと深い海水の流向・流速を測ることができる。北極海の海洋構造を見ると、たとえば、太平洋に近い部分では、氷の

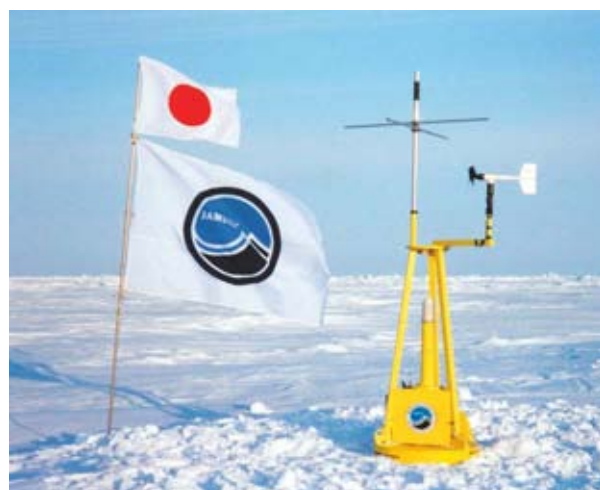
融解水や河川から流れ込んだ水による表層水、その下にやや暖かい太平洋から流れ込んだ太平洋水（大西洋に近づくようになる）の層があり、その下に北極海特有の冷たい塩分層（ほぼ結氷水温で深さとともに緩やかに塩分が増加する）がある。そして、さらにその下には、大西洋から入ってくるやや暖かくて塩分濃度の高い海水の層が存在する。この大西洋水の中心は深度260mよりさらに下にある。したがって、ブイが移動していくと思われる海域で、大西洋水の動きを知りたいと考えたとき、流向流速計は下向きにセットされるわけだ。

また、4号機では流向流速計とともに特殊な磁気コンパスが取り付けられている。これは簡単にいうと、流向流速計の観測精度を高めるために設置されたものだ。流向流速計にも内蔵されているが、北極に近い場所では磁気コンパスの精度は低下しやすい。そこで、3次元コンパスと呼ばれる地磁気の成分を測って方位を割り出す特殊なコン

パスによって、より正確に流向を観測するわけだ。

J-CADによる北極海の観測がはじまった2000年の夏、北極海の海水が著しく減少しているとの報道が話題になった。これについて、センターの海洋観測研究部は、J-CADの観測結果から、「北極海で海面が現れた原因が海水の融解によるものとは考えにくく、むしろ海水が成長しにくい状況になっている」ことを指摘した。観測データを積み重ねることによって、こうした氷の下でおきている変動が少しずつ解明されはじめていく。また、これまで観測できなかった海水下の海流についてもデータが蓄積されつつある。やがて、北極海の海の動きを把握できる日もやってくるはずだ。

現在、北極海の氷の下を継続的に観測しているのはJ-CADだけだ。それだけに、今後の成果に対する世界の注目と期待は大きい。



J-CADのホームページは、<http://www.jamstec.go.jp/arctic/J-CAD/jcadindex.htm>

Triangle Trans-Ocean Buoy Network

熱帯域海洋気象観測係留ブイシステム トライトンブイ

西部熱帯太平洋の海洋変動を モニタリング エル・ニーニョをとらえる 重要な手がかりに

取材協力
網谷泰孝 研究主幹
海洋技術研究部



西部熱帯太平洋域における大気海洋相互作用は、エル・ニーニョはもちろんモンスーン変動の解明にとっても重要な鍵を握っている。そして、この海域で何がおきているのかを確実にモニタリングすることは、気候変動を予測するためにも欠かせない要素であった。こうしたことから開発されたのが、熱帯域海洋気象観測係留ブイシステム・トライトンブイだ。トライトンブイは、日本が初めて取り組んだ外洋域における本格的なブイ網であり、その開発は1992年にはじまった。1998年に初めて4基のブイが設置され、2002年の夏、計画されていた18基展開が実現した。



むつ研究所で整備中のトライトンブイ。
気象観測のセンサーも充実している

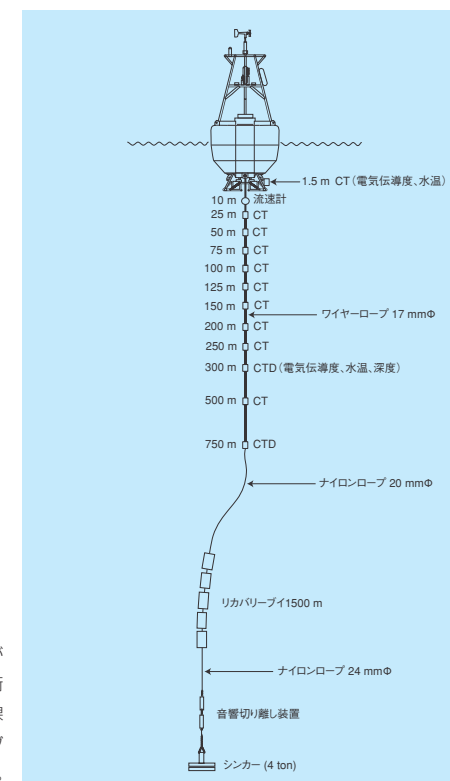
トライトンブイ開発以前の1984年から、太平洋熱帯域には、米国大気海洋庁(NOAA)太平洋海洋環境研究所(PMEL)によるTAO(Tropical Atmosphere Ocean)ブイ網が展開されており、エル・ニーニョ観測に貢献していた。TAOブイの浮力体はドーナツ型をしており、標準的な装備のTAOブイは、水中部の水温、海上風、気温、相対湿度データを取得することができた。これによって、海上風の変化と暖水が移動していく姿などがとらえられるようになった。

日本がこの計画に協力し、西部熱帯太平洋域に新たなブイ網を展開することが決まったとき、それまでの観測によって理解された研究成果をさらに向上させるため、大気と海洋の熱収支、水収支を計測することができ、水中においては水温だけでなく塩分の変化を計測できる新しいブイの開発が必要であると考えられた。雨が多い熱帯域では塩分濃度の変化が激しく、海水の密度の変動にとって、塩分の果たす役割は水温と同じように重要であるためだ。

こうして日本独自の新しい観測ブイ

システムの開発が
はじまった。技術
開発面で大きな課
題となったのはブ
イの形状だった。

新たなブイには、
観測能力を向上さ
せるために、水温に加えて塩分濃度、流
向・流速を観測するセンサーを搭載し、
気象観測でも気圧計、雨量計、放射計
(日射量を測定するために用いる)など
を装備することになっていた。水中セ
ンサーは、海面(深度1.5m)から深度
750mまでワイヤーロープで吊り下げ
られる。積載重量の増加に加えて、耐
候性を高め、さらに緊張係留で安定さ
せるためには、ブイ本体により大きな
浮力が必要とされた。また、「みらい」で
容易にハンドリングできる大きさでな
ければならなかった。そこで採用され
たのが、ドーナツ型や円盤形ではなく、
円筒型と半球を組み合わせた形状だっ
た(製作時に半球面から現在の形に変更
された)。この形状は、大きく傾いたと
きの復元性にも優れている。



トライトンブイの水中センサーの構成。各層の水温や塩分濃度の観測データによって、エル・ニーニョ等の動きをいち早くつかむことができる



水中のセンサーが固定されたワイヤーロープの下は、ナイロンロープで海底のシンカーと結ばれている。このナイロンロープの伸縮（10数%）によってワイヤーは常にピンと張った状態に保たれる（緊張係留）。ナイロンロープの途中には、潜水調査船の浮力体にも使われているシンタクチックフォームでつくられたリカバリーブイが取り付けられており、万が一ワイヤーロープが切断されても、センサーを回収しやすくしている。

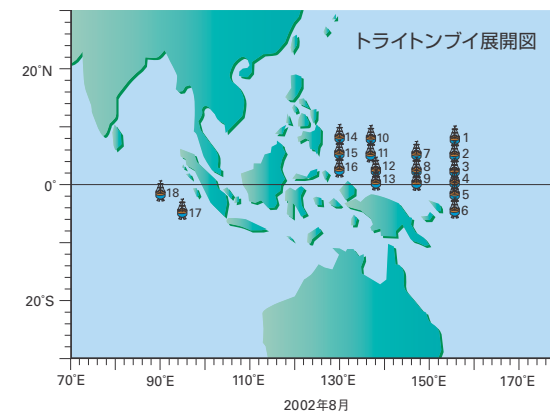
水中のセンサーで自動観測された水温や塩分濃度などのデータは、電磁誘

導データ伝送システムで洋上の信号処理装置に送られ、1時間おきに、アルゴス衛星通信システムを利用して陸上に送られる。電磁誘導データ伝送とは、被覆絶縁ワイヤーロープに電氣的に接続しないで、洋上の電磁モデムに信号を送るもの。余分なコネクタやケーブルを必要としないため、断線などのトラブルが少ないメリットがある。データは各センサー内にも記録され、1年間係留された後にブイとともに回収される。現在、海洋地球研究船「みらい」がトライトンブイの回収・投入作業を行っており、

回収されたブイは、海洋科学技術センターむつ研究所内の観測機材整備場で整備された後に再び設置される。

1998年から展開が開始されたトライトンブイは、観測史上最大といわれた97～98年のエル・ニーニョが終息し、強いラ・ニーニャ状態を示した太平洋赤道域の状態をいち早くとらえ、さらに2002年のエル・ニーニョ発生に到る過程を刻々と伝えるなど、これまで大きな成果を挙げてきた。そして、2002年の夏には、計画されていた西部熱帯太平洋及び東部熱帯インド洋に

おける18基展開が完了した。この間、トライトンブイによって得られた観測データの様々な品質評価が行われ、精度の高いデータが安定して送られてきていることが確認された。また、トライトンブイが太平洋熱帯域の現況を把握するために必要不可欠であり、米国のブイとともに、予測に関しても多大な貢献を果たしている。今後、エル・ニーニョ及びアジアモンスーン等に関する観測で、さらに大きな成果をあげることが期待されている。



ARGO Profiling Float ARGOフロート

全世界の海洋の状況を リアルタイムで監視する まったく新しい海洋観測システム

取材協力 安藤健太郎 研究副主幹
海洋観測研究部



全世界の海洋に約3,000個のARGO（アルゴ）フロートと呼ばれる観測機器を展開し、海洋表層から中層のリアルタイム監視システムを構築するという国際プロジェクト「ARGO計画」が推進されつつある。すでにアメリカ、カナダ、フランスなどの国々が約600個のフロートを展開し、日本も北西太平洋海域に投入を開始、さらに国産フロートの開発も進められている。

これまでにない画期的な海洋観測が全世界の海洋で展開されようとしている。大がかりな観測装置ではなく、一般の船舶からでも海に投入できる、長さ約2m、重さ20数kgの筒状観測フロートを使った自動観測システムだ。

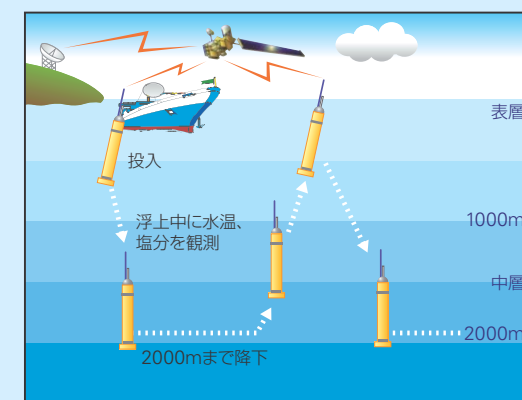
新たな海洋観測機器として開発されたARGOフロートは、通常水深2,000mの滞在深度を漂流し、10日に1度だけ、フロート自身の体積を変化させることによって浮力を持たせ、自動的に海面

まで浮上する。そして、浮上中にフロートに搭載されたCTDセンサーによって海水の水温・塩分濃度・圧力データを測定し、浮上後にARGOS衛星システムを通じて観測データを陸上へ送信する。フロートは、約半日海面に漂った後、再び滞在深度へと戻っていくようにつくられている。フロートは、1度投入すれば約4年間稼働し、150回の観測を行う。このARGOフロートを、全世界の海洋、300km四方に1個の割合で展開

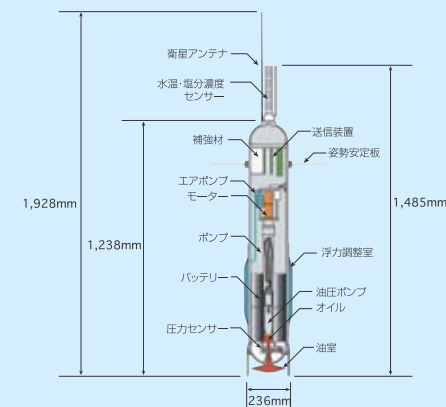
することにより、刻々と変化する海洋の状況をリアルタイムでチェックしていくというのだ。

世界中の海洋に投入された3,000個のフロートによって自動観測を行い、その情報を長期予報の精度向上や気候変動予測の実現のために活かしていくという国際プロジェクト「ARGO計画」が、いま着々と進行している。日本でも国際的なARGO計画に対応して、政府のミレニアムプロジェクト「高度海洋監視システムの構築」が、日本のARGO計画としてスタートした。日本では、海洋科学技術センター、気象庁、海洋保安庁が協力して、このプロジェクトを実施し、センターはそのなかでも中心的な役割を担っている。日本が主に担当する海域は、西部熱帯太平洋と北太平洋、そして熱帯インド洋の一部。これらの広大な海域で、計画通り300km四方に1個の割合で展開するためには、400本以上のフロートを投入する必要がある。今後、年間100本ずつの投入が行われる予定だ。

国際的な協力によって行われる海洋観測の新たな取り組みが、気候変動の解明に大きな効果を上げることが期待されている。



表層から中層の水温・塩分濃度観測データを、衛星通信によって自動的に陸上へと送信する



現在使用されているARGOフロート。国内で開発中のフロート（P.16）と、浮力調節の仕組みが異なっている

Interview

研究者に聞く

わだ かずやす
和田一育 研究員
深海地球ドリリング計画推進室
技術開発研究グループ

地球深部探査船「ちきゅう」が 世界の海で活躍する姿を

見るのが楽しみです

ライザー掘削システム、自動定点保持システムなど、最新のテクノロジーを結集した、世界最高の科学掘削能力を持つ地球深部探査船「ちきゅう」を運用することによって、地球変動のメカニズムを解明するとともに、新しい地球科学・生命科学の創造をめざす「深海地球ドリリング計画(OD21)」が、海洋科学技術センターを中心に進められている。そして現在、計画の根幹をなす「ちきゅう」の建造が順調に進行している。「ちきゅう」には、これまでの科学掘削船になかった革新的な技術が数多く採用されることになっており、深海地球ドリリング計画推進室・技術開発研究グループは、その実現をめざして様々な研究開発に取り組んでいる。そのひとりとして、海底下から掘削によって得られた堆積物や岩石(コア試料)をそのままの状態で保存し、調査・研究に利用するために必要な「極限環境維持技術」の開発等を担当している和田一育研究員にお話をうかがった。

地球深部探査船「ちきゅう」の様々な研究開発に携わる
Blue Earth編集部(以下BE) 現在、
具体的にはどのような研究に取り組んでおられるのですか。

和田 私は、もともと海洋技術研究部に在籍していました。いまは深海地球ドリリング計画推進室・技術開発研究グループの仕事が中心ですが、海洋技術研究部の仕事も兼務しており、仕事の範囲が非常に広いんです。主には、地球深部探査船「ちきゅう」の建造の仕事で、図面を見たり、試験に立ち会ったりといったことをやっています。それぞれ担当が決まっています。私は、船体分野については、構造を中心とした船体全体と、様々な部分でIT化されているこの船の情報システム関連の担当です。また、掘削側では、主に泥水循環システムを担当しています。「ちきゅう」は、ライザー掘削システムを採用しています。これまでの科学掘削船は、海水をドリルの先端から噴出させて掘り屑を海底に排出するライザーレス方式でしたが、「ちきゅう」では、ライザーパイプという大口径のパイプのなかにドリルパイプを通し、ドリルの先端から泥水という特殊な液体を噴出し、掘り屑を含んだ泥水

をライザーパイプを通して船上に回収するというライザー方式を採用しています。このライザー掘削システムの、泥水を循環させるポンプからパイプ、さらには泥水をつくったり、整える(トリートメントする)行程など、一連の泥水循環ラインを見えています。

BE 船体側とこれに搭載するシステム(掘削側)の両方を担当されているんですね。

和田 研究員の数に限られていることもあり、みんなそれぞれ、船体分野とシステムの両方を担当しています。このほかに、泥水循環システムにも関連しますが、掘削廃棄物の処理システムも担当しています。ライザーシステムで船上に上げられた掘り屑などは、現状ではサブライポートに載せて陸上に持っていくことを考えていますが、できればそれらを船内で処理して、なるべくコンパクトにしようとするものです。また、これまでにやってきたのは、コアバーレルの開発です。掘削船の大きな目的のひとつは、海底下から柱状試料、いわゆるライザーレス方式で採取するコア試料を採取してくるということです。そのために使われるのがコアバーレルです。テストサンプルを使って陸上試験を行い、これまで使われてきたコアバーレルをよりよいものにして「ちき

ゅう」に載せようということで、ドリルパイプやその先端に取り付けて岩石を削るドリルビットの開発も含めて、コアサンプリングシステムの改良の研究を行ってきました。

BE 現在、国際深海掘削計画(ODP)で活動している掘削船(ジョイデス・レゾリューション号)のシステムとまったく異なるコアバーレルというわけではないのですか。

和田 基本的にはジョイデス・レゾリューション号で使われているシステムを継承しています。研究者たちもよりよいものが欲しいのは事実ですが、あまり変えてしまうと逆に困る部分もあります。これまでのデータと比較ができなくなるのは困るわけです。

BE そうしたなかにも、新たな開発を行ったものもあるのですか。

和田 「深海地球ドリリング計画(OD21)」では、海底下の堆積物や地殻内に含まれている有用な微生物を採取して研究することも課題のひとつになっています。たとえば、海底下のいちばん条件の厳しいところで、温度が300℃、圧力が2,000気圧といった極限環境にある試料を船上まで回収し、存在するかもしれない微生物を分離し

て培養するという一連のプロジェクトがあるわけです。そのため、コアバーレルを含めた極限環境維持技術を研究してきました。研究のなかで最も重要なのが、掘削の際、泥水のなかに陸上の微生物等が含まれる可能性があることです。そのため、こうした生物汚染がおきないようにするコンタミ防止技術が必要です。具体的には、陸上の微生物がコアの表面に付着しても増殖を防ぎ、内部に菌が侵入しないように、特殊なゲルを使って、コア



をコーティングして持ってこうと
しているのです。さらに、船上に上が
ったコアを切断するときに生物汚染を防
ぐにはどうしたらよいか、また、菌を培
養するために、300°C、2,000気圧の
環境をどうやって再現するか(現在、セ
ンターに設置された深海微生物実験シ
ステムの培養槽では、300°C、約680
気圧の環境までしか保持できない)、と
いった研究も極限環境維持技術の研究
テーマとして今後取り組んでいくことが
決まっています。

マントル到達の日を夢見て

BE ライザー方式は、「ちきゅう」の大
きな特徴といえると思いますが、泥水
循環ラインの研究では、どんなところ
が難しかったですか。

和田 これまで石油掘削で培われた技
術がありますので、基本的にはそうした
技術を導入しています。ただ、石油掘削
ではコアを採取するのが目的ではなく、
できるだけ安価に早く掘って石油を見

つけることが目的ですので、これをコア
を採取するための掘削に合うように改
良していくところが多少難しかったとい
えます。特に、ジョイデス・レゾリュエ
ション号では用いられていない技術なの
で、実際に掘ってみないとわからない部
分も多分にあると思います。また、実験
を行っていくなかで、もしかしたら特別
な泥水で掘って欲しいという研究者も
いるかもしれません。あとは、最近の掘
削船では導入されつつありますが、泥水
管理などもできるだけIT化して、コンピ
ュータ上で孔内の状況を見ながら、ポ
タンひとつでパイプの開け閉めを行っ
ていくシステムとなっていくでしょう。
しかし、これまではデータを見ながら、
直接人間が自分の経験と目と耳で判断
して操作してきましたから、コンピュー
タを使わずにやりたいという人たちも
多いと思います。そのへんの意識改革
が必要になってくるかもしれませんね。

BE 難しい課題もたくさん抱えている
と思いますが、それでもやはり地球科学

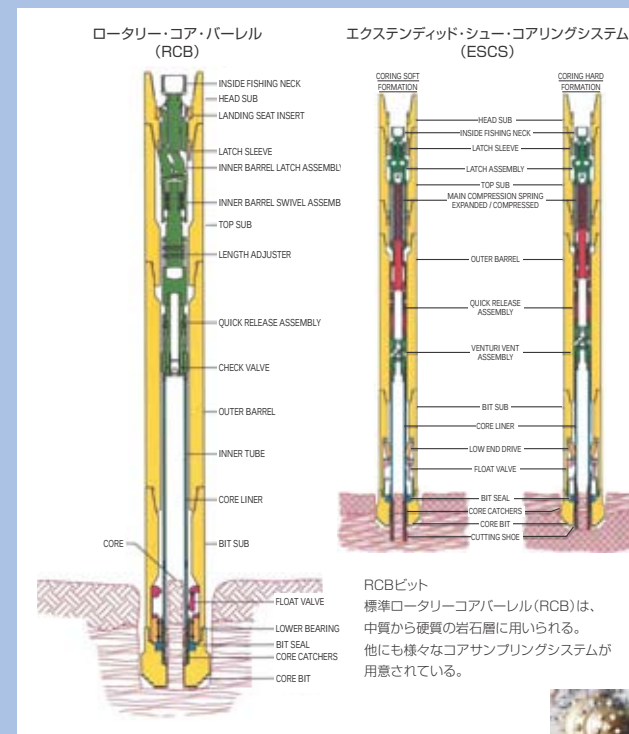
の新しい時代を切り開く「ちきゅう」とい
う船の開発に携わっていることの喜び
も、実感されているのではないですか。

和田 そうですね。特に「ちきゅう」の場
合、アメリカもできなかった新たな分野
に、日本が手を挙げて取り組んでいるわ
けですからね。また、いま現在、自分た
ちが造っているという実感もあります
が、やはり、早く完成して、実際に海底下
を掘ってコアがちゃんと上がってくると
ころを見たいというのが、建造に携わっ
ている人間の共通の思いでしょうね。さ
らに、いつの日か海底掘削によって、マ
ントルまで到達することができれば、本
当に素晴らしいことだろうと思います。

将来はポスト「しんかい6500」 の開発をやってみたい

BE センターに入られて、最初に携わ
った仕事は何だったのですか。

和田 昭和63年に入りまして、初めて
の仕事は「よこすか」と「しんかい
6500」の開発でした。このときは、ま



採取されたコア(試料)

RCBビット
先端のローラーを回転さ
せながら掘り進む。地層
を砕いてしまうため、良
質なコアが採取しにくい
ものの、ほとんどの地層に
も使われる。



**HPCS/ESCS用
ダイヤモンドビット**
表面に最も硬いダイアモ
ンドを貼り付けたビット。地層を砕
くのではなく、削りながら進む。



陸上試験機
(インナーバレルを取り出し中)

だ入ったばかりで、主に図面を見て
いる毎日でした。その次が無人探査機
「かいこう」の開発です。その後、2年ほ
どかつての科学技術庁へ研修員として
出向しました。

BE そして、戻ってきてから「ちきゅう」
の仕事が始まったわけですか。

和田 そのときはまだ「ちきゅう」のプ
ロジェクトは本格的には立ち上がって
いませんでしたが、掘削船関連の研究
はスタートして、コアバレルの研究が
始まりました。

BE 現在はまだ「ちきゅう」の建造に関する
仕事が続くと思いますが、将来はどんな
ことに取り組んでいきたいとお考えですか。

和田 せっかく掘削船関連の建造に携
わっていますから、しばらくはこれに関
連する研究を続けていきたいという気
持ちはあります。あと、この掘削船がで
き上がって、順調に動き出したころは、
恐らく、「しんかい6500」がそろそろ
現役を退く時期を迎えるのではないか
と思います。もちろん、寿命を延ばすこ
とは可能だと思いますが、やがて新し

い潜水調査船を建造するときが来る
のではないかと思います。センター
に入ったときに「しんかい6500」に
携わった縁もありますし、できれば
ポスト「しんかい6500」の有人潜水
調査船をやってみたいですね。ROV
に比べて、コストをはじめ様々な面
でたいへんですが、アメリカにしろ
フランスにしろ、やはり有人潜水調
査船は残っていますし、その仕事が
できたらいいなと思います。

ギンザメの英名は「ラットフィッシュ」。その名のとおり、ムラサキギンザメの鼻先が長く大きな目をした表情は、どこかネズミに似ている。さらに尾ビレも細長く、まるでネズミの尾のようだ。

このギンザメは、サメやエイと同じ軟骨魚類だが、上顎の骨が頭蓋骨と完全に癒着しているのをはじめ、側線が頭部分に枝分かれするように複雑に伸びている、エラ穴がひとつしかないなど、一般のサメやエイには見られない特徴も多く、その生態はまだよくわかっていない。また、多くのサメやエイが熱帯から寒帯、表層から深海と広範囲に生息しているのに対して、ギンザメのすみかは主に深海で、種類も全世界で約30種と少ない。

ギンザメのもうひとつの特徴は、大きな胸ビレ。泳ぐときには、胸ビレを鳥が羽ばたくように上下にゆっくりと動かし、まるで海のなかを飛んでいるように見える。

深度1,000mほどの海底で比較的良好に見られ、研究者たちは、緊迫した深海調査のなかで、このユーモラスな表情に出会うと、思わず笑みがこぼれるのだそう。



アズマギンザメはもっと面長!?

取材協力 藤原義弘 研究員
海洋生態・環境研究部

ネズミに似た表情が印象的!?

翼のような胸ビレで深海を舞う
ムラサキギンザメ



どこか愛らしさを感じさせるムラサキギンザメ

JAMSTEC

Report

熊野灘沖南海トラフの 地震発生帯で発見された 分岐地震断層

海溝型巨大地震の発生メカニズム解明に大きな進展

取材協力

朴 進午 上級研究員

固体地球統合フロンティア研究システム プレート挙動解析研究領域



海洋科学技術センターの研究プロジェクトである固体地球統合フロンティア研究システム・プレート挙動解析研究領域の金田義行領域長、朴 進午上級研究員らの構造研究グループは、熊野灘沖南海トラフにおける地殻構造の調査・解析によって、プレート境界から派生する分岐断層のイメージングに成功。さらに、分岐断層の性状を研究した結果、この断層が1944年に約1,200人の犠牲者を出した東南海地震の発生とも深く関係していることが明らかになった。

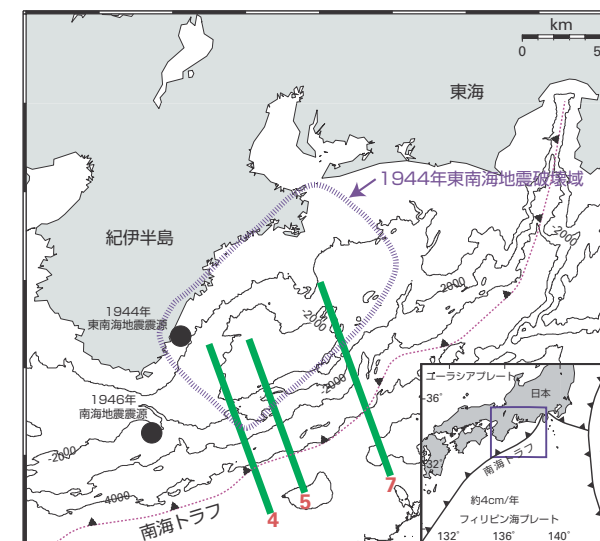
研究成果は、今年8月16日に発行された米科学誌『サイエンス』に掲載された。

分岐断層のイメージングを 世界で初めて実現

フィリピン海プレートの沈み込み帯である南海トラフ(駿河湾から九州付近に及ぶ水深約4,000mのくぼ地)周辺域では、これまで100年から200年といった間隔でマグニチュード8クラスの巨大地震が繰り返し発生している。最近では、1944年に東南海地震(マグニチュード7.9)、1946年に南海地震(マグニチュード8.0)が発生。それ以前には1854年に安政東海地震・南海地震がおき、1707年には四国沖から東海沖まで広域に破壊したと考えられる宝永の地震が発生している。

海洋科学技術センターでは、海溝型巨大地震の発生メカニズムを解明するため、以前から南海トラフ周辺で様々な調査・研究を行ってきた。そして今回、東南海地震の震源域(破壊域)である紀伊半島沖合いの熊野灘沖南海トラフ周辺における海底下の地殻構造の調査によって、これまでその存在が推察されていた分岐断層を、世界で初めてイメージングすることに成功した。

分岐断層とは、プレート境界から、上方向に向かって急角度に枝分かれした断層のことだ。2001年5月に熊野灘沖南海トラフで実施された反射法探査(エアガンと呼ばれる音源から弾性波を発して、海底下の地層からの反射波を受波し、そのデータを解析することによって海底下の構造を把握する探査法)によって得られたデータをもとに、地殻構造

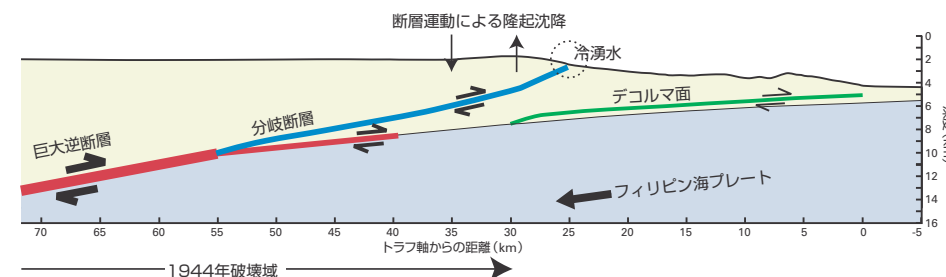


熊野灘沖反射法探査測線と1944年東南海地震破壊域

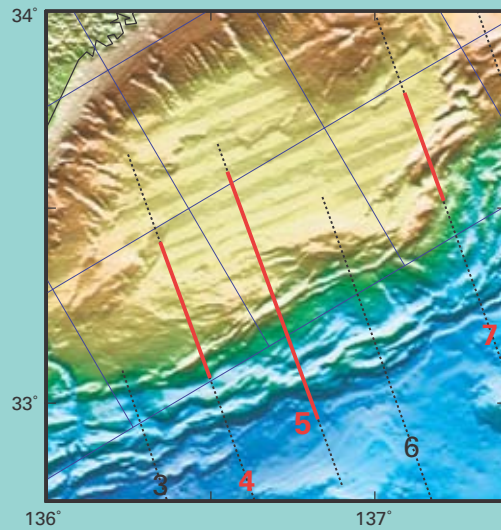
の垂直断面を画像化した結果、プレート境界面とは明らかに異なる分岐断層の存在が浮かび上がった。イメージングされた分岐断層は、海側のフィリピン海プレートが陸側プレート(ユーラシアプレート)の下に沈み込む地点(トラフ軸)から陸側約50~55km、深度約10km付近の地中でプレート境界面から分岐し、陸側プレートの内部を貫通して南海トラフ斜面の海底付近(水深約2,500~3,000m)に到達していた。また、到達地点の陸側海底に外縁隆起帯(P.27図参照)が形成されていることもわかった。

海溝型巨大地震の 発生メカニズムに迫る

イメージングされた分岐断層をさらに詳しく調べていくと、分岐断層の海底への到達地点は、津波解析、地震波解析などによってこれまでに報告されている1944年の東南海地震による破壊域の南東縁とほぼ一致していることが明らかになった。このことから、研究グループは、この分岐断層は東南海地震のときにすべり、地震や津波を引き起こした「地震断層(分岐地震断層)」である可能性が高いと考えている。一般に、海溝型巨大



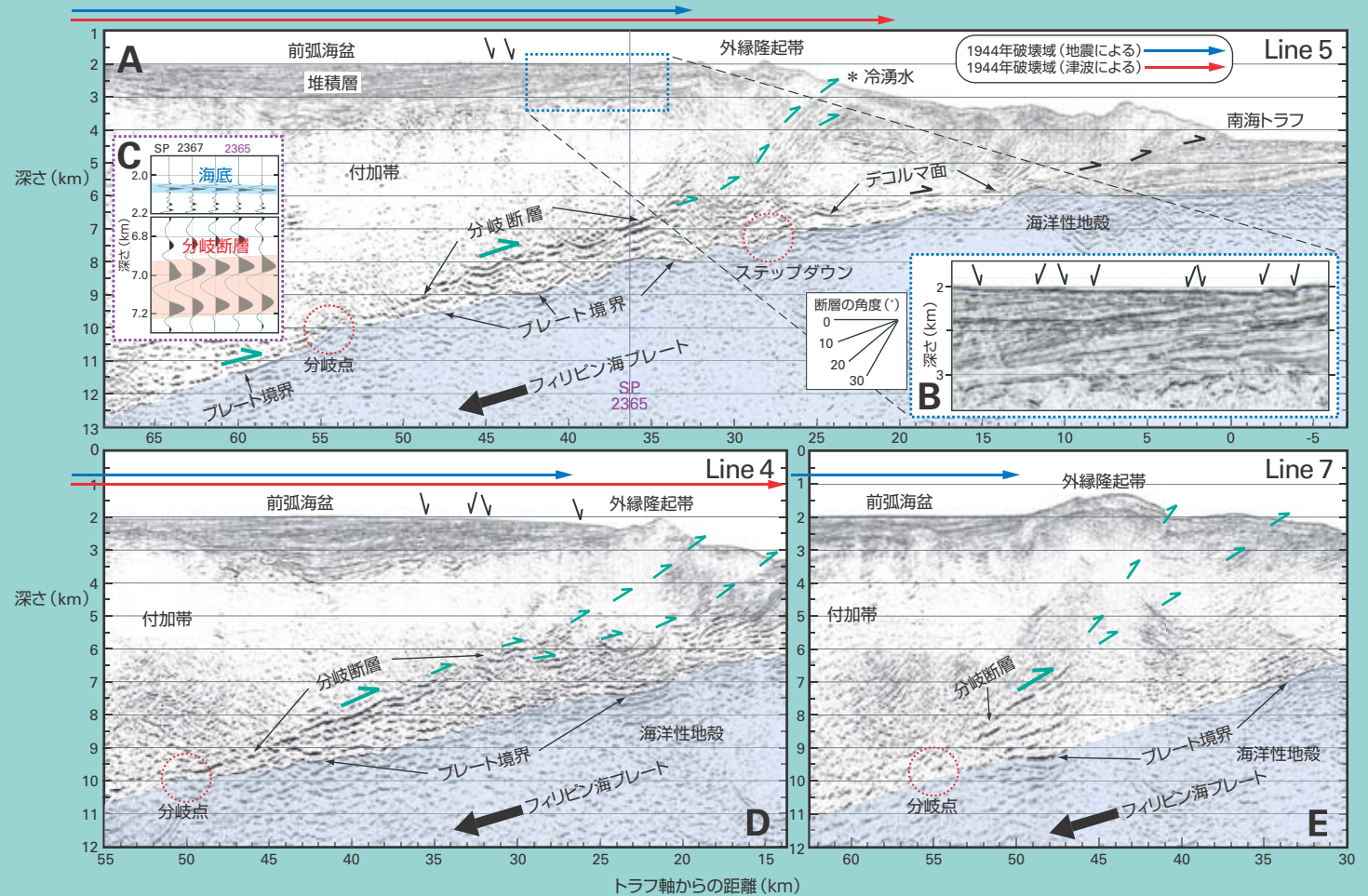
熊野灘沖における深部構造断面模式図



東南海地震破壊域(黄色部分)と南海トラフ(下方)の間に外縁隆起帯が形成されているのが見える。



現在建設中の地球深部探査船「ちきゅう」による海底掘削が実現すれば研究はさらに進展する



地震は、沈み込みによってプレート境界面にたまっただけのエネルギーによってもたらされるが、分岐断層はひずみのエネルギーを解放するもうひとつのルートになっているといえるかもしれない。

さらに、研究グループは分岐断層の到達地点の陸側に形成された外縁隆起帯に着目した。外縁隆起帯は分岐断層がすべることによって形成されるが、その規模の大きさから、60年ほど前の東南海地震だけでなく、過去、断層が何度も繰り返し動いたことによって外縁隆起帯が成長してきた可能性が高いとみている。つまり、

江戸時代やそれ以前におきた巨大地震も、この分岐断層の活動が関係してきたのではないかと推察される。また、イメージングによる断面図を詳しく見ると、外縁隆起帯のさらに陸側の地層が持ち上がるように傾き、断層が発達している様子が確認できる。これは、かつてこの部分が隆起し、それが再び元に戻ろうとするプロセスを現していると考えられる。

研究のなかで、もうひとつ興味深いことがわかった。反射波形の解析によって、分岐断層に沿った流体の存在が示唆されたのだ。かつての観測によって、

分岐断層の海底到達点付近で冷湧水も発見されていることから、すべりや固着といった分岐断層の動きに水の存在が大きく関わっていることが推察される。

以上のことから、研究グループは東南海地震と分岐断層の役割について、「1944年をはじめとする過去の東南海地震で、今回イメージングされた分岐断層が流体の振る舞いと関係して、すべりと固着を繰り返し、その断層運動によって外縁隆起帯が成長している」ことが明らかになったと発表した。

さらに、研究グループは今後も熊野灘

沖南海トラフにおいて、三次元探査を含むさらに詳しい調査・研究を継続することにより、海溝型巨大地震の発生過程解明をめざす考えだ。すでに今年の夏にも、同海域で分岐断層の空間的な広がりや物性を明らかにする目的で調査を行っている。また、分岐断層の発見により、この海域の地震発生帯が統合国際深海掘削計画(IODP)の掘削候補点のひとつとなり、現在建造が進む地球深部探査船「ちきゅう」による海底掘削が実施され、地震発生帯物質等のデータが得られれば、研究のさらなる進展が期待できる。

JAMSTEC

Report

世界の主要な海洋研究機関の
所長らを招き「21世紀の海洋科学」を
テーマにシンポジウムを開催

海洋科学技術センター創立30周年記念国際シンポジウム



活発な議論が交わされたシンポジウム

世界の主要な13の海洋研究機関から所長らを招き、21世紀の海洋研究について話し合う国際シンポジウムが、9月17日に東京・大手町の経団連会館で開催された。これは、海洋科学技術センターの創立30周年を記念して実施されたもので、翌18日には、センター横須賀本部において、国際海洋研究機関長会議(ラウンドテーブル)が行われた。2日間に及ぶ活発な議論の成果は、「横須賀宣言」にまとめられ、参加した海洋研究機関は、互いに持てる資源と能力を結集し、地球システムの総合的な理解と地球環境問題等の解明及び解決に向けて、積極的に貢献していくことを確認した。

<参加者>

オーストラリア連邦科学産業研究機構	(オーストラリア)	イアン ボイナー 副所長
海洋漁業省 海洋科学研究所	(カナダ)	ローラ リチャーズ 所長
中国国家海洋局 第二海洋研究所	(中華人民共和国)	李家彪 副所長
フランス国立海洋開発研究所	(フランス)	ジャン・フランソワ マンスデール 所長
アルフレッド・ヴェグナー極域海洋研究所	(ドイツ)	ヨルン ティーデ 所長
東京大学海洋研究所	(日本)	小池 勲夫 所長、平 啓介 前所長
韓国海洋研究所	(韓国)	ビョン サンキュン 所長
サザンブトン海洋研究所	(イギリス)	ハワード S. J. ロー 所長
ラモント・ドハティー地球観測研究所	(アメリカ)	G. マイケル バーディー 所長
モンテレー湾水族館研究所	(アメリカ)	マルシア マクナット 所長
海洋大気庁 太平洋海洋環境研究所	(アメリカ)	エディー N. ベルナル 所長
スクリプス海洋研究所	(アメリカ)	チャールズ F. ケネル 所長
ウッズホール海洋研究所	(アメリカ)	ロバート B. ガゴシアン 所長

生命科学、情報技術等のめざましい進展を踏まえ、海洋科学は、これからも新たな知のフロンティアを開拓していくと期待されている。また、地球環境問題や地球規模の気候変動が大きな問題として浮かび上がるなか、地球システムを総合的に理解していくために、海洋科学が果たすべき役割は大きいとされる。こうした状況のもと、海洋科学に携わる研究機関は、今後どのように活動し、どのような研究に取り組んでいくべきかといった課題について、世界の主要海洋研究機関の所長らが講演し、討議する国際シンポジウムが行われた。

「21世紀の海洋科学」をテーマに実施された国際シンポジウムは、「海洋科学研究の基本戦略」、「全球観測ネットワーク/データネットワーク構想」の2つのパネルセッションが行われた。最初のセッションでは、サザンブトン海洋研究所・ハワード S. J. ロー所長が基調講演を行い、海を理解し、予測を可能にし、合理的に管理していくには、海が地球システムの一部であり、互いに影響し合っているひとつのシステムとして捉えることが重要であり、将来的な研究の基本戦略を考えるにあたっては、海洋学が地球という惑星における基礎科学であること、そして学際的で国際的であることを踏まえて、多角的に取り組んでいくことが重要であるという考えを示した。

これに続くパネリスト講演では、海洋科学技術センター・平野拓也理事長をはじめ、5つの研究所の所長らが海洋研究

の取り組みについて講演を行った。ふたつ目のセッションでは、米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所・エディー N. ベルナル所長が基調講演で、通信技術の急速な進歩が、これからの四半世紀の間に、世界の海洋学者たちに大きなふたつの変化をもたらすだろうと述べた。ひとつは海洋観測のデータがこれまでの天気データのように、ごく一般的なものとして提供されるようになること、もうひとつは、全球海洋観測システムを構築し、維持するために、世界の海洋研究者たちを動員し、統一のとれたパートナーシップへと結集させることへのチャレンジが求められることだ。そして、「われわれは、地域的な観測システムの集合体を、全球観測システムとして構築することに、力を合わせて取り組んでいかなければならない」とまとめた。パネリスト講演では、8つの研究所の所長らが、新技術等を活用した観測ネットワーク構築への取り組み、データの

管理・運用などについて講演を行った。

今回の国際シンポジウム及び翌日行われた国際海洋研究機関長会議(ラウンドテーブル)における討議の成果は、「横須賀宣言」にまとめられた。そのなかで、21世紀の海洋科学を推進していくための方針として、次のような考えが示された。

- 地球システムの理解と予測に貢献し、また、賢明な意思決定の前提を提供するため、海洋科学の研究を通じて地球とその生態系を探索する。
- 深海、極域、南半球域など解明の進んでいない領域の調査観測システムを充実する。
- データの自由な交換とアクセスを伴った全球観測ネットワークと、全球データ・情報ネットワークの構築をめざす。
- より有効な観測と、よりよい予測のために、新たな観測技術・数値モデルを開発する。
- 多分野な研究を通して科学的問題を社会的利益に結びつけることによって、海洋とその資源の重要性について一般社会や政策決定者の認識を高める。
- 海洋研究における科学的、工学的及び社会的な視点を十分認識した新たな世代の海洋研究者を養成する。

出席した海洋研究機関は、こうした方針のもと、持てる力を結集し、様々な問題の解決に向けて積極的に貢献していくことで一致した。



横浜研究所・地球情報館を見学する参加者たち

JAMSTEC Report



佐藤 哲也センター長



高木 美保さん



佐野 寛さん



山形俊男領域長



平野 拓也理事長



平野 彦彦推進本部長

「人と地球のやさしい関係 ～地球シミュレータが人間の生活を変える～」をテーマに 第1回地球シミュレータセンター・シンポジウム開催 人類と地球の明るい未来を手に入れるために 地球シミュレータが 貢献できることは何か

いま、様々な地球規模の環境変動が、人間の生活に大きな影響を与えている。世界最高速の超高速並列計算機システム「地球シミュレータ」は、これらの変動現象の仕組みを高精度シミュレーションによって解明し、人類が地球とどのような関係を構築していけばよいのかを知るための大きな役割を担っている。この「地球シミュレータ」で現在どのような研究が行われ、どのように人類と地球の共生に貢献できるのか、こうした事柄について多くの人々に理解してもらおうと、9月28日、神奈川・パシフィコ横浜において、第1回地球シミュレータセンター・シンポジウムが開催された。

第1回地球シミュレータセンター・シンポジウムは、雨のなか、世界最速のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」や地球環境問題に関心を持つ、約350名の熱心な参加者を集めて開催された。

はじめに、海洋科学技術センター・平野拓也理事長が、開会あいさつのなかで「地球シミュレータ」開発の経緯、及び海洋科学技術センターとの関わりについて紹介。さらに、文部科学省・白川哲久研究開発局長の来賓あいさつに続いて、地球シミュレータセンター・佐藤哲也センター長が、「地球シミュレータ」の性能やその運用を行う地球シミュレータセンターの役割とセンター内で進められている研究の現状について解説した。このなかで、佐藤センター長は、世界最速の性能を達成した「地球シミュレータ」が、これまでの約1,000倍という高精度シミュレーション研究を実現させたこと、さらに、「地球シミュレータ」が地球規模の様々な環境変動をはじめ地球システムの仕組みを解明し、地球環境が今後どのように変化していくかを正確に予測することが可能になったことなどを紹介。そして、「地球シミュレータ」が、よりグローバルか

つ長期的な視点を提供することによって、人間の生活や行動を大きく変えていくであろうと語った。

招待講演では、女優、エッセイストとして活躍する一方で、1998年に自然とともに暮らす生活を求めて栃木・那須高原に住まいを移した高木美保さんが、自然と人間との絆について、これまでの自らの半生を振り返りながら語った。「人生に疲れ、生きる希望を失ったときに、もう一度生きる力を与えてくれたのが自然だった」と話した高木さんは、最後に『沈黙の春』の著者として知られるレイチェル・カーソンの『センス・オブ・ワンダー』を紹介し、自然の素晴らしさを感じる感性の大切さを訴えた。

続いて、『21世紀の生活』などの著書があり、自らのライフテーマとして地球環境問題に取り組む目白大学教授、クリエイティブディレクターの佐野寛さんは、人類が築いた今日の「大量生産・大量廃棄文明」に基づく社会が、「精妙にデザインされた美しい地球」をおかしくしている実状を述べ、循環を大切に「適量生産・適量消費文明」へと生き方や考え方を方向転換する必要性について語った。



招待講演の後、地球フロンティア研究システム・山形俊男気候変動予測領域長、海洋科学技術センター・平野彦彦地球ドリリング計画推進本部長（現：地球深部探査センター長）の講演が行われた。山形領域長は、アジアの気候変動について語るとともに、気候変動予測研究の歴史を追いながら、「地球シミュレータ」による超高解像度シミュレーションが気候変動予測研究に果たす重要な役割について述べた。また、平推進本部長は、固体地球から地球表層にいたる地球システムの変動を解明し、新たな地

球生命科学を創成していくために、「地球シミュレータ」の活用が重要であることを語った。

最後に、閉会のあいさつに立った佐藤センター長は、「『地球シミュレータ』は、40数億年に及ぶ地球の歴史を理解し、未来の変動を明らかにしていくことによって、客観的かつ科学的視点から、人類と地球との関係を考えるためのものであり、地球環境やあらゆる科学分野への貢献を通して、人類の未来を明るく照らし出していく灯火である」とまとめた。



「地球シミュレータ」について説明する佐藤センター長

Our Ships

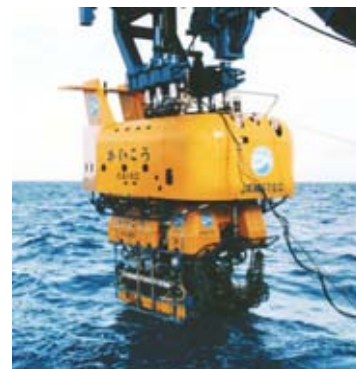
船長によるJAMSTEC船の紹介



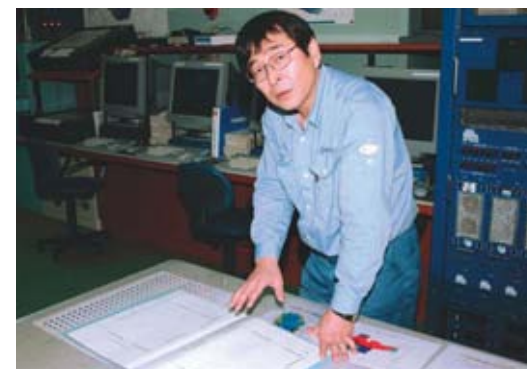
取材協力
平田和好 運航長
日本海洋事業株式会社所属

1995年3月24日、10,000m級無人探査機「かいこう」は、総合海上試験の一環として、世界で最も深い場所、マリアナ海溝チャレンジャー海淵で潜航を行った。そして、見事に世界最深部の海底、水深10,911.4mに到達した。1960年にアメリカの有人潜水船「トリエステ」がチャレンジャー海淵の海底に到達して以来の快挙であった。

現在、「かいこう」は、世界最深部まで調査できる世界で唯一の無人探査機だ。通常、ケーブルによって母船と結ばれた無人探査機で10,000mを超える大深度の調査潜航を行おうとする場合、ケーブル自体の重さや水の抵抗を受けてしまい、探査機を自由に動かすことが難しい。そのため「かいこう」では、支援母船とピークル(探査機)との間にランチャー(発射台)を組み込むというランチャー方式が採用されている。支援母船と一次ケーブル(長さ12,000m)で結ばれたランチャーの水中重量は約3トン。これが安定したプラットフォームの役割を果たす。ランチャーとピークルは合体したまま潜航し、調査地点の近くに達したところで、ランチャーと二次ケーブル(長さ250m)で結ばれたピークルが切り離される。こうすることによって、大深度でも海底付近を自由に動き回りながら、調査や作業を行うことが可能になった。「かいこう」は、現在、平田和好運航長のもと9名のスタッフによって運航チームが組まれている。



潜航を開始する「かいこう」



海底地形図を確認する平田運航長

「全員がパイロットもオペレーターも整備も、すべてこなせるように務めています」と平田さんはいう。洋上では、早朝5時半の見回りに始まり、6時には操縦盤を立ち上げ、作動確認を行い、遅くとも8時には着水し、潜航が開始される。そして、16時に浮上、揚収を行い、その後は翌日の潜航に向けて準備や整備が行われる。忙しいスケジュールのなかで効率よく仕事を進めていくためには、運航チーム全員がすべての作業に精通していることが求められる。

「潜航中もとても気を使います。無人探査機ですから、海底地形図を見て、頭のなかで海底の様子をイメージしながら動かすわけです。ランチャーにもソーナーが装備されていますが、たとえば目の前に高い壁が続いている場合など、実際にどこに岩の出っ張りがあるかまで細かくはわかりません。つねに不安があります。とにかく安全を第一にやっています」とみんなに話しています。あと、恐いのは電気系統のトラブルです。コネクターなどに水が数滴入っただけで大きな故

障につながることもありますから。それでも、技術改良が進み、現在では電気系統のトラブルはほとんどありません」

トラブルを未然に防ぐため、そしてチーム全員の力を有効に活かすため、平田さんは「ささいなことでも、とにかく連絡し合うこと」を徹底しているそうだ。

「かいこう」は1分間に約75mの速さで、下降・上昇を行う。したがって、水深10,000mで調査を行おうとする場合、下降・上昇に約5時間かかり、調査そのものに使える時間は3時間弱しかない。そこで、調査時間をより長くするために、新たなチャレンジとしてテストを続けているのが「吊り下げ越夜」だ。夜の間にランチャーを海底から1,000mの場所に吊り下げたままにしておき、翌日はそこから下降して調査を行う。こうすることによって、短縮された時間を調査に回そうというわけだ。テストを重ねた結果、安全上問題ないことが確認され、「吊り下げ越夜」は実現へ向けて動き出そうとしている。「最終的には「連続越夜」をめざしたいと考えてい

ます。こうしたことは、有人潜水船ではバッテリーの関係でとても無理です。ケーブルで結ばれた無人探査機だからこそできるわけです。無人探査機の特徴を活かすならば、浅い、深いに関係なく、24時間いつでも潜れる体制を確立していくことも重要なことといえるでしょう。有人潜水船にできないことができる、無理がきく。無人探査機とは、本来そういうものだと思います」

平田さんは、運航長に就任したとき、仕事に対する自分の夢を箇条書きにして上司に提出したという。こんな装置を付けてほしい、こういう体制をつくりたい、やり方を変えればこんなことができるのではないかと……。『吊り下げ越夜』も、その夢のひとつだった。それがいま、ようやく実現しようとしている。

「仕事のなかに、おもしろさを見つけていきたい。責務をこなすだけでなく、自分にとってもっと楽しく、やりがいのある仕事にしていきたいんです」と平田さんはいう。「かいこう」の新たなチャレンジは、まだまだ続きそうだ。

世界で最も深くまで潜航できる無人探査機 1万m級無人探査機「かいこう」

有人潜水調査船「しんかい6500」に万一の事態がおきたときの備えとして、また、「しんかい6500」の事前調査や、さらに深いところで調査を行うために開発・建造されたのが、10,000m級無人探査機「かいこう」だ。最大潜航深度11,000mを実現し、地球上の全海洋底の調査を可能にした「かいこう」の完成によって、それまで調査の手が届かなかった海溝域における地球科学研究や深海生物・微生物研究は、飛躍的な進展を遂げることとなった。



母船「かいけい」船内の「かいこう」操縦盤



10,000m級無人探査機「かいこう」

1995年に完成披露。深海調査研究船「かいけい」を母船として運用されている。

◇ランチャー

- 全長: 5.2m
- 高さ: 3.2m
- 最大潜航深度: 11,000m
- 曳航速度: 1.5ノット以下
- 観測装置等: CTD(1台)、サイドスキャンソナー(1組)、サブボトムプロファイラ(1台)、統合監視用白黒TVカメラ(1台)、二次ケーブル監視用白黒TVカメラ(1台)

◇ピークル

- 全長: 3.1m
- 高さ: 2.3m
- 最大潜航深度: 11,000m
- ペイロード: 150kg(空中重量)
- 水中速度: 2.0ノット(前進)、約1.0ノット(後進)、約1.0ノット(上昇・下降)
- 観測装置等: 放送局級カラーTVカメラ(1台)、CCDカラーカメラ(3台)、後方白黒TVカメラ(1台)、35mmスチールカメラ(1台)、照明灯、航海装置等
- 作業機器: マニピュレータ(7自由度、2基)
- ケーブル: 直径45mm×12,000m(一次ケーブル)、直径29.5mm×250m(二次ケーブル)

Face

Staffの横顔

ひとりでも多くの人々に
海と海洋科学技術の
素晴らしさを伝えたい見学コーディネーターとして、海洋科学技術センター横須賀本部
の見学者にその活動や研究成果をわかりやすく紹介するでぐち さちこ いしだ ゆきこ
出口 幸子 さん・石田 往子 さん
総務部 普及・広報課

小学生から大学生、生涯学習のグループ、企業関係者など、様々な人々がセンターの見学に訪れる。昨年度は、その数およそ3,000人(横須賀本部のみ)。ここ数年は、毎年500~1,000人ずつ増加している。また、今年の秋から、個人でも参加できる「見学ツアー」が毎月1回(第3金曜日、祝日の場合は第2金曜日、事前の申し込みが必要)実施されており、今年度の見学者数は3,000名を上回る見込みだ。センターでは、見学者対応をスムーズに行うため、また、見学に訪れた人々にその活動や施設、研究成果などについてわかりやすく紹介するために、4年ほど前から見学コーディネーターを設置している。出口さん(写真・左)、石田さん(写真・右)は、その中心的存在。今回は、見学者の案内役を務める見学コーディネーターの仕事について話を聞いた。

出口さんと石田さんは、取材の日も朝から2グループの見学者対応に奔走していた。見学は2時間が基本だが、希望によって1時間で終わらせたり、もっと長くなる場合もある。はじめにセンターの概要を説明し、その活動を紹介したビデオを上映する。そして、横須賀本部内にある高圧水槽や潜水シミュレータなどの研究施設、船舶や潜水調査船、無人探査機を見て回り、さらに海洋観測ブイや深海生物などを紹介する展示室を見学する。これが通常の流れだ。有人潜水調査船「しんかい6500」や支援母船などの船舶は人気が高い。また、展示室には生きたサツマハオリムシやユノハナガニが展示されているが、こうした深海生物には誰もが関心を示す。

見学を終えてバスに乗り込む約60名の小学生を見送り、戻ってきたふたりの声はややかすっていた。

「子どもたちは元気がありますし、賑やかですから、ついこちらの声も大きくなってしまって、ちょっと喉が痛いです(笑)。1日に3件まで案内をしたことがありますが、やっぱり、2件が限界ですね」と石田さん。

最近、社会見学としてセンターにやってくる小学生が増えているという。「小学生の子どもたちは、仕事をしていて楽しいのですが、いちばん難しいんです。センターで行っている専門的な活動や研究を、わかりやすく説明するというのはなかなかたいへんです。どうやって説明したら理解してもらえるか、少しずつですが、最近やっとわかってきました」と見学コーディネーターとして3年半の経験を持つ出口さんはいふ。

見学コーディネーターの仕事は、単に施設内を案内するだけではない。まずは、訪れる人々の年齢や興味のある分野に応じてコースを設定したり、見学内容を選択することから始まる。また、やって来た人々が、どのレベルまで解説を求めているかを判断し、臨機応変に説明の内容を変えていくことも必要だ。

「見学者の方々がいろいろと質問して

くだされば、何に関心があるのか、どのくらいの内容で説明すればよいかの判断がつきます。逆に、こちらの説明に頷くばかりで、何も反応がないというのがいっちゃん困ってしまう」と出口さんは話す。

「でも、この分野に詳しい見学者から、専門的な質問がたくさん出てくるのも……」と苦笑いするのは、昨年からこの仕事に就いた石田さん。

「前もって専門的な説明を求められた場合には、技術者や研究者の方々に解説してもらったこともあります。でも、そうでないときは、こちらで対応しなければなりません。そのため、私たちもつねに最新情報を勉強しないといけない。学生時代より、いまの方がよほど真面目に勉強しています(笑)」

その場で答えられない難しい質問については、あとで研究者に聞いて、質問した見学者に連絡することもあるそうだ。

「幸いなことに、技術者や研究者の方々がみなさん協力してくださり、わからないことはすぐに聞ける環境にあります。これが何よりありがたいです」と出口さんはいふ。

たいへんなのは、勉強だけではない。ふたりが専門的な質問よりもっと苦労したのは、「台風のなかでの見学対応」だったそうだ。横須賀本部は、研究施設などたくさんの建物が、海に面した広い敷地内に点在している。台風などの荒れた天候のなかで各施設を回るのはいへんだが、それでも来ていただける見学者がいる。

「今年の夏もありました。移動の間に傘は壊れるし、みんなびしょ濡れ。それでも熱心に説明を聞いてくださり、質問もたくさん出たのですが、こちらは、カップを用意した

り、見学者の帰りの心配もあって、説明どころではない状況でした(笑)」と石田さんは話す。以前にも風雨が激しいため、参加グループがチャーターしたバスでセンター内を移動したことがあったそうだ。

小学生から大学院生や企業関係者、さらには市民講座などでやって来る一般の人々まで、様々な見学者の幅広い要求に応え、満足してセンターを後にしてもらうのはなかなか難しい。しかし、それだけに「やりがいもある」とふたりはいふ。

「これまで、大勢の人前で話をする機会なんてありませんでしたから、それなりに苦労もありますが、センターの活動を理解していただき、見学された人たちに喜んでいただけること、こちらもすごく嬉しい」と石田さん。

「普及・広報課では様々な活動を行っています。そのなかで、センターに足を運んでくださったみなさんに直接情報を伝えるというのが私たちの仕事です。見学を終えた人たちが、『海の研究って、夢があっていいですね』といってくることがあります。私自身も海のことを勉強することがとても楽しいし、この先もいろいろな発見があるという期待を持っています。短い時間でどれだけ海の魅力や海を研究することのおもしろさを伝えることができるかわかりませんが、見学されたみなさんに、少しでも海への興味や関心を広げるお手伝いができればと思っています」と出口さんは話す。



水圧についての説明を聞く高校生たち。

海のなかは音の世界 Ⅲ

海底搜索の切り札

サイドスキャン ソナーの話

これまで2回にわたって、海中の音波についての基礎知識を紹介してきましたが、今回からは、いよいよソナーについてお話しします。まずは海底探査などで活躍する「サイドスキャンソナー」についてです。

音響ビームを横に向けて
高性能を実現させた

サイドスキャンソナーは、広い海洋で特定の対象物を見つけるために使われています(写真1)。たとえば、飛行機が墜落して水中に沈んだりしたときには、最初に捜索チームが墜落現場でこのソナーを使い、その位置を正確に求めます。また、海底画像の作成も容易にできるため、地球物理の研究者をはじめ、考古学者が興味を持つ難破船や文化遺跡の探索にも役立ちます。最近では、比較的価格が安い製品も売られるようになったので、一攫千金を夢見る海洋トレジャーハンターたちの必須アイテムにもなっています。

従来のソナーは、海の深さを測ったり魚の群を見つけたりするもので、船の真下の情報しかとらえられませんでした。サイドスキャンソナーは、そんなソナーの考え方を根本から変えてしました。現在使われている高い周波数帯のサイドスキャンソナーの基になった実験は、1963年に米国EG&G社のH. エジャートン博士が最初に行ったといわれています。博士は、海底の泥に埋もれた「ビンヤード」という難破船を発見するために、新たに設計した「サブボトムプロファイラー」(海底下地層記録装置)のトランスデューサの音響ビームを探索船の下の方ではな

く横の方向に向けられるようにしました。実際に、見事に「ビンヤード」を発見したのですが、実はこの音響ビームを横に向けたことが「コロンブスの卵」的な発想であり、サイドスキャン(横方向走査)の名前の由来にもなっています。

図1のように、トランスデューサアレー(注1)を曳航体にのせて海上の船からワイヤーで吊し、横方向に音波ビーム(ファンビーム)ができるように、海中をできるだけ一定方向に一定の水深で曳航します。曳航中は、トランスデューサから規則正しい間隔で音響パルスが発信され、海底の凹凸にぶつかって戻ってくる受信信号の時間遅れから距離を計算し、

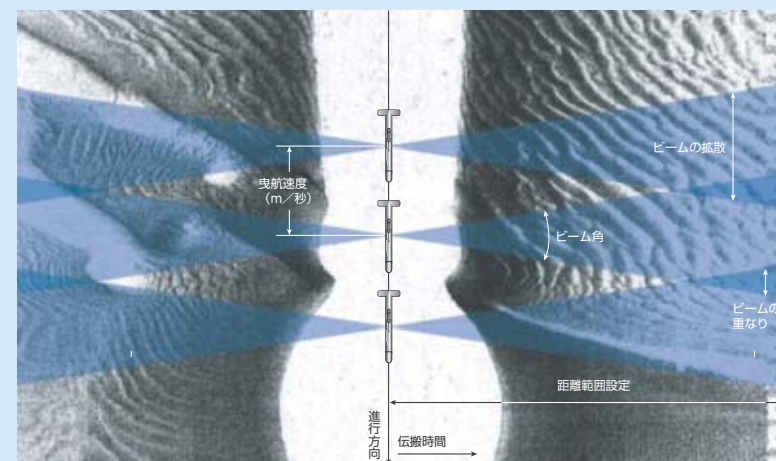


図1 サイドスキャンソナーによる海底画像の作成(砂のリップルが連なる海底)

(出典: Sound Underwater Images)

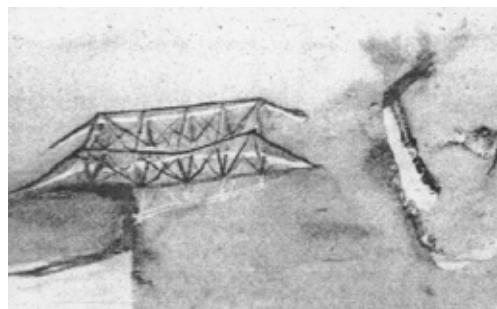


写真1 サイドスキャンソナーで得られた音響画像の例

左の記録では、南米チリの沖合の海底に3隻の難破船が横たわっている様子が示されている。右上の記録は、米国ニューヨーク州地方で人が居住している水浸しになった谷の構脚橋、道路、川底を示している。

(出典: Sound Underwater Images)

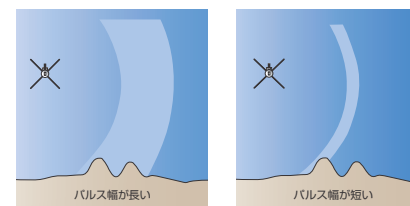


図2 パルス幅による解像度の違い

(出典: Sound Underwater Images)

信号の強さを記録します。この反射信号の受信は、次のパルスが送信されるまで続けられ、次のパルスが送信されると、またこのサイクルが始まります。1回の

パルスによって海底から戻ってくる反射信号は、1本の線として記録器に表示され、この線の暗い部分と明るい部分が、時間に対応した反響の強弱を表します。

何百本もの線できているテレビ画面と同様に、1本の線だけを見たのでは意味のある情報は得られませんが、このプロセスを毎分数十回も繰り返すと、次第にディスプレイに並

んでくる線は面となって、意味のある画像を形成することになります。このように作られる画像をソノグラム(音響画像)といいます。図1から分かるように、音響ビームを狭くするほど進行方向の細かいところまで区別できるようになります。また、図2のように音波のパルス幅(送信時間)を短くする(送信時間毎秒0.1ミリではパルス幅15cm)と横方向の細かいところまでわかるようになります。図3のように、海底の突起物にパルスが当たるとその後方には音波が到達しないため、音波の影(シャドウゾーン)

ができ、この影の長さから、突起物の高さや大きさを推測することができます。理論的(スネルの法則)には、平らな鏡面に斜めに当たった波のエネルギーの大半は、反対側に行ってしまうため受信できませんが、現実の海底は鏡のようなものではなく、泥や砂の粒で構成されており、細かな凸凹があります。したがって、それらに当たった音波は、相当弱くはなるものの必ず戻ってくるため受信できるのです。しかし、図1のように、中心付近は送信パルスが真上付近から当たるため、信号は強いのですが、音波の影ができにくく空白になってしまいます。

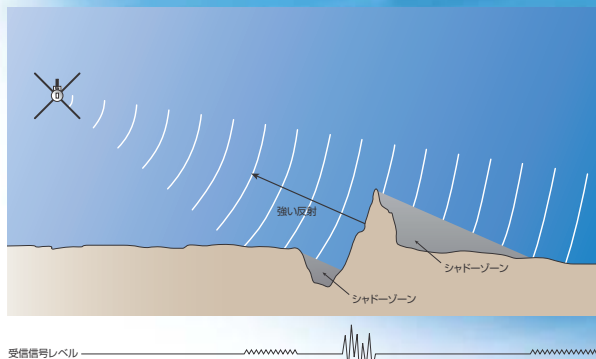


図3 受信信号とシャドーゾーン

海洋科学技術センターでも活躍する サイドスキャンソーナー

さて、ソーナーで探知できる距離は、使う周波数によってほぼ決まっています。高い周波数の音響エネルギーは、海水中を進む間に弱くなってしまいます(注2)。サイドスキャンソーナーの一般的な周波数である100kHzのパルスは、0.5km程度の探索を行うのに適して(対象物は数cm以上)います。



写真2 ディープトウソーナーシステム

しかし、1970年代に製作された英国の「GLORIA」では、減衰の少ない6kHz付近の周波数帯を利用しているため、深海域において最大両側で60km(ただし、対象物は約45m以上)もの調査を行うことができます。米国地質調査所は、これを使って自国の経済水域のほとんどを探索しました。

JAMSTECでも、20年以上前からサイドスキャンソーナーの開発を行ってきました。独自に開発した60kHzの装置は、無人探査機「かいこう」やディープトウシステム(写真2)に搭載されており、沈没船「ナホトカ」や「対馬丸」(図4)の探索、墜落したH-II ロケット8号機の探索に活躍し、大きな成果を挙げました。

実際にサイドスキャンソーナーによって得られた海底画像には、いろいろな歪みや誤差が含まれています。しかし、

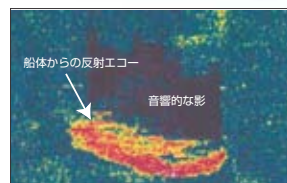


図4(1) サイドスキャンソーナーで得られた「対馬丸」と思われる音響画像



図4(2) 音響的な影の部分抽出し縦横比の補正を行った船影(長さ約140m)

最近のサイドスキャンソーナーシステムでは、パソコンにパッケージ化された高度な画像処理ソフトが付属しており、使い方に慣れさえすれば、比較的簡単にきれいな海底画像をつくるできるようになりました。

■ 注1 トランスデューサーアレー

サイドスキャントランスデューサーの駆動素子は、電界の影響によって拡大または収縮する圧電磁致伸のプレートである。多くのトランスデューサを正しい形に一列に並べ電気接続してアレー(配列)形成すると、薄い扇のようなビーム(ファンビーム)を送・受信することができる。通常、100kHzのような周波数のシステムでは、アレーの長さは1mほどで、ビーム幅はおおむね約1度くらいである。アレーは、背面に音波を反射する空気層や金属板を接着したのち、ウレタンなどでモールドされる。電圧がプレートに加えられると、プレートの形状が変化し、ウレタンの表面に接触した水に圧力波を伝え、それによって音波パルスの発信を開始する。反射された反響が振幅の小さい圧力波の形で海底から戻ってくると、アレーにぶつかり、プレートの形状をわずかに変化させると、電気信号に変換されて受信信号となり、増幅されて記録される。

■ 注2 ソーナーと使用周波数の関係

現在、サイドスキャンソーナーなどのアクティブソーナーで使われる周波数と探知距離の関係は、概略値で以下のよう考えればよい。

周波数	波長	探知距離(概略)
100Hz	15m	1,000km以上
1kHz	1.5m	100km以上
10kHz	15cm	10km
25kHz	6cm	3km
50kHz	3cm	1km
100kHz	1.5cm	600m
500kHz	3mm	150m
1MHz	1.5mm	50m

Blue Earth BERoom



Report

地球情報館 公開セミナーを開催

多くの人たちに海洋・地球科学への理解と関心を深めてもらおうと、海洋科学技術センター・横浜研究所に設置された地球情報館において、研究者や技術者による公開セミナーが開催されている(毎月1回を予定、参加無料)。

11月9日(土)に行われた第1回は、センターで長く深海調査に携わってきた門馬大和研究業務部長が「海底3,000mの探索・深海への挑戦」をテーマに講演を行い、NHK「プロジェクトX」でも取り上げられた、太平洋の海底に沈んだH2

ロケットのエンジン搜索の体験談をはじめ、深海調査船、無人探査機による深海への挑戦の歴史等を紹介した。

● 今後の開催予定等の問い合わせ

TEL: 045-778-3811

(情報業務部 管理課)

Book

『SOUND UNDERWATER IMAGES 日本語版』

ジョン・P・フィッシュ、H・アーノルド・カー著 土屋 利雄 訳
(財)地球科学技術総合推進機構発行 4,762円(本体価格)

「サイドスキャンソーナーデータの作成と解析のためのガイドブック」と副題にあり、本書は水底の広域かつ大規模な画像データを得るために使用される音響画像装置・サイドスキャンソーナーの運用に関する実践的な解説書。ふたりの著者は、ともに長年に渡ってサイドスキャン

ソーナーの開発・運用に携わり、データ分析の豊富な経験を持つ。また、翻訳者・土屋利雄氏も海洋科学技術センターにおいて水中音響機器の開発に従事してきた専門家。ソーナー技術に関心を持つ若い技術者らの入門書としても勧めたい。

● お問い合わせ book@hq.aesto.or.jp



『Blue Earth』定期購読のご案内



発行日にお手元に届く便利な年間定期購読をご利用ください。定期購読を申し込まれる方は、以下の内容をハガキかEメールにてお送りください。購読するためには、定価+送料+振込手数料がかかります。

郵便番号・住所・氏名・機関名・所属(学年)・TEL・FAX・E-mailアドレス・定期購読を希望する刊行物名(海と地球の情報誌「Blue Earth」)

支払方法

・1年間一括(1年分6冊の代金を一括でお振り込みいただけます)
・1誌毎(毎号送付する際に請求書を同封いたします。その都度振込手数料がかかります)

申し込み先

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋科学技術センター 横浜研究所 情報業務部 情報業務課
「Blue Earth」編集室

E-mailによる申し込み先

info@jamstec.go.jp

お問い合わせ

海洋科学技術センター 横浜研究所 情報業務部 情報業務課
TEL: 045-778-5350 FAX: 045-778-5424
E-mail: info@jamstec.go.jp



第4回全国児童「ハガキにかこう海洋の夢絵画コンテスト」の入賞作品を掲載した海洋科学技術センター特製の卓上カレンダー「2003 海洋の夢カレンダー」です。子供たちの豊かな想像力に思わず引き込まれてしまいそうな素晴らしい作品が、毎月のカレンダーに添えられています。この卓上カレンダーを抽選で5名様にプレゼントします。

●お詫びと訂正

「Blue Earth」2002年9・10月号31ページ記事におきまして、(誤) 松野太郎先生 (地球観測フロンティア研究システム長) 表記の誤りがありました。(正) 松野太郎先生 (地球フロンティア研究システム長) お詫び申し上げますとともに、下記のとおり訂正いたします。

編集後記

2002年の最終号をお届けします。海洋科学技術センターでは今年1月に地球深部探査船「ちきゅう」が進水し、3月に地球シミュレータが本格的に稼働を始めました。8月には本誌を発行している横浜研究所の全施設が完成し、9月には創立30周年記念事業として国際海洋研究機関長会議を開催することができました。一方で、行革にともなう当センターの予算、事業規模の見直しから有人潜水調査船「しんか

い2000」の運航を当面休止せざるを得なくなりました。しかしながら深海調査研究の進展のため「しんかい2000」の運航継続を望む声も大きいので、いろいろな方法を講じてまいりたいと考えています。今月号は海洋観測機器を特集しました。エレクトロニクス、情報・通信技術の進歩により海洋の観測を行うための機器の性能はこの四半世紀で飛躍的に発展しました。その結果、海洋・地球システムの機構が次々に明らかになってきました。地球温暖化など、グローバル・チェンジのメカニズム解明のためにさらに海洋観測の技術を高めることが重要であることは当然です。しかしながら、観測の精度が上がるのが直ちに新しい法則の発見につながるわけではないことは、自然科学の歴史、例えばプトレマイオスの天動説に代わって

応募方法
官製ハガキに、1.プレゼント名、2.氏名、3.住所、4.年齢、5.職業(学生の方は学年)、6.電話番号、7.いちばん興味を持った記事、8.「Blue Earth」へのご意見・ご希望、以上を明記の上、下記までご応募ください。応募締め切りは、12月31日(木)当日消印有効です。

応募先
〒236-0001
神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋科学技術センター 横浜研究所
情報業務部 情報業務課
「Blue Earth」編集室プレゼント係

第60号 当選者発表

第60号「高圧力をかけたカップ麺容器」当選者
北海道豊浦町 石川 宏美 様
熊本県山鹿市 田中 久美子 様
ほか8名様の方が当選いたしました。

コペルニクスの地動説が受け入れられるようになった過程をみれば明らかです。天体観測を精密化、詳細化するほど天動説がますます堅固補強された時代がありました。客観的な観測結果だけから地動説が「科学的」に導出されたわけではありません。人間が自然を観る概念の枠組みの変化が大きな役割を果たしたとされています。21世紀に入った今、地球科学の研究には、まさにこの変化の意識が最も重要となります。従来、自然科学は数多くの観察結果をもとにした帰納法的手法で発展してきました。しかしながら今後のサイエンスの発展は、仮説形成(アブダクション)にあると言われてしています。このための科学のパラダイムを革新するうえで、「地球シミュレータ」が重要な役割を担うことになるでしょう。(M.K)

賛助会(寄付) 会員名簿

海洋科学技術センターの研究開発につきましては、次の賛助会員の皆さまから会費、寄付をいただき、支援していただいております。(アイウエオ順) 平成14年11月現在

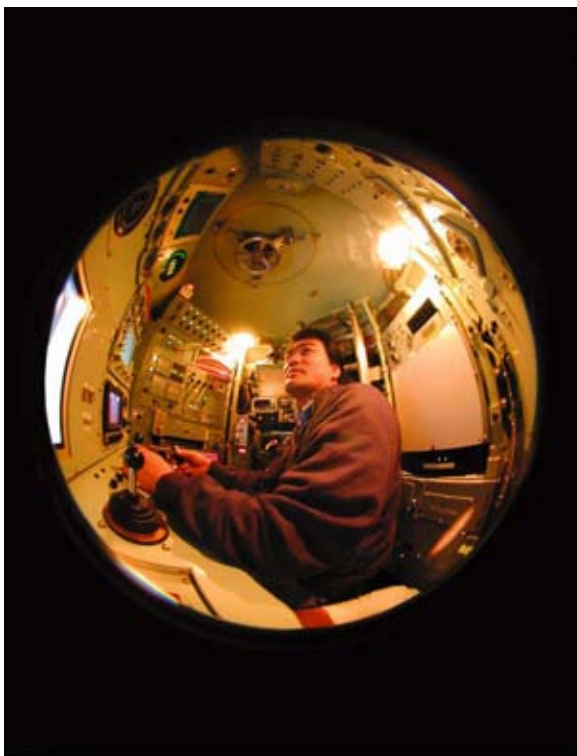
株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド あいおい損害保険株式会社 アイワ印刷株式会社 株式会社アクト 株式会社アサソーディ・ケイ 株式会社浅沼組 アジア海洋株式会社 株式会社アルファ水工コンサルタンツ 石川島播磨重工業株式会社 泉産業株式会社 株式会社伊藤高屋瓦斯容器製造所 栄光電設株式会社 株式会社エス・イー・エイ 株式会社NTTデータ 株式会社エヌ・ティ・ティ・ファシリティーズ 株式会社エム・エス・エス雪氷研究所 株式会社OCC オートマックス株式会社 沖電気工業株式会社 株式会社化学分析コンサルタンツ 鹿島建設株式会社 神奈川合同企業株式会社 カヤバ工業株式会社 川崎重工業株式会社 川崎設備工業株式会社 川本工業株式会社 株式会社関西総合環境センター 株式会社関電工 株式会社キュービック・アイ 共栄冷機工業株式会社 共立管財株式会社 株式会社きんでん 株式会社熊谷組 株式会社グローバル・オーシャン・ディベロップメント 京浜急行電鉄株式会社 ケー・エンジニアリング株式会社 KDDI株式会社 神戸ペイント株式会社 国際気象海洋株式会社 国際石油開発株式会社 国際ビルサービス株式会社 国光施設工業株式会社 五洋建設株式会社 コンパックコンピュータ株式会社 佐藤工業株式会社 三機工業株式会社 三建設工業株式会社 株式会社三晃空調 三幸建設工業株式会社 三洋テクノマリン株式会社 サンライズ・エンジニアリング株式会社 財団法人塩事業センター 有限会社システム技研 シナネン株式会社 シバタ工業株式会社 清水建設株式会社 株式会社船橋三井 株式会社湘南 昭和高分子株式会社 昭和ベトロリウム株式会社 株式会社白石 社団法人信託協会	新日本海事株式会社 新日本製鐵株式会社 新菱冷熱工業株式会社 須賀工業株式会社 鈴鹿建設株式会社 スプリングエイトサービス株式会社 住友金属鉱山株式会社 住友重機械工業株式会社 住友電気工業株式会社 清進電設株式会社 西武造園株式会社 セナー株式会社 セントラル・コンピュータ・サービス株式会社 株式会社総合企画アンド建築設計 株式会社損害保険ジャパン 第一設備工業株式会社 第一電子工業株式会社 株式会社大氣社 大成建設株式会社 大成設備株式会社 大成電機株式会社 大日本土木株式会社 ダイハツディーゼル株式会社 有限会社田浦中央食品 高砂塾学工業株式会社 株式会社竹中工務店 株式会社竹中土木 株式会社地球科学総合研究所 中国塗料株式会社 株式会社鶴見精機 株式会社デザック 寺崎電気産業株式会社 電気事業連合会 東亜建設工業株式会社 東京海上火災保険株式会社 東京製綱繊維ロープ株式会社 東京美化株式会社 東光電気工事株式会社 東北ニュークリア株式会社 東洋建設株式会社 東洋通信機株式会社 株式会社東陽テクニカ 東洋熱工業株式会社 同和工務株式会社 戸田建設株式会社 凸版印刷株式会社 飛鳥建設株式会社 株式会社中村鉄工所 有限会社長澤工務店 奈良建設株式会社 西芝電機株式会社 西松建設株式会社 日動火災海上保険株式会社 日南石油株式会社 日油技研工業株式会社 日鉱金属株式会社 株式会社日産セキュリティ・サービス 日新火災海上保険株式会社 ニッセイ・エンジニアリング株式会社 ニッセイ同和損害保険株式会社 日本海洋株式会社 株式会社日本海洋科学	日本海洋掘削株式会社 日本海洋事業株式会社 社団法人日本ガス協会 株式会社日本環境調査研究所 日本興亜損害保険株式会社 日本鋼管株式会社 日本サルヴェージ株式会社 社団法人日本産業機械工業会 日本酸素株式会社 日本水産株式会社 日本電気株式会社 日本電子計算機株式会社 日本電池株式会社 日本飛行機株式会社 日本無線株式会社 日本郵船株式会社 株式会社間組 株式会社ハナサン 演中製鎖工業株式会社 東日本タグボート株式会社 氷川商事株式会社 株式会社日立製作所 日立造船株式会社 日立電線株式会社 日立プラント建設株式会社 日比谷総合設備株式会社 深田サルベージ建設株式会社 株式会社フジクラ 藤沢薬品工業株式会社 株式会社フジタ 富士通株式会社 富士電機株式会社 不動産建設株式会社 古河総合設備株式会社 古河電気工業株式会社 古野電気株式会社 株式会社松田平田設計 松本徹章株式会社 株式会社マリノ・ワーク・ジャパン 株式会社丸川建築設計事務所 株式会社マルタン 株式会社みずび銀行 三井住友海上火災保険株式会社 三井建設株式会社 株式会社三井住友銀行 三井造船株式会社 三菱重工業株式会社 株式会社三菱総合研究所 株式会社明電舎 株式会社森京介建築事務所 有限会社やすだ 山岸建設株式会社 株式会社ユアサコーポレーション 株式会社ユアテック 郵船ナブテック株式会社 ユニバーサル造船株式会社 横浜ゴム株式会社 株式会社リプロ 株式会社緑屋社 ワールドウェイ株式会社 若葉建設株式会社
---	---	--

Blue Earth 第14巻第5号(通巻第62号)2002年12月 発行
編集人 海洋科学技術センター 横浜研究所情報業務部 情報業務課 若木主門
発行人 海洋科学技術センター 横浜研究所情報業務部 加藤美志郎
本部……………〒237-0061 神奈川県横浜須賀町2番地15 TEL.0468-66-3811(代表)
横浜研究所……………〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25 TEL.045-778-3811(代表)
むつ研究所……………〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根690番地 TEL.0175-25-3811(代表)
国際海洋環境情報センター……………〒905-2172 沖縄県名護市豊原224番地3 TEL.0980-50-0111(代表)
Washington Office……………1132 21st Street, NW, Suite 400, Washington, DC 20036 USA TEL.+1-202-872-0000(代表) FAX.+1-202-872-8300
Seattle Office……………810 Third Avenue, Suite 632, Seattle, WA 98104, USA TEL.+1-206-957-0543(代表) FAX.+1-206-957-0546
東京連絡所……………〒105-0003 東京都港区西新橋1-2-9 日比谷セントラルビル10階 TEL.03-5157-3900(代表)
ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/> Eメールアドレス info@jamstec.go.jp
制作 横浜研究所情報業務部 情報業務課

※本書掲載の文章・写真・イラストを無断で転載、複製することを禁じます

【表紙解説】

有人潜水調査船「しんかい2000」 Shinkai 2000

撮影：海洋生態・環境研究部
藤原義弘研究員

1981年に完成した日本初の本格的な有人潜水調査船「しんかい2000」は、支援母船「なつしま」とともにおよそ20年にわたって調査潜航を行い、今年11月には1,411回目の潜航を果たした。1983年、「しんかい2000」の初潜航は、日本海に面した富山湾の水産生物調査だった。以来、相模湾、駿河湾をはじめ日本近海の様々な海域で調査潜航が実施された。そして、沖縄海域で日本で初めて熱水噴出孔を発見したのをはじめ、ハオリムシやシロウリガイ等のコロニーの発見、小笠原・明神海山海域における海底金鉱の発見、北海道南西沖地震による変動現象の観察など、深海研究における多大な学術的貢献をなし遂げてきた。

また、「しんかい2000」の開発・建造・運用によって得られた様々な経験と成果は、その後の「しんかい1600」の建造や、音響機器をはじめ多くの海洋技術・深海調査機器の開発にも大いに役立った。「しんかい2000」は、まさに日本の深海研究のパイオニアといえよう。

表紙及び上の写真は、潜航中に「しんかい2000」の耐压殻内で藤原研究員が広角レンズを用いて撮影したもの。

海洋科学技術センター
Japan Marine Science and Technology Center

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>

定価300円（税込）