

Blue Earth

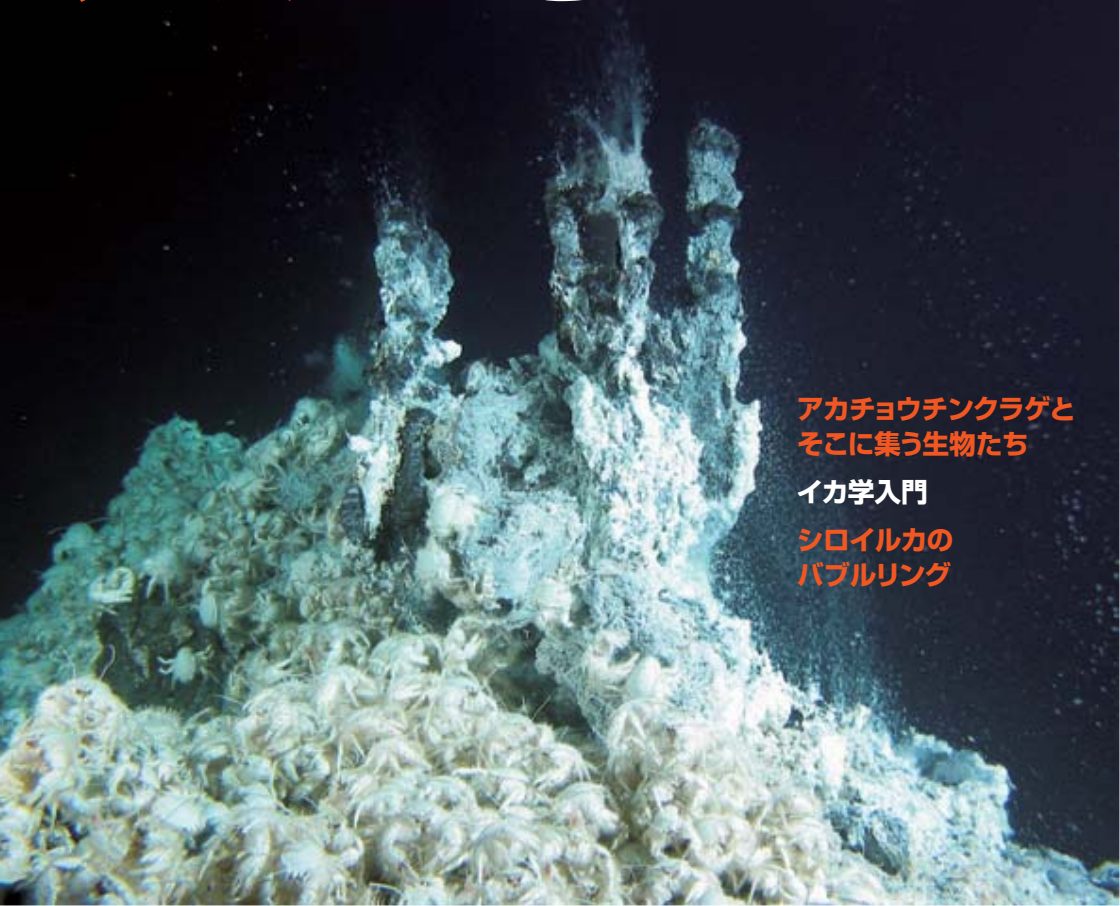
海と地球の情報誌

ISSN 1346-0811
2008年12月発行
隔月年6回発行
第20巻 第6号
(通巻98号)

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2008 11-12

深海に隠れた チャンスをつかめ!



アカチョウチンクラゲと
そこに集う生物たち

イカ学入門

シロイルカの
バブルリング

1 **Close Up**

アカチョウチンクラゲと、そこに集う生物たち
海洋酸性化による「負の連鎖」に警鐘

2 **特集**

深海に隠れたチャンスをつかめ！
深海を探索する技術

18 **Aquarium Gallery**

島根県立しまね海洋館アクアス
“幸せのパブルリング”をつくる——シロイルカ

20 **私が海を目指す理由**

現場で取ったデータは真実を語る
内田 裕 地球環境観測研究センター 海洋大気環境観測プログラム 技術研究主任

24 **Marine Science Seminar**

イカ学入門 魚に似すぎた軟体動物
奥谷 高司 極限環境生物圏研究センター 海洋生態・環境研究プログラム 特任上席研究員

28 **新日本八景 第7景**

相模湾八景 其の七 海面変動と地殻変動
藤岡 換太郎 海洋地球情報部 特任上席研究員

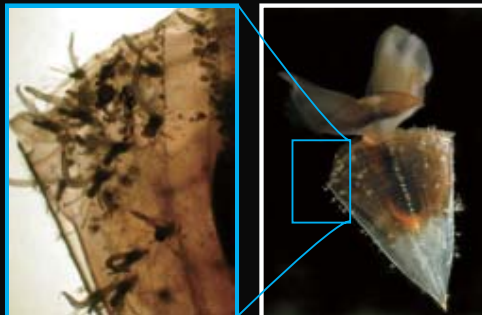
30 **BE News**

速報 相模湾広域航海を実施
国際惑星地球年とジオパーク
大船渡と三浦半島をジオパークに

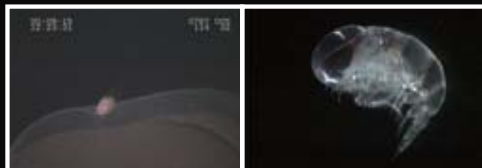
32 **BE Room**

編集後記
「Blue Earth」定期購読のご案内
JAMSTEC メールマガジンのご案内

Close Up



翼足類の殻に付着したアカチョウチンクラゲのポリブ
翼足類は貝の仲間、表層を浮遊している。卵から生まれたアカチョウチンクラゲの幼生（プラヌラ）は翼足類の殻に付着し、イソギンチャクのようなポリブという形態に成長する。ポリブから親のクラゲが生まれる



アカチョウチンクラゲの傘に付着したヨコエビ類。右はヨコエビ類のクローズアップ（アカチョウチンクラゲから採取されたヨコエビとは別のもの）



アカチョウチンクラゲと、そこに集う生物たち 海洋酸性化による「負の連鎖」に警鐘



アカチョウチンクラゲ
学名は *Pandea rubra*。ヒドロクラゲ類。
傘の直径は約10cm、高さは約17cm。
14～30本の触手があり、伸ばすと1mにもなる。全世界の水深450～900mの
中層に生息する



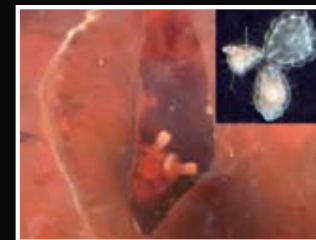
アカチョウチンクラゲの
傘に付着したウミグモ類

アカチョウチンクラゲ——そんな名前を持つクラゲがいる。透明な傘の内側が赤く、それを伸び縮みさせて泳ぐ姿から、海洋研究開発機構（JAMSTEC）のドゥーグル・リンズィー技術研究主任が名付けた。1913年にベーリング海で初めて発見されて以来、世界各地で捕獲例はあるものの、その生息分布や生態については謎に包まれていた。

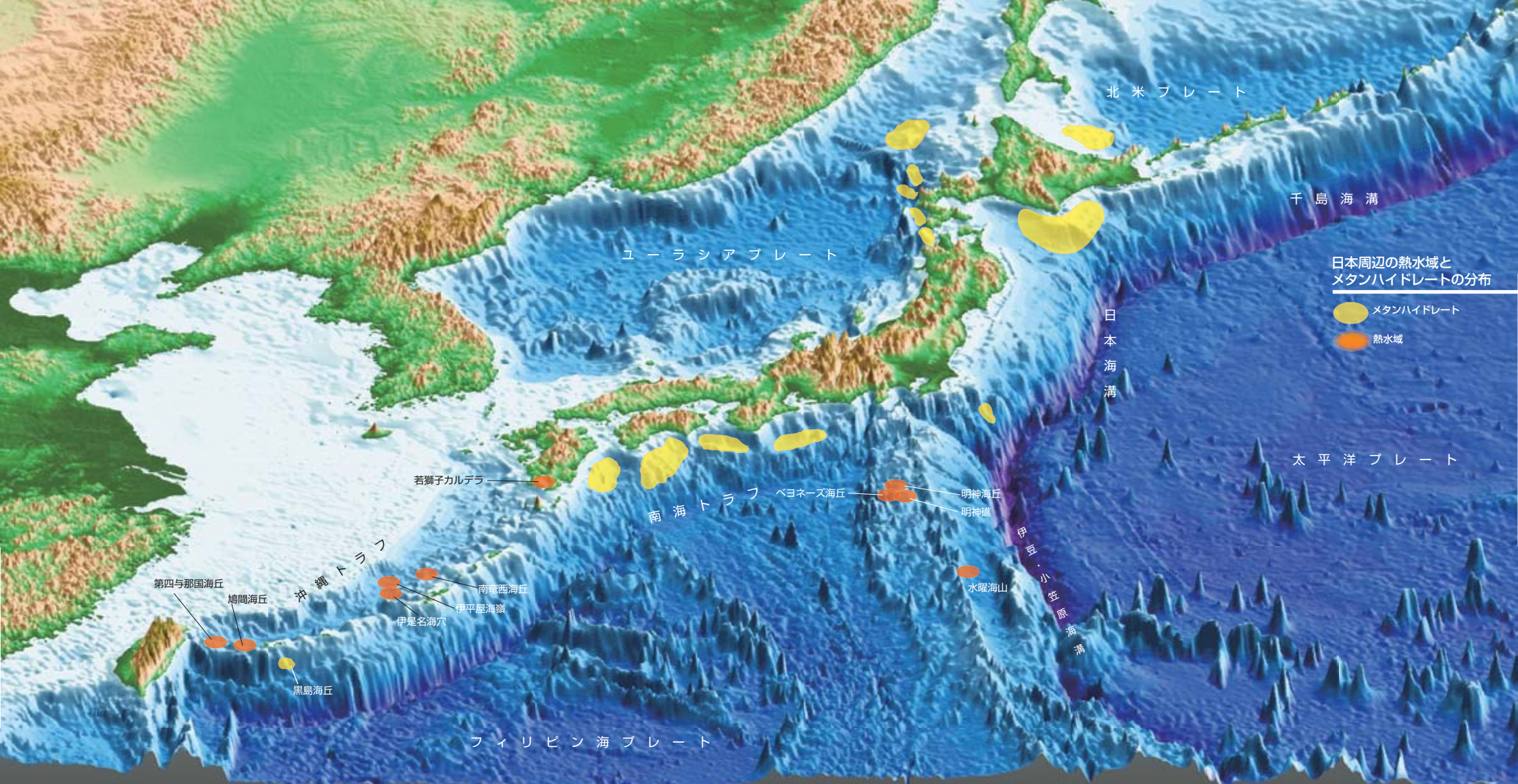
リンズィー技術研究主任らは、日本海溝や相模湾、琉球諸島沖で、無人探査機「ハイパードルフィン」、有人潜水調査船「しんかい6500」、ビジュアルプランクトンレコーダーなどによって撮影された200時間近いビデオの分析、採取された標本の観察を行った。その結果、60匹のアカチョウチンクラゲを確認。これまで生息数は少ないと考えられていたが、日本海溝周辺の水深500m以深に多く生息していることも分かった。

アカチョウチンクラゲの体にはウミグモが付着していることが、これまでも知られていた。今回、ヨコエビや、ほかのクラゲの幼生など、実にさまざまな生物がアカチョウチンクラゲをすみかとして利用していることが分かった。この仕事には、リンズィー技術研究主任の強い要望からPICASSOプロジェクトのなかで開発された、ビジュアルプランクトンレコーダーも活躍。この水中顕微鏡を使うと、微小な生物や透明なプランクトンを、現場で鮮明に撮影できる。

今回の成果は、地球温暖化ともかかわっている。大気中の二酸化炭素（CO₂）が増加すると、海水に溶け込むCO₂の量が増加し、海洋が酸性化する。すると、骨格や殻をつくる炭酸カルシウムが溶け出し、サンゴや貝類が死滅するといわれている。アカチョウチンクラゲの幼生は、表層を浮遊する翼足類という貝類の表面に付着して成長する。翼足類も炭酸カルシウムの殻を持つことから、海洋の酸性化によって生存が危ぶまれている。翼足類がいなくなれば、アカチョウチンクラゲが育つ場がなくなり、死滅する。すると、アカチョウチンクラゲを利用していたほかの生物にも影響があるだろう。大気中のCO₂の増加が海洋生物に及ぼす影響は、これまで考えられているより大きく、「負の連鎖」によって表層から深海へと素早く広がっていく。リンズィー技術研究主任は、CO₂の増加が海洋生物に及ぼす影響を正しく予測する上でも、現場での調査が不可欠だと訴えている。（取材協力：極限環境生物圏研究センター 海洋生態・環境研究プログラム ドゥーグル・リンズィー 技術研究主任）



アカチョウチンクラゲの傘の内部に付着して成熟するヤドリクラゲ科の一種



深海に隠れた **チャンス**をつかめ!

深海を探査する技術

資源問題への関心の高まりから、深海底に隠されたさまざまな資源が大いに注目されている。ただしそれを利用できるかどうかは、いかに低コストで効率よく海底下を探査・掘削できるかにかかっている。海洋研究開発機構（JAMSTEC）では、35年以上にわたり深海探査に関する技術とノウハウを培ってきた。資源探査にも活用される深海探査は、どのように行われるのか。そして深海に隠れたチャンスをつかむには、いま何をすべきなのか。

深海に隠れた大きな可能性とは

執筆：藤岡換太郎 特任上席研究員
海洋地球情報部

深海に隠されたチャンス——海底の資源には、石油や鉱物、水産、生物、エネルギー源などさまざまな種類がある。ここでは熱水鉱床、メタンハイドレート、そして微生物資源について見ていこう。

熱水鉱床

1977～79年、ガラパゴス諸島沖や東太平洋の深海で発見された、海底から熱水を噴出する熱水域は、地球科学や生命科学に大きなインパクトを与えた。熱水域は科学的に重要であるとともに、資源の面から見ても極めて注目すべき場所だ。熱水域では、海底の割れ目から海水が地下深くまで染み込み、それがマグマの熱で暖められながら周辺の岩石と反応し、海水の成分、特にマグネシウムや硫酸が取り除かれ、代わって銅、鉛、亜鉛などの金属が硫化物として濃集した「熱水」がつくられる。これが400℃もの温度で海底の表面に噴出すると、海水で急冷されて凝固した硫化物の黒い粒子を含むブラックスモーカーとなる。

熱水に含まれていた金属の硫化物は、チムニーと呼ばれる煙突状の構築物を形成する。大きいものは高さ数十mにもなる。またそれらが積もってマウンドと呼ばれる地形が形成されている場所もある。直径250m、高さ70mという東京ドームの大きさに匹敵するマウンドも発見されている。これらのマウンドは大部分が金属の硫化物でできており、金属鉱床そのものだ。

日本列島の熱水域は、現在までに15ヵ所ほど見つっている。それらは伊豆・小笠原と沖縄の海域に限られている。伊豆・小笠原ではベヨネズ海丘と明神海丘の熱水系が大きい。一方沖縄では、北部に南奄西海丘、伊平屋北、伊平屋海嶺、伊是名海穴、南部に第四与那国海丘や鳩間海丘などがある。

ただしこれらは水山の一角にすぎず、今後の深海探査の発展により、さらに多くの熱水域が発見される可能性がある。

メタンハイドレート

日本列島周辺には、地球表層を覆う岩石の板であるプレートが、ほかのプレートの下に沈み込んでいる場所がある。陸に近い場合、深海底には有機物が多く供給されている。有機物はプレートの沈み込みとともに地下深くに運ばれ、無酸素の状態では分解されてメタンなどの炭化水素ができる。そのうち、メタンと水の化合物であるメタンハイドレートがエネルギー資源として有望だ。

メタンハイドレートは海底下の堆積物中で合成され、音波探査で発見しやすい(注)。

日本列島周辺の海域では、三陸沖の日本海溝や日本海、南海トラフにメタンハイドレートの分布が知られている。また沖縄では黒島海丘に大量のメタンハイドレートが見つっている。メタンハイドレートも、深海探査の進展によってさらに多くの場所で見つかる可能性がある。

(注) 海底下のメタンハイドレートは、音波探査で見ると特異な反射面を形成する。この反射面は「BSR (Bottom Simulated Reflector)」と呼ばれ、海底と同じかたちをしている(「疑似海底反射面」とも呼ばれる)。

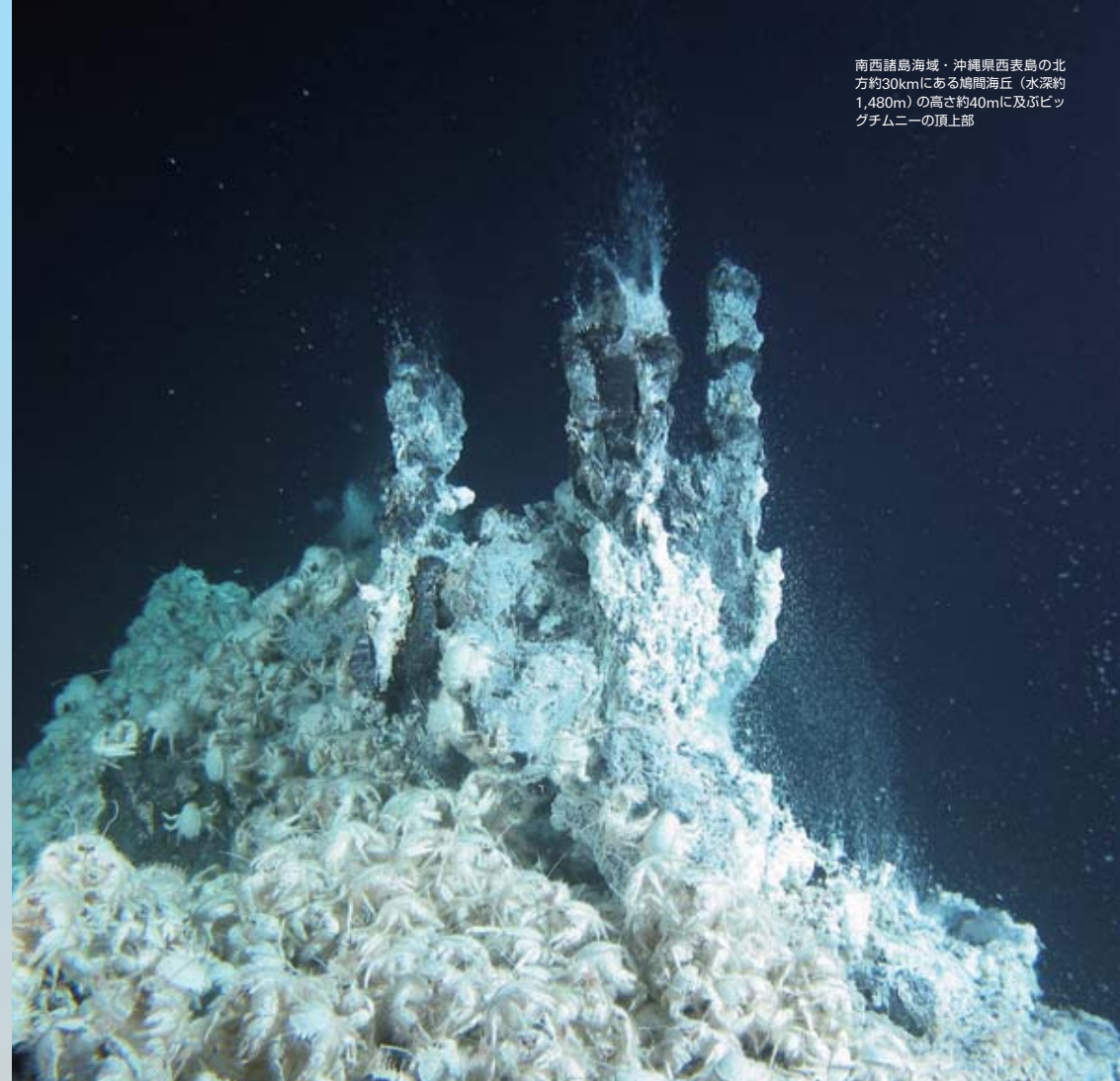
微生物資源

深海の堆積物のなかには多くの微生物が生息している。なかには大腸菌などのようにどこにでも見られる微生物もいるが、石油分解菌、好高圧菌、好高熱菌、好塩菌など、極限環境にのみ生息する特殊な能力を持つ微生物も見つっている。

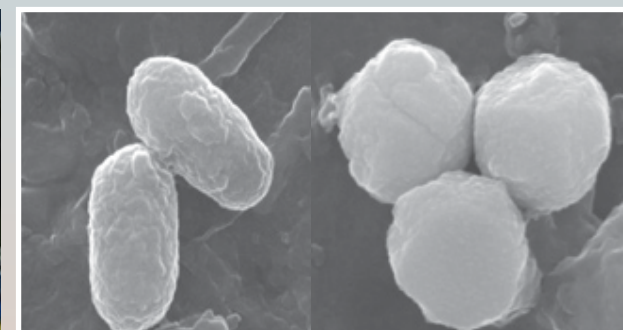
深海掘削により得られた堆積物中の細胞の数を数えると、地下1kmになっても細胞の数がそれほど減らないことから、地下5km程度の深さまで微生物が生息していると考えられてきた。最近、地下深部の掘削孔から大量の微生物が発見され、「アーキア (古細菌) ワールド」と名付けられた。地下深部には私たちがまだ見たこともない、有用な能力を持つ微生物が生息している可能性がある。

深海には私たちがまだ知らない隠れた資源が眠っている可能性がある。これらを開発するためにも、さまざまな深海の探査技術が必要だ。

南西諸島海域・沖縄県西表島の北方約30kmにある鳩間海丘(水深約1,480m)の高さ約40mに及ぶビッグチムニーの頂上部



日本海・新潟沖の水深約900mの海底で採取されたメタンハイドレートの塊



海底下から発見された微生物

地球深部探査船「ちきゅう」により、青森県八戸沖90km、水深1,180mの海底下から掘削された堆積物内で見つかった微生物細胞

音波を使って海底地形図をつくる

取材協力：
佐野 守
日本海洋事業株式会社
海洋科学部

深海に隠れたチャンスをつかむ。そのため
にまず必要なことは、海底地形図をつくること
だ。しかし、それは容易なことではない。海底
には光や電波が届かないからだ。かつてはロー
プの先に重りを付けて海底に下ろし、1点ず
つ水深を測り、海底の様子を調
べた。

その後、ロープの代わり
に音波が使われ始めた。水中
の音速が分かれば、船から出し
た音波が海底で反射して返っ
てくる時間から水深を導き出すこと
ができる。やがて音波で測った水深
データをもとに、海底地形図がつくら
れるようになった。

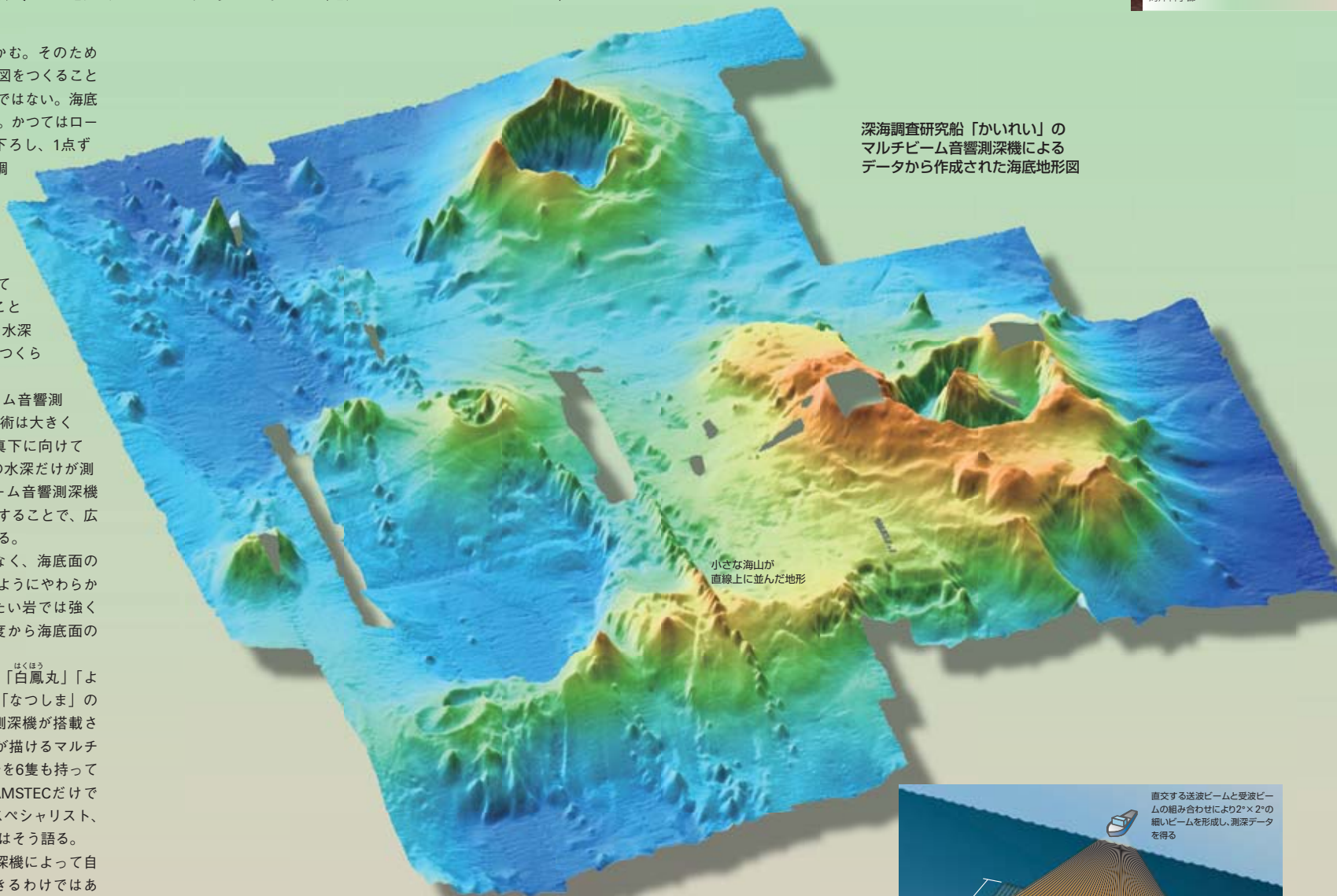
1970年代半ば、「マルチビーム音響測
深機」の登場により、測深の技術は大きく
飛躍した。それまでは、船の真下に向けて
音波を1本発振し、直下の1点の水深だけが測
られていた。一方、マルチビーム音響測深機
はたくさんの音波を扇状に発振することで、広
い範囲の水深を測ることができる。

音波を使うと、水深だけでなく、海底面の
地質を知ることができる。泥のようにやわらか
い堆積層の海底では弱く、かたい岩では強く
音波は反射される。反射の強度から海底面の
地質が分かるのだ。

JAMSTECでは、「かいらぎ」「白鳳丸」「よ
こそか」「かいらぎ」「みらい」「なつしま」の
各研究船にマルチビーム音響測深機が搭載さ
れている。「深海の海底地形図が描けるマルチ
ビーム音響測深機を搭載した船を6隻も持って
いる研究機関は、世界でもJAMSTECだけで
しょう」。海底地形図づくりのスペシャリスト、
日本海洋事業(株)の佐野守さんはそう語る。

「しかしマルチビーム音響測深機によって自
動的に詳細な海底地形図ができるわけではあ
りません。多くの部分が自動化されています
が、最終的には人がデータをチェックしてノイ
ズなどを取り除き、海底地形図を作成します。
ノイズが入ったままだと、実際には存在しない
地形が地図に描かれてしまうこともあります」

深海探査に欠かせない海底地形図。それは
どのようにしてつくられるのか、さらに詳しく
見ていこう。

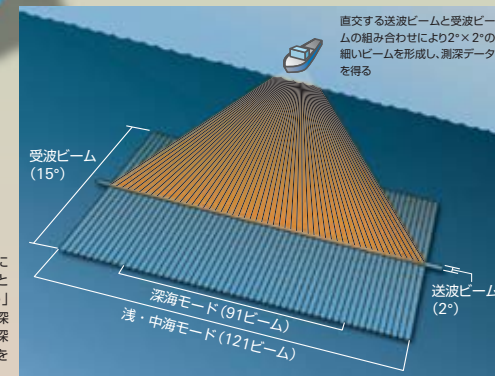


深海調査研究船「かいらぎ」の
マルチビーム音響測深機による
データから作成された海底地形図

小さな海山が
直線上に並んだ地形

マルチビーム音響測深機の原理

たくさんの音波ビームを扇状に連続的に
送受信して、線から面の情報を得ること
ができる。「かいらぎ」や「よこそか」
に搭載されているマルチビーム音響測深
機は、水深4,000mでは約14km、水深
1万1000mでは約38kmの幅の水深を
一度に測ることができる



マルチビーム音響測深機で水深のデータを計測する前にまず必要なこと。それは各深度での海水の温度を測定することだ。海水の温度で音速は異なる。正確な音速が分からなければ、水深を正しく導き出せない。また温度が少しずつ変化することにより、音波が少しずつ曲がってしまう。音波がどのくらい曲がるかが分からなければ、海底のどの地点で反射して戻ってきたデータが正確に分らない。

「特に浅い水深の音波の曲率を正確に知ることが重要です」と佐野さんはいう。「わずかな曲率の違いにより、海底での音波の到達地点が大きく異なるからです。そのため、浅い水深の温度はリアルタイムで計測しながら、マルチビーム音響測深機にそのデータを加え、データを補正していきます」

マルチビーム音響測深機では、どのくらいの精度で水深を測ることができるのか。音波の周波数が高いほどビームを細くできるので、より高い精度で水深を測ることができる。しかし、周波数が高いほど、海中ですぐに弱くなってしまう。そこで、浅い水深では比較的高い周波数

が、深いところは比較的低い周波数の音波が使われる。

「かわいい」などのマルチビーム音響測深機では、12キロヘルツという比較的低周波数の低い音波が使われている。その場合の測深精度は理論的には水深の0.5%だ。水深4,000mならば20m、水深1万1000mならば55mの精度で水深を測ることができる。

海底の地図づくりで最も苦労する点は、「とにかく手間がかかることです」と佐野さんはいう。「最終的には、人がデータを見て判断して、ノイズを取り除いていかなければなりません。海底の地図づくりが主な任務の航海では、船に3人の観測員が乗り込み、24時間体制でモニターを見ながら、ノイズの処理を行います」

ノイズが発生する原因はさまざまだ。「たとえば、海況が悪い状態では、正常に音波を受信できないためノイズが多く混入したりします。また、海底の一部で音波の反射が強いと、ほかの音波へ影響し、それがノイズとなってしまうことがあります。そのようなノイズを完全に

取り除く技術はいまもなく、それは人が判断して処理するしかありません」

さらに、得られたデータを最終的にチェックして編集し、海底地形図を描き出す作業を担当しているのが佐野さんだ。「ノイズを取らずに海底地形図をつくると、実際には存在しない地形が現れてしまいます。この仕事を担当して3年になりますが、ノイズかどうか、いまだに迷うケースがありますね」

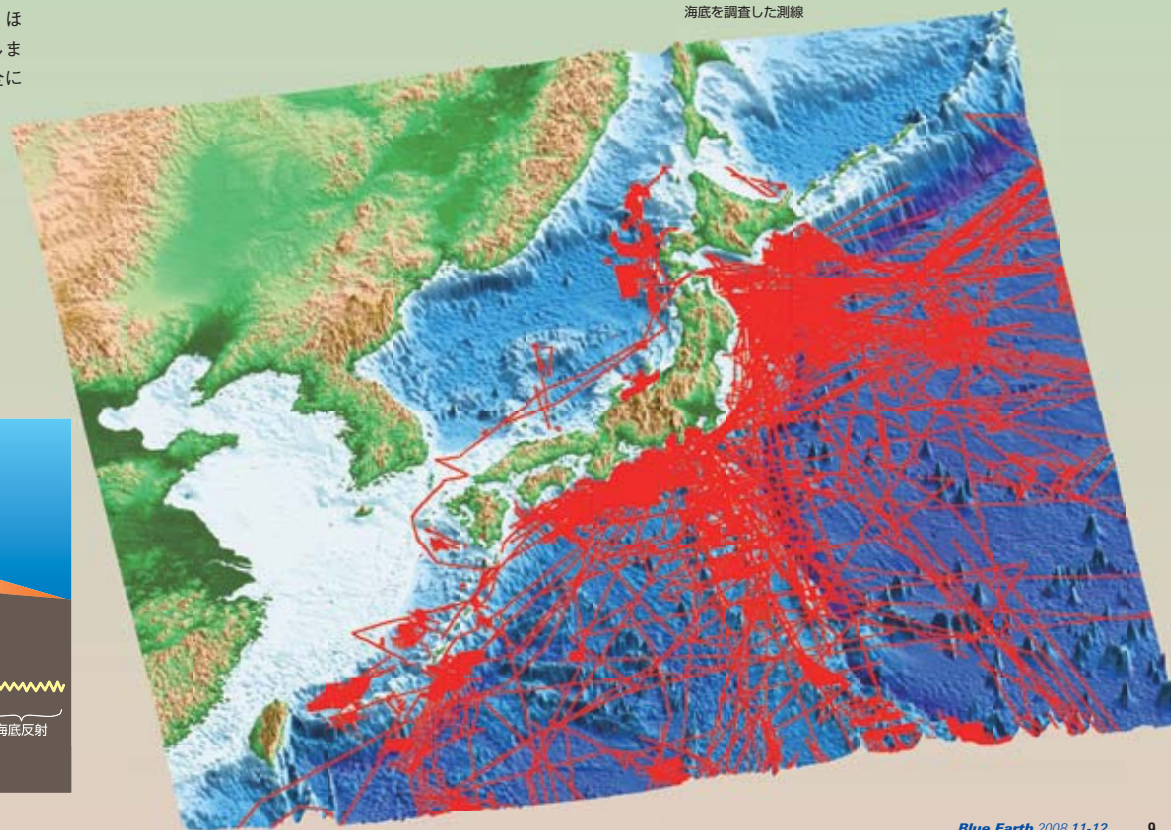
たとえば6～7ページの海底地形図には、小さな海山が直線上に並んだ地形が描かれている。「最初にデータを見たときにはノイズかもしれないと思いました。しかし、データを詳しく見ていくうちに、ノイズではないと判断しました。海底にはさまざまな変わった地形があります。それをきちんと理解しておかないと、正しいデータをノイズだと判断して削ってしまう可能性もあります」

きちんとした知識を持った人がデータを編集しないと、いままでに知られていない地形を削ってしまい、大発見が見逃されてしまう可能性もあるのだ。

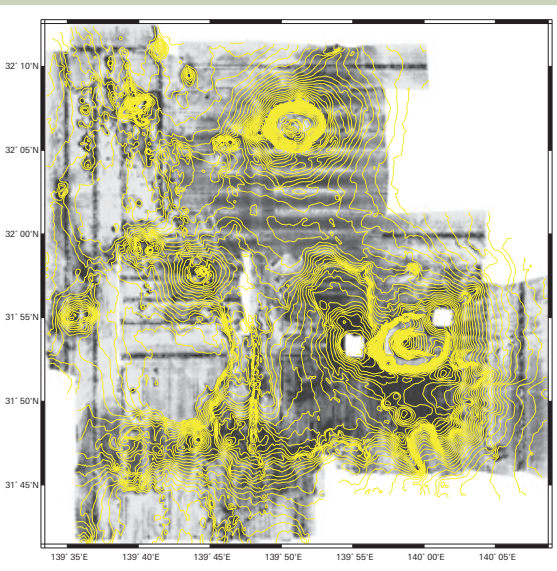
JAMSTECは現在までに、日本周辺の海域の半分弱でマルチビーム音響測深機による調査を行った。「しかし、データをチェックしてノイズを処理し、海底地形図を描いたのは、調査した範囲のおよそ4割くらいです」

つまり、日本周辺の7割くらいの海底は、深海探査に必要なデータを取得していないか、取得したが処理されていないままである。その海底の下に、大きなチャンスが隠されているのかもしれない。

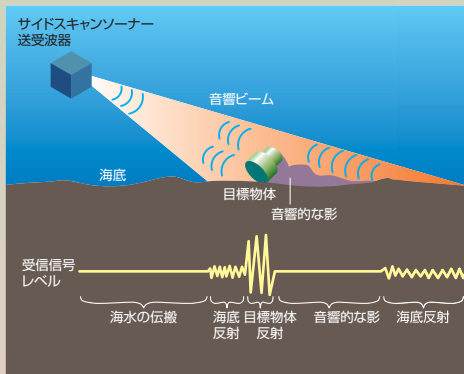
JAMSTECの研究船がマルチビーム音響測深機で海底を調査した測線



サイドスキャンソナー画像



音波で海底の凹凸や地質を知る
(サイドスキャンソナーの原理)
斜め上方から当たった扇状の音波ビームが、海底の凹凸にぶつかって信号が戻ってくる時間から距離を導き、信号の強度を濃淡に変えて、海底の凹凸や地質を知ることができる。マルチビーム音響測深機のデータをサイドスキャンソナーの原理で解析して、画像を描くこともできる。



日本の「大陸棚」の画定 に向けて

取材協力：
高橋成実 サブリーダー
地球内部変動研究センター
地殻構造解析研究グループ

2008年11月、日本政府は国土の約2倍に相当する約74万km²の海底を、新たに日本の大陸棚として認めるよう国連に申請した。

この申請は、1994年に発効した「海洋法に関する国際連合条約」に基づく。この条約は、領海基線から12海里（約22km）までを「領海」、200海里（約370km）までを「排他的経済水域（EEZ）」と定めている。排他的経済水域では、魚介類などの資源、エネルギー、放送などの経済活動すべてに排他的権利が認められている。

さらに同条約は、沿岸国の大陸棚を、領土の自然の延長をたどって大陸縁辺部の外縁ま

での海底およびその下とし、それが200海里を超えて延びている場合には、その大陸棚の限界に関する情報を国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出し、勧告を受けることとしている。大陸棚として認められれば、海底や海底にある天然資源の開発などについての排他的権利が得られる。

そこで政府は、同条約が規定する大陸棚の限界を明らかにするため、JAMSTECなどに日本近海の海底の科学的調査を依頼した。

JAMSTECでは海上保安庁と連携して、2004年から2008年にかけて日本近海の詳細な地下構

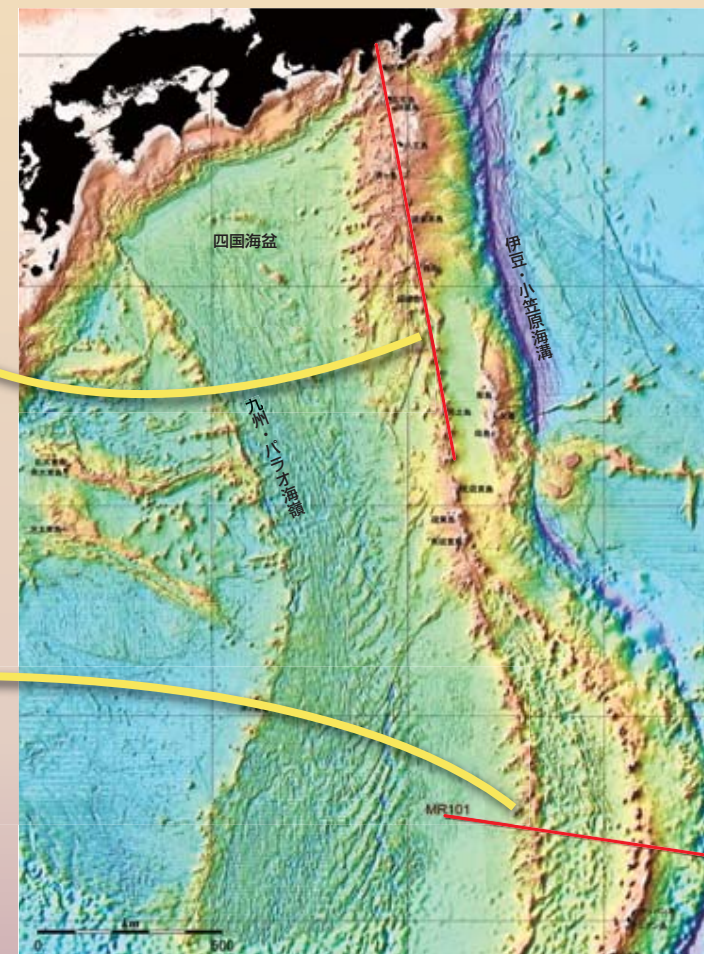
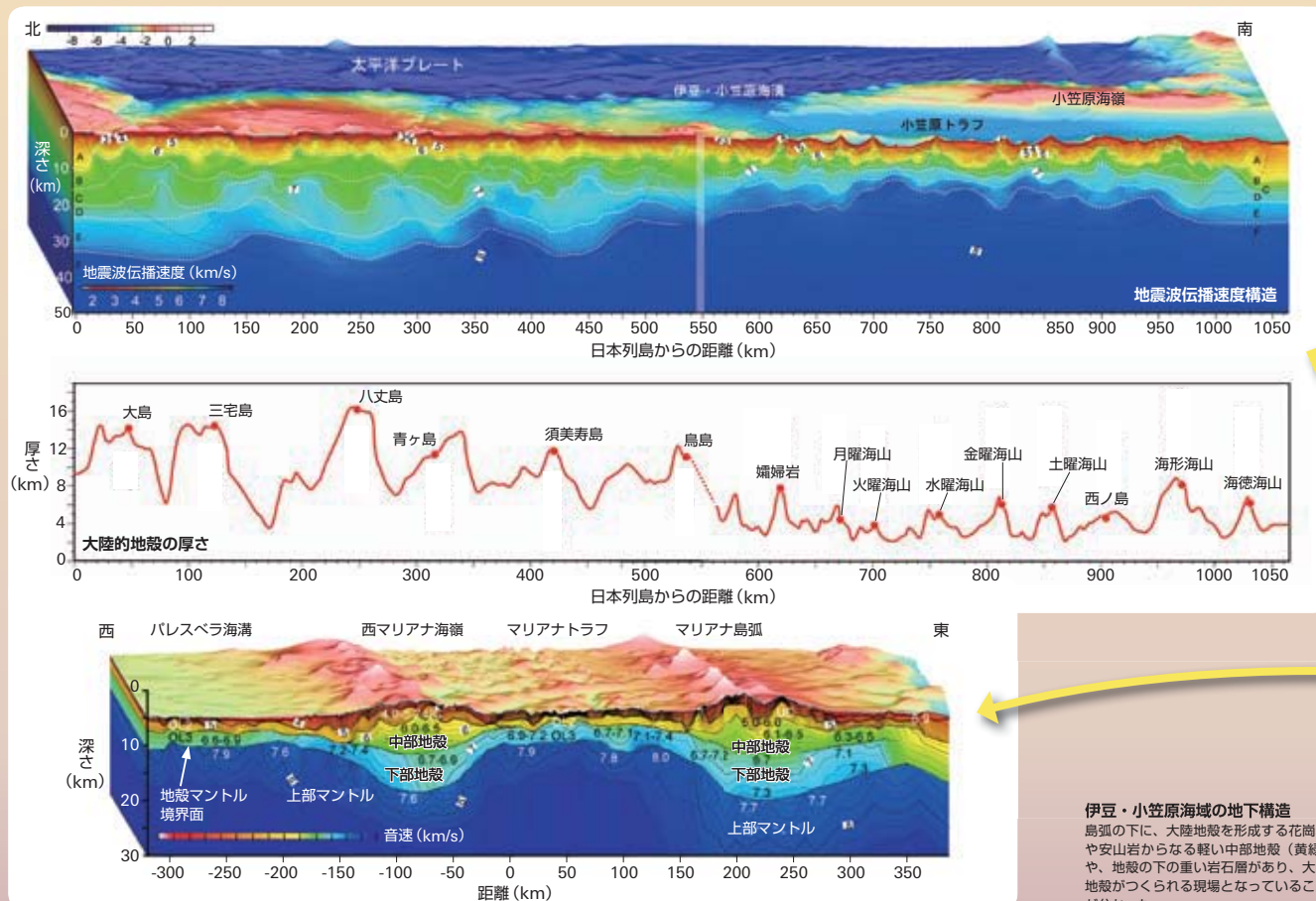
造探査を実施。JAMSTECは伊豆・小笠原海域を担当した。「この海域は、科学的にも大変興味深い場所です」と高橋成実サブリーダー（SL）は語る。「実は、この海域は、いままさに陸地がつくられている場所だと考えられているからです」

地球の表層は地殻で覆われているが、海洋と陸地では地殻の厚さや岩石の種類が異なる。海洋地殻は厚さ5〜7kmほどで玄武岩などの重い岩石からなる。一方、大陸地殻は厚さ約30〜50kmで、玄武岩層の上に軽い花崗岩や安山岩の層が乗っている。

「1970年代、伊豆・小笠原海域では地殻が厚

くなっていることが発見されました。さらに1992年の伊豆・小笠原諸島北部の調査により、島も含めて海底が浅くなっている場所の地下では、大陸地殻を形成する花崗岩や安山岩からなる層（中部地殻）が海洋地殻に挟まっているらしいことが分かりました。ただし、そのような中部地殻がどのようにしてできたのかは、最近まで謎のままでした」。高橋SLはこれまでの研究状況をこう振り返る。

陸地はどのようにしてできるのか。その仕組みが伊豆・小笠原海域の詳細な地下構造探査で見えてきた。



伊豆・小笠原海域の地下構造
島弧の下に、大陸地殻を形成する花崗岩や安山岩からなる軽い中部地殻（黄緑）や、地殻の下に重い岩石層があり、大陸地殻がつくられる現場となっていることが分かった

伊豆・小笠原海域は陸地

が生まれる現場

取材協力：
高橋成実 サブリーダー
地球内部変動研究センター
地殻構造解析研究グループ

海底下の構造は、海中でエアガンによって強力な音波を発生させて人工地震を起こし、そのときの波の伝わり方をとらえることによって調べることができる。海底面や海底下の各地層の境界で反射した音波を、たくさんのマイクを内蔵した長さ数kmにもなるストリーマケーブルで連続的にとらえる「マルチチャンネル反射法システム」では、海底下十数kmまでの詳細な地下構造が分かる。さらに深部、海底下数十kmの構造探査には、各地層で屈折・反射した波を海底地震計でとらえる「海底地震計屈折法システム」が用いられている。「ただし、海底下深部の軽い岩石と重い岩石の違いをとらえるのは容易ではありません。1992年の調査では海底地震計を約20km間隔で設置しました。中部地殻がつくられるメカニズムを探るには、さらに詳細な構造探査を行う必要があります」と高橋SLはいう。

JAMSTECでは1999年から100台以上の海底地震計と約5kmの長大ストリーマケーブルを使った地下構造探査を行っている。「このような大規模な地下構造探査を常時行える体制を築いている機関は、世界のなかでもJAMSTECと海上保安庁だけです。私たちは5km間隔に地震計を設置して、伊豆・小笠原海域の地下構造を詳細に調べました。その結果、大陸地殻をつくる過程を物語る重要な構造が見えてきました。地殻の一番下に、地殻物質とマントル物質が混じっていると思われる重い岩石層があることが分かったのです」

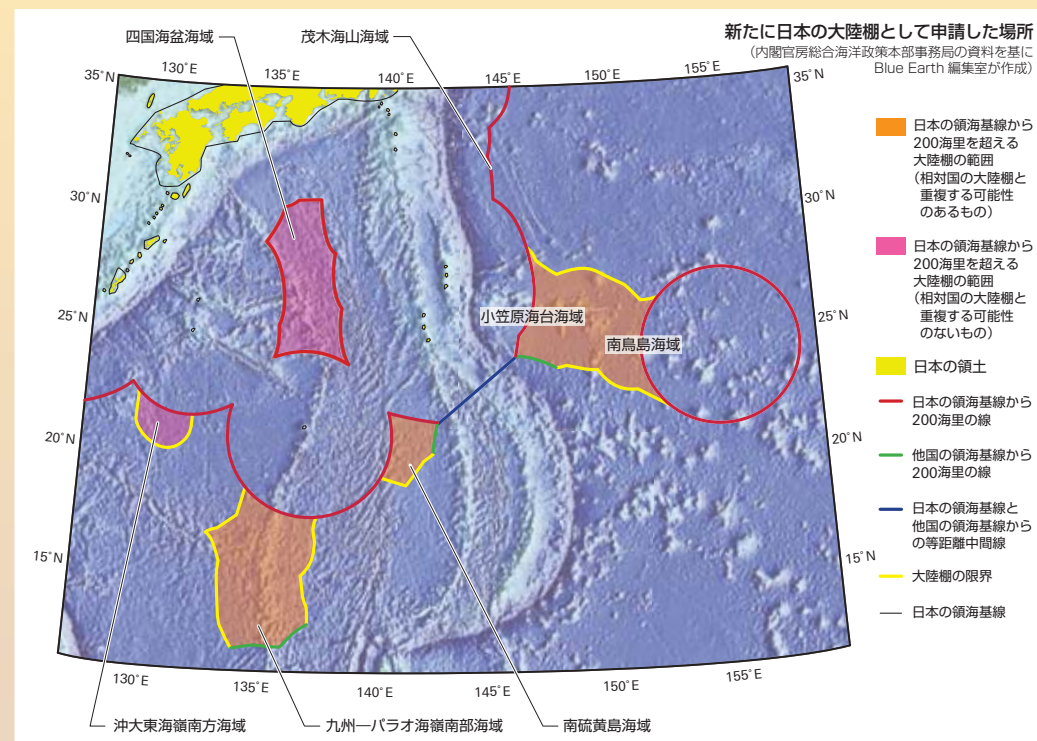
地球はプレートと呼ばれる十数枚の巨大なたいて板で覆われている。プレートは、地殻とマント

ルを含む100kmくらいの厚さの層を指す。伊豆・小笠原海域では太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込み、それに伴い、島が弧状に連なった地形（島弧）ができている。そして、島弧の北端に伊豆半島がある。

「沈み込んだ太平洋プレートの一部が溶けてマグマが生まれ、上昇してきた場所に島がつくられ島弧を形成しているのです。マグマから花崗岩や安山岩などの軽い成分が溶け出してさらに上昇し、中部地殻ができたと考えられます。しかし、軽い成分が溶け出した後は重い成分が残るはず。しかしその重い成分がどこに行ったのか、いままでよく分かっていませんでした。今回の調査により、地殻の一番下にその重い岩石層が見つかったのです。これでマグマの軽い成分が溶け出し、上昇して大陸地殻をつくり、重い成分は下降してマントルに戻るといった分化と移動の過程、大陸地殻がつくられる仕組みが初めて明らかになりました」

このような科学的な調査を踏まえて、政府は日本近海の7つの海域を日本の大陸棚として申請した。これまでの例では、審査結果は申請してから2～4年後に発表されている。

この海域の地殻の形成過程や、どのくらいのスピードで大陸地殻がつくられているのかをもっとよく知るには、特に九州・パラオ海嶺を詳しく調べる必要がある、と高橋SLは指摘する。「伊豆・小笠原の島弧が成長し始めたのは約5000万年前。その後、地殻が裂けて広がった九州・パラオ海嶺が分離して移動し、その間に四国海盆が



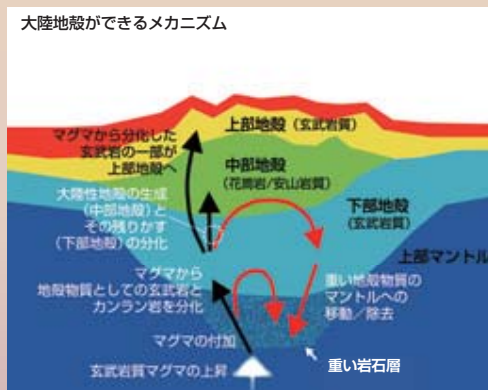
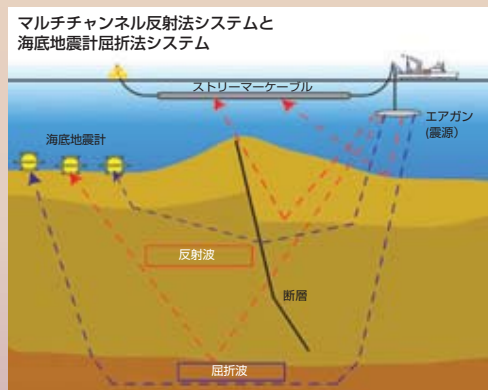
できました。いまの伊豆・小笠原の島弧と九州・パラオ海嶺は、もとは同じ島弧だったのです」

地殻の地下構造や形成過程の詳しい研究は、海底資源の開発にも重要だ。地殻に浸透した海水が深部でマグマに熱せられ、金属を溶かし込んで上昇し、海底から海中に噴き出している熱水噴出孔の周囲には、有用な金属をたくさん含んだ熱水鉱床が形成されている場合が多い。「熱水鉱床は、マグマが上昇して地殻が裂け始めている場所にできると考えられています。熱水鉱床ができる仕組みも、地下構造探査などによって研究する必要があります」

海底資源を探し出すには、海底下の比較的浅い場所の構造を詳しく調べる必要がある。それには「マルチチャンネル反射法システム」が有効だ。JAMSTECは新しい構造探査システムを開発し、2008年から深海調査研究船「いかい」に搭載した。詳細な地下構造を見るには、エアガンで波

長の短い音波を発生させる必要がある。しかし波長の短い音波は地下の深部には伝わりにくい。そのためJAMSTECでは深部に伝わる比較的波長の長い波を発生させるエアガンを用いてきた。新型構造探査システムでは、さまざまな波長を含むノイズが少ないきれいな音波を発生させるエアガンシステム、従来の倍の密度のグループ間隔で並べたマイクで音波を受信するストリーマケーブルにより、浅い場所から深い場所まで高精度で地下構造を描き出すことが可能になった。

「この新システムによって、前のシステムでは見つけれなかった断層も見つけられるでしょう。この技術は地殻構造や地震の研究とともに、資源探査にも役立つはず。地殻の割れ目の位置や流体の動きが地下構造探査で分かれば、熱水鉱床を見つける大きな手掛かりとなるからです」



深海底の熱水活動を探し 出す

取材協力：
門馬大和 センター長補佐
海洋工学センター

熱水鉱床の重要な手掛かりとなる熱水活動が日本周辺の深海底で初めて確認されたのは1988年。JAMSTECの深海曳航調査システム「ディープ・トウ」により、沖縄トラフ伊平屋海凹の水深約1,400mで発見された。「同じ時期、日本とドイツの別の研究グループも、沖縄トラフの伊是名海穴で熱水活動を発見しました。ブラックスモーカーを伴うため、後者が有名ですが、私たちの発見の方が数日早かったんです」。「ディープ・トウ」の開発を行った海洋工学センターの門馬大和センター長補佐はこう指摘する。

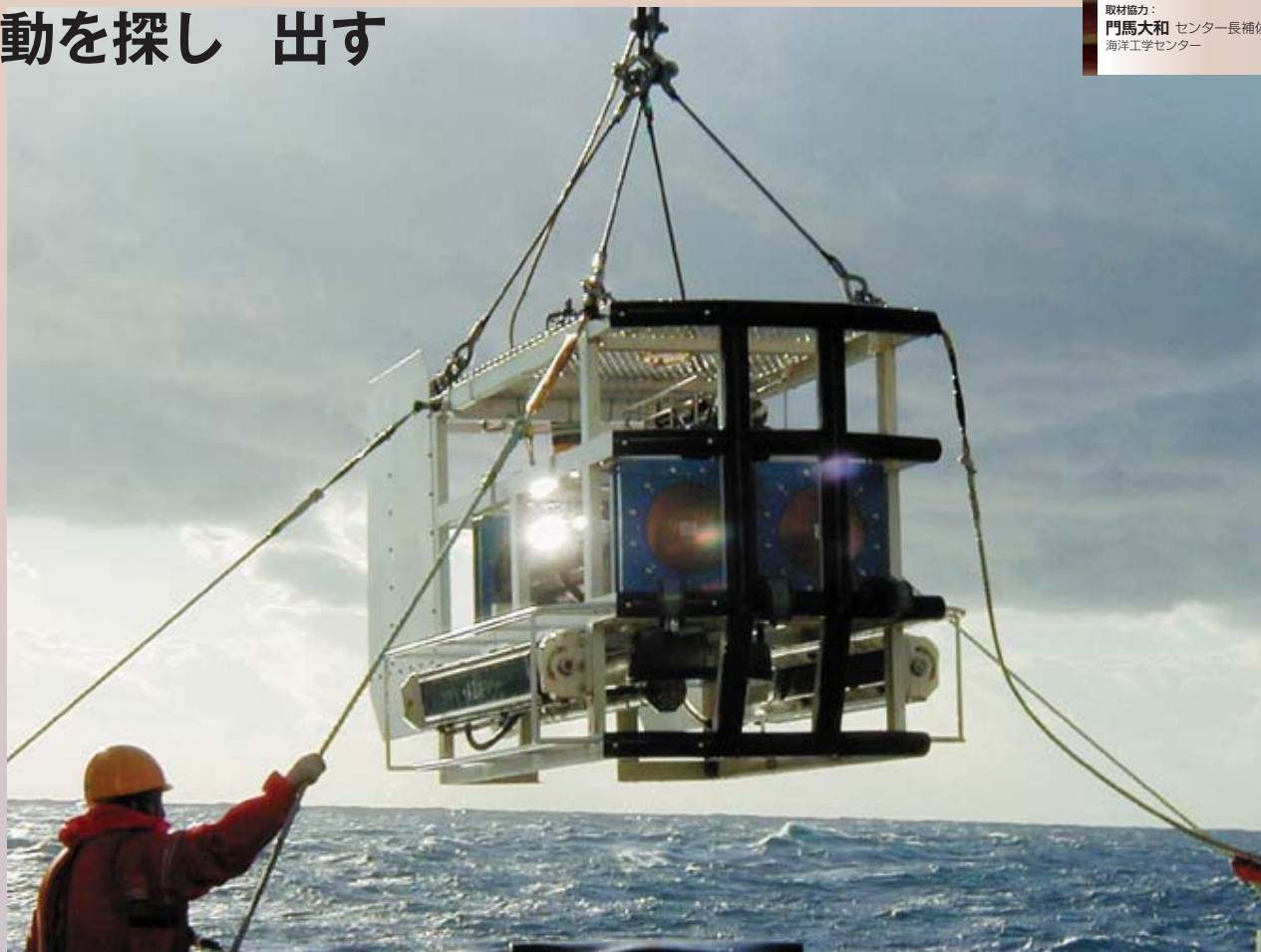
「ディープ・トウ」は、ソーナーやカメラを搭載した無人探査機で、推進器はなくケーブルで母船が曳航する。熱水噴出孔などの発見では、有人潜水調査船「しんかい2000」や「しんかい6500」の活躍が知られているが、それらの1回の潜水で調査できる範囲はせいぜい数百m四方。広大な海から目標物を探し出すには、海底地形図や地下構造探査のデータをもとに、まず「ディープ・トウ」のようなシステムによって数十km四方の海域をソーナーやカメラで詳しく調べ、調査範囲を絞り込むことが不可欠だ。

「熱水噴出孔を探す場合、その周辺ではメタンやマンガン濃度が高くなっているため、採水器で海水を次々に採取して成分の分析を行います。続いて、『ディープ・トウ』で場所を絞り込み、熱水噴出孔を見つけます。最後に、『しんかい6500』などで詳しく調査するのです。深海の重要な発見が、段階的な探査手順を経ていることは、意外に知られていません」

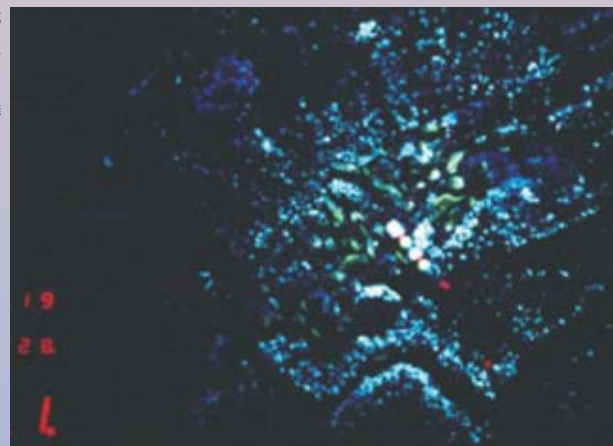
このようなJAMSTECの深海探査技術は、科学的な調査ばかりでなく、人工物の捜索にも貢献してきた。1999年には、打ち上げに失敗して小笠原海域の水深約3,000mの海底に沈んだ日本の「H-IIロケット」8号機のメインエンジンを発見した。「この発見によりエンジンの事故原因が特定され、現在のH-IIAロケットの技術に生かされています」。2008年には、海上自衛隊の護衛艦「あたご」と漁船「清徳丸」の衝突事故海域の調査を実施した。

このような深海探査技術は、どのように築かれてきたのだろうか――

深海曳航調査システム「ディープ・トウ」
現在、JAMSTECのディープ・トウには、4,000m級と6,000m級でカメラあるいはソーナーを搭載した4種類の機種がある



左：1987年、日仏共同研究 STARMER計画において、北フィジー海盆で「ディープ・トウ」によって発見された熱水の噴出（日本の研究機関が初めて発見した深海底の熱水活動）



右：1988年、沖縄トラフ伊平屋海凹で「ディープ・トウ」によって発見された高温の熱水活動域（日本周辺で初めて発見された深海底の熱水活動）



海洋産業のすそ野を広げ、深海に隠れたチャンスをつかめ！

取材協力：
門馬大和 センター長補佐
海洋工学センター

JAMSTECでは、1970年代から水深6,000mの海底に沈んだ人工物を探し出すプロジェクトに取り組み始めた。「当時、深海を探る技術も道具も、日本にはまったくありませんでした。アメリカではスクリpps海洋研究所が『ディープ・トウ』を実用化して科学的な調査を行い、さまざまな成果を挙げていました。私たちは装置をすべて輸入し、『ディープ・トウ』の開発に取り組みました」と、門馬センター長補佐は当時を振り返る。

「深海探査で特に重要なのは、探査機の位置を

正確に測定する水中測位の技術です。そのために、海底にトランスポンダという音を出す装置を3台係留します。その装置もすべて輸入したのですが、母船から発生する雑音などの問題があり、使いこなすのにとても苦労しました。探査終了後にトランスポンダを回収するのですが、3台とも回収できないこともありました。係留の切り離し装置のトラブルです。翌年、水深6,200mの海底から底曳回収して、それらの原因を探り、装置を改良して、トランスポンダの国産化を実現しました」

「ディープ・トウ」が何とか実用化された1981年、有人潜水調査船「しんかい2000」と母船「なつしま」の運用が開始され、「ディープ・トウ」システムは、その調査海域の事前調査に活躍し始めた。1983年には、水深5,700mに沈めた200リットル（直径60cm、長さ90cm）のドラム缶を探し出す実験に成功した。「この実験は、水深3,800mの海底に沈んだタイタニック号の発見よりも2年早いんです。水深約6,000mの深海底で、沈没船よりもはるかに小さな目標物を、ソーナーとカメラで発見できることを実証した意義は大きいと思います。私たちは、1970～80年代に確立したこの技術を使ってH-IIロケットのエンジンを見つけたのです」

ところがいま、門馬センター長補佐は大きな危機感を抱いている。「JAMSTECで35年にわたって海洋技術の開発を行い、ノウハウを蓄積してきましたが、私たちが使っている観測装置や音響機器、水中コネクタなどのほとんどが外国製です。技術の多くが外国からの輸入。たとえ技術力があっても、日本企業はコスト面で太刀打ちできま

せん。日本の海洋産業は、重厚長大以外ほとんど育っていないのです。たとえばアメリカのウッズホール海洋研究所の周囲には海洋分野の中小企業がたくさんあります。研究者たちもさまざまな会社を設立して、優れた部品や装置をつくっています。日本も海洋産業のすそ野を広げなければ、深海に隠れたチャンスをつかむことはできません」

深海の海底下には、世界や日本の経済や暮らしを支え得る豊富な資源やエネルギー源が眠っていると推定されているが、それを利用できるかどうかは、いかに低コストで海底下を探索・掘削できるかにかかっている。「現在、探索・掘削が行われている海底油田の含油層は数百m以上の厚さがあります。一方、熱水鉱床はおそらく数十cmくらいの薄い層が何層か積み重なっています。従来よりも高い分解能で海底下の構造を調べる必要があるのです。そこでいま各国が盛んに研究開発を進めているのが、合成開口ソーナーです。JAMSTECでもほぼそそ開発を行っています。さらに力を入れて進める必要があります」

広大な深海底を効率的に探索するには、ケーブルなしで自律航行し自動観測する深海巡航探査機「うらしま」の技術を開発させることも重要だ、と門馬センター長補佐は語る。「調査範囲を絞り込む『ディープ・トウ』の役割を、『うらしま』ができるように開発を進めていくべきでしょう」

実際に、海底下にどのくらいの量の資源が分布しているのかを知るには、海底下に電気を流して電気抵抗を測る方法が用いられている。2005年には、日本海の新潟沖水深約900mの海域で、「ディープ・トウ」を使って海底下の電気抵抗が調べられ、メタンハイドレートだと考えられる構造が海底に向かって柱状に分布していることが確認された。「このような探査をさらに大規模に、高い分解能で行う必要があります。そして、そこに資源が豊富にありそうだと分かれば、実際の埋蔵量を確かめなければなりません。それには海底に装置を設置して海底下約100mを効率よく掘削できる技術が必要です。その技術は世界でもまだ確立されていません。海底下100mを効率的に掘削できる国産技術を開発できれば、世界をリードすることができるのです」

国産技術の開発では、日本の技術の伝統や強みを生かすことが大切だ、と門馬センター長は

開発中のセラミックス製の耐圧容器
直径約100mm、肉厚1.7mmで、水深1万4000mの水圧に耐えられる。「10年後には1万m級有人潜水調査船で、人を乗せる大きな耐圧殻をセラミックスでつくりたいと思います」(門馬センター長補佐)



海洋技藝

海洋工学センターでは、個人に蓄積されている海洋技術を若い人たちに継承するため、「海洋技藝」を開き、人材のすそ野を広げることに力を入れている



指摘する。「たとえば日本には焼き物、セラミックスの技術の伝統があります。私たちは、その技術を開発させて、深海の高圧に耐えるセラミックス製の耐圧容器を開発しています。セラミックスが使えれば、従来の金属製の耐圧容器よりも格段にコストを下げることができます。海洋技術で特に重要なのは、各種のセンサーです。装置を小さく高性能にすることは、日本企業が最も得意とするところです。海洋分野でも小型・高性能の国産センサーをつくれる中小企業をもっと育てていかなければなりません」

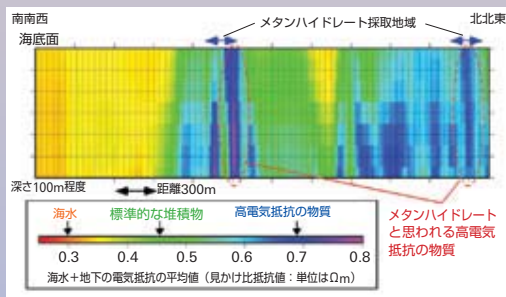
深海に隠れたチャンスをつかむためには今後10年が重要だ、と門馬センター長補佐は主張する。「JAMSTECの30年は、ハードウェアに関する世界一を目指し、それはほぼ実現されました。次の30年は、人材と産業の育成を目指すべきだと思います。『海洋技藝』で人材を育て、センサーの国産化で海洋産業のすそ野を広げ、10年後には国産技術で海底資源の探査や採掘を行えるように、JAMSTECも研究開発を強力に推進していくべきです」 **BE**



メタンハイドレートが露出して白く変色した海底(日本海新潟沖、水深約900m)



電流発生装置と電極を装備した「ディープ・トウ」



海底下の電気抵抗 メタンハイドレートは電気抵抗が高いことが知られている。海底下の電気抵抗の高い柱状の領域は、メタンハイドレートの分布を示していると考えられる

島根県立しまね海洋館アクアス

“幸せのバブルリング”をつくる ——シロイルカ

取材協力：前原菜穂・海獣トレーナー

1999年、3頭のシロイルカたちが、ロシア・ウラジオストクからやって来た。島根県に新しくオープンする県立しまね海洋館アクアスの主役を飾るためだ。

3頭の名前は、ケーリヤ（雄）と、アーリヤとナスチャ（ともに雌）。アクアスは2004年4月、浜田市と江津市にまたがる位置にオープンした。その1年後に始めた「幸せのバブルリング®」というシロイルカのパフォーマンスは、噂が噂を呼び、大評判となった。2007年には、ついにCMに出演。白い犬のお父さんでおなじみの携帯電話会社のCMに島根のおじさま役としてアクアスのシロイルカが登場、突然、口をすぼめてポツと泡のリングをつくる様は大反響を呼んだ。

そもそもこのバブルリングは、イルカたちが勝手にやっていた遊びのなかから発見されたものだ。好奇心旺盛なイルカたちは、私たちトレーナーと遊んだり、遊具のボールや輪っかで遊ぶのが大好き。その遊び好きの彼らにとって、遊び相手と道具のない時間帯がある。閉館から翌朝のトレーニングまでは、万が一の事故を考慮して遊具をプールから取り出しているのだ。このひっそりとした時間帯にシロイルカたちは新しい遊びを考え出した。2005年の春ごろから、閉館後や開館前などにイルカたちがバブルリングを追いかけて泳いだり、体にぶつけて遊んだりする様子が頻繁に見られるようになった。

不思議なバブルリング。初めて見たとき、リングの美しさに見とれた。何とかして、このリングをたくさんのお客さんに見てほしい。そう、感じた。

2005年夏より、アーリヤとトレーニングを始める。まずはリングのもととなる空気を口にためるというトレーニングだ。遊びのとき、イルカたちは「噴気孔」と呼ばれる、ヒトの鼻の穴にあたる部分から空気をいったん出し、それを口に含んで、泡を吹き出すという段階を踏んで行われる。しかし、トレーニングではトレーナーがくわえているダイビング用のレギュレーターから空気を出して、アーリヤの口に入れてみることにした。すると、アーリヤは口に突然空気を入れられたことに驚き、最初はトレーナーから遠く離れて泳ぎ回っていた。それでも、回数を繰り返すうちにだんだん慣れていき、落ち着いて口のなかに空気をためられるようになった。

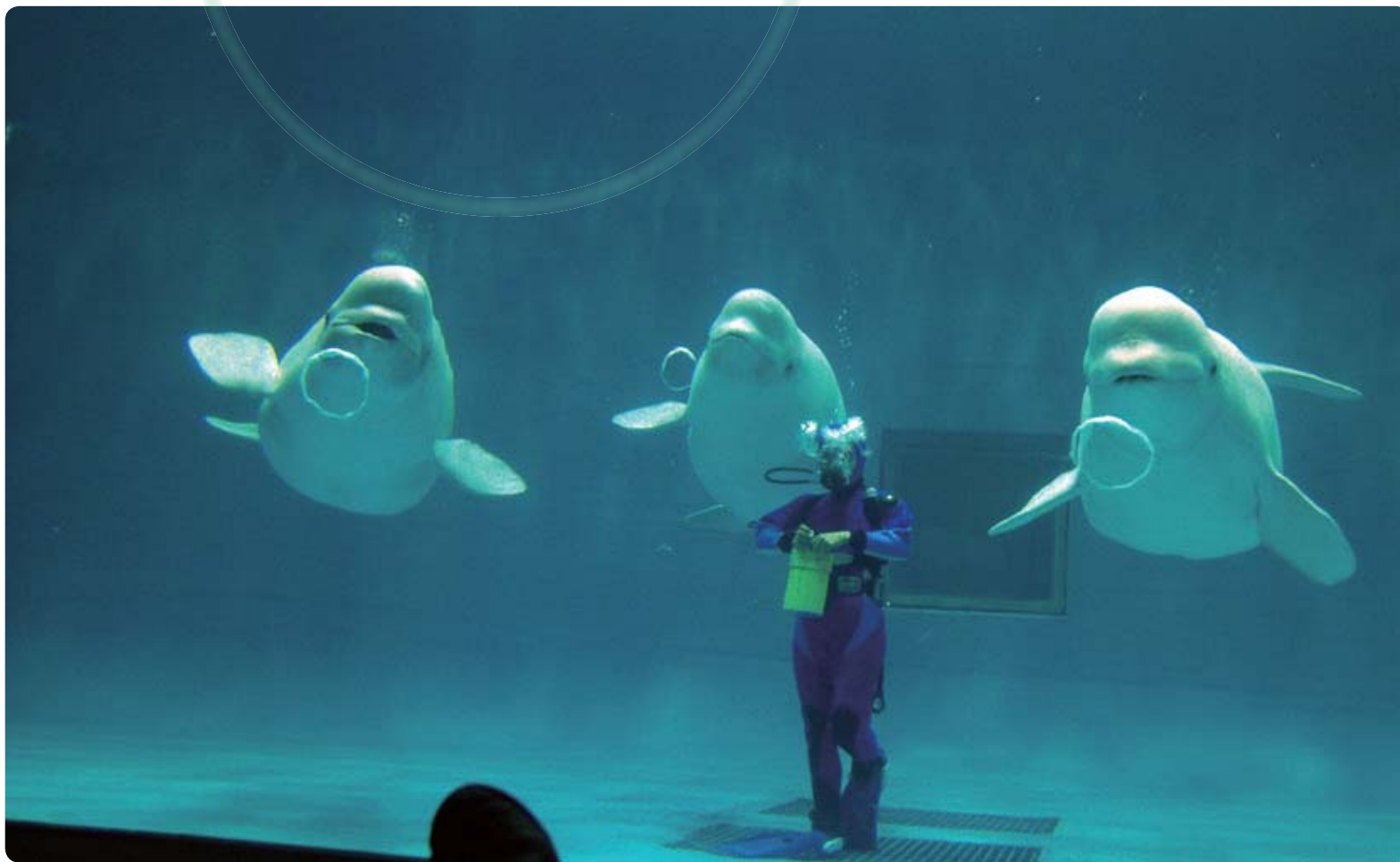
次はためた空気を一気に吹き出すトレーニングだ。最初は空気のかたまりがポフッと吹き出されるだけだったが、そのなかにも

なんとなくリング状になるものが現れた。この「なんとなくリング」をすかさず寝ることで、泡がリング状になる率を高めていった。

トレーニングを始めてから半年後の2005年12月、ついにアーリヤが美しいバブルリングをパフォーマンスとして披露できるようになった。このバブルリングのトレーニングは、2006年11月、国際海洋動物トレーナー協会（IMATA）の会議で日本人初の受賞を果たした。2006年秋にはケーリヤとナスチャのトレーニングも本格的にスタート。2007年夏、ついに3頭同時にバブルリングをつくるというパフォーマンスの成功に至った。

イルカたちとパフォーマンスをしていると、お客さんたちのびっくりした顔が飛び込んでくる。お客さんがとびきり喜んでいるのを、シロイルカたちが知っているのかどうか、それは分からない。たぶん遊び好きで好奇心旺盛な彼らのこと、トレーニングも、パフォーマンスも、私たちトレーナーとの遊び時間として楽しんでいるにちがいない。

■ Information: 島根県立しまね海洋館アクアス
〒697-0004 島根県浜田市久代町 1117 番地 2
TEL 0855-28-3900
URL <http://www.aquas.or.jp/>



頭部にある噴気孔から出した空気を追いかけて捕まえる遊びのなかから、バブルリングの初期型が現れたようだ。とらえた空気を吹き出し、その口から出てきた泡が、しだいにリングの形状になった。リングができるようになると、今度はバブルリング自体がシロイルカたちの遊び道具となったのだ。3頭同時の「幸せ³（幸せ三乗・参上）バブルリング」は2007年よりパフォーマンスに取り入れた。3頭がそろって観客席の方を向き、一気に3つの美しいバブルリングをつくり出す

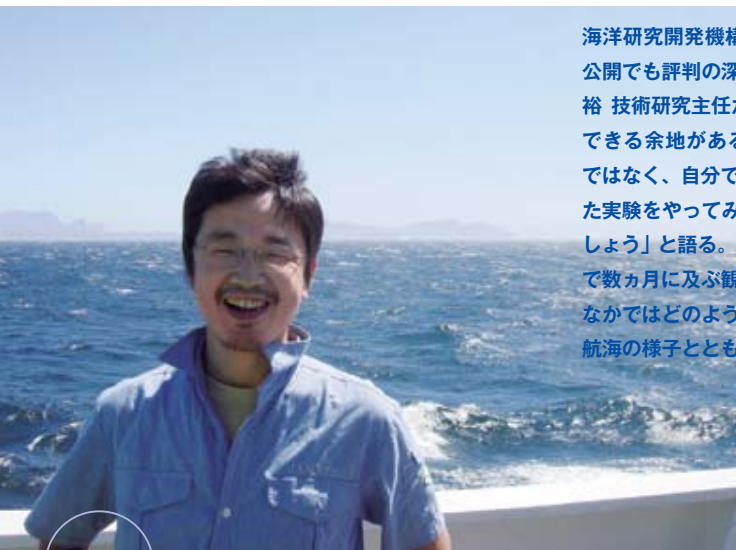
シロイルカのバブルリングは、口に蓄えた空気を、口の中の水と一緒に吹き出してつくる。シロイルカは自然界で、砂の中に隠れている魚や甲殻類といった獲物を探すときに、口から海水を海底に噴きかけて、驚いて出てきた獲物を吸い込んで食べるという習性を持つ。バブルリングはこのシロイルカたちの習性と、特徴的な口の動きを生かしてつくり出されている。2008年はオリンピックに合わせて、5回連続バブルリングに挑戦した



現場で取ったデータは 真実を語る

内田 裕

地球環境観測研究センター
海洋大循環観測研究プログラム 大循環力学グループ 技術研究主任



大西洋横断観測を無事終えて、アフリカ南端の喜望峰をバックに。長い航海の疲れも吹き飛ばし瞬間だ

内田 裕（うちだ・ひろし）
1970年、神奈川県生まれ。博士（理学）。
東京理科大学理工学部卒業。九州大学大学院
総合理工学府大気海洋環境システム学専攻
博士課程修了。2001年、海洋科学技術セン
ター研究員。2008年より現職。専門は海洋
物理学

1円玉を水に浮かべて凍らせると……

——『Blue Earth』2008年7・8月号の特集記事「やってみよう 海と地球の自由研究」で、深層循環の実験をご紹介いただきました。JAMSTEC横須賀本部の一般公開でも説明をされていますね。

内田：深層循環の実験は3年ほど前からやっています。毎年来ている方は、「また今年もか」と思われるかもしれませんが、実は少しずつ改良しているのです。

——最も苦労した点はどこですか。

内田：海水はグリーンランド沖と南極の周りで冷やされ、重くなって沈み込みます。沈み込んだ海水は深層を流れ、長い年月を経て北太平洋などでわき上がります。これが深層循環です。どうやって水

海洋研究開発機構（JAMSTEC）の横須賀本部の一般公開でも評判の深層循環実験。それを考案したのが内田裕 技術研究主任だ。「家庭にある道具でできて、工夫ができる余地があるといいですね。実験を見て終わりではなく、自分で問題を設定して、いろいろ条件を変えた実験をやってみてほしい。きっと新しい発見があるでしょう」と語る。2年に1回は海洋地球研究船「みらい」で数ヵ月に及ぶ観測航海に出る。進む地球温暖化。海のなかではどのような変化が起きているのだろうか。観測航海の様子とともに紹介しよう。

を冷やして沈ませるか、それが問題でした。最初は氷を浮かべていました。しかし、それでは氷が解けた水が沈むので、実際の現象とは違います。

今年からは、氷を入れたアルミ缶を水槽に取り付けて水を冷やしています。缶には、氷と一緒に塩を入れます。これでマイナス20℃くらいまで下がります。アイスクリームを手づくりするとき、そうやって冷やすそうですね。いろいろなところからアイデアを取り入れ、ようやく実際の現象に近くなりました。

——小学生のころ、夏休みにはどういう自由研究をしましたか。

内田：ひとつよく覚えているのが、コップの水に1円玉を浮かべる実験です。1

円玉は表面張力で浮きます。次に、1円玉を浮かべたままのコップを冷凍庫に入れてみた。数時間後、1円玉が浮かんだ状態のまま凍っていました。1円玉の周りの氷は、かなり盛り上がっていました。

でも、そこまで終わり。夏休みは遊ぶことが優先で、宿題に手を付けるのはいつも8月の終わりでしたから、時間切れです。水温による表面張力の違いや、氷と水の体積の違いを調べたりすれば、面白いレポートになったと思います。

水は身近な存在ですが、とても不思議な性質を持っています。多くの物質では、気体、液体、固体と密度が大きくなっていきます。でも水は、4℃で最も密度が大きくなり、もっと冷やすと密度は小さくなっていくのです。氷が水に浮くのも、氷の密度が水より小さいから。もし水が、ほかの物質と同じように温度が低くなるほど密度が大きくなったら……。冬、湖面にできた氷は沈み、湖底には氷が積み重なり、やがて氷の湖になってしまうでしょう。水って不思議ですね。

暗い実験室を飛び出し海へ

——子どものころの将来の夢は。

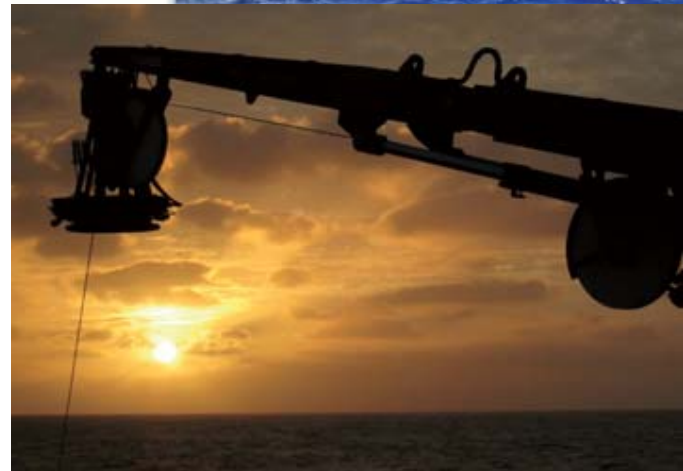
内田：電車の運転手や飛行機のパイロット。乗り物が好きでした。高校のころは“鳥人間”にあこがれ、航空宇宙学部を目指していました。でも予備校の先生に、「理工学部なら多くの可能性があって応用が利く」と勧められ、東京理科大学理工学部に進みました。

——大学ではどのような研究を？

内田：大学4年から機械工学科の流体力学の研究室に入りました。卒業論文は、「低レイノルズ数における並列球群の自由落下運動について」です。難しそうな言葉が並んでいますが、電話ボックスくらいの水槽にグリセリンを満たし、そこにパチンコ玉大のセラミックスの球を静かに落として、その動きを観察するというものです。複数の球を落とすと、最初がどのような配置でも、正多角形の配置で落下していきます。3個落とせば正三角形、4個落とせば正方形。きれいな自然現象に感動しました。

——海洋の研究とはずいぶん違いますね。

内田：まったく関係ありません。ただ、研究室では海底にあるマンガン団塊を効率よく引き上げるための基礎研究もして



CTDによる観測は24時間、休みなく続く。CTD（Conductivity Temperature and Depth profiling system）はクレーン・ウインチによってつり下げられ、沈みながら水温と塩分を高精度で測定する。CTDセンサーの周りにRMS（Rosette Multi Sampler）の採水ボトルが36本並び、引き上げながら異なる深度で海水を採取する。1回の観測に4時間ほどかかる



深層循環の実験を行う内田技術研究主任

2008年11月24日に開催された国際海洋環境情報センター（GODAC）の施設一般公開にて。常温の水の上に、色を付けたお湯を静かに注ぐ。水と塩を入れたアルミ缶で水槽の片側の上部を冷やすと、色の付いた暖かい水が冷やされて重くなって沈み、水槽の底を広がっていく。その様子に子どもたちの目が輝く



採水ボトルからの取水作業

上：採水ボトルの番号に対応した36個のかごを用意し、それぞれに分析項目ごとの取水瓶を準備する。瓶の入れ間違いないか、採水前に入念にチェックする内田技術研究主任（左）

下：溶存酸素分析用の採水を行う内田技術研究主任（右）。気泡が入らないようにチューブを使って丁寧に採水する



いて、教授は「これからは海洋の時代だ」とよくいっていました。それが海に興味を持ち始めたきっかけかもしれません。

大学卒業後の進路を考えていたとき、九州大学大学院の大気海洋環境システム学専攻の学生募集のポスターが目に残りました。そこには、地球全体を観測できる人工衛星のデータ解析をする、船で海に出て観測データを取ってくる、と書いてある。スケールの大きさに冒険心がかき立てられました。水槽実験は、セラムックス球の動きをフラッシュ撮影する

ため、夜中に実験室を真っ暗にして行うのです。暗い実験室を飛び出して海の研究をやろう、と決心しました。

海のなかの変化を知る

——いよいよ海洋観測ですわ。

内田：私が大学院に入った1993年は、WOCE（世界海洋循環実験計画）という国際的な海洋観測が始まって間もないころでした。私たちの研究室もWOCEに参加し、四国沖で黒潮の流量を観測することになりました。流速計を海中に係

留し、1年後に再び観測点を訪れ、切り離し信号を送って回収します。しかし、切り離し装置が壊れていたり、係留索が切れたりしていると、流速計を回収できません。切り離し装置を呼び覚ます瞬間は最も緊張します。

——そして2001年、海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構）へ。

内田：JAMSTECでは2001年から大洋の縦横断観測を本格的に始めることになり、私もそれに参加しました。大学院のときは日本沿岸を流れる黒潮の観測なので、航海は長くても2週間ほど。ところが大洋を横断するには1〜3ヵ月もかかります。航海は好きなので、長期間でもつらくはありません。しかし、子どもがまだ小さいころは、寂しい思いもしました。長い航海から帰ってくると、私の顔を忘れてしまっているんです……。

——これまでの観測航海の数は。

内田：大学院のときから数えると、22航海で、乗船日数は560日です。

——最近の航海について教えてください。

内田：海洋大循環観測研究プログラムでは2年に一度、海洋地球研究船「みらい」で大きな観測航海を実施しています。最近では2007年に、北緯47度線に沿って太平洋を横断する観測と、日付変更線に沿ってベーリング海からニュージーランドまで縦断する観測を行いました。どちらも1990年代にWOCEで観測をしている測線です。流量や、海水が運ぶ熱の量、蓄えている熱の量などを観測し、WOCEのデータと比較することで、この十数年で海のなかがどのように変わったかを知ることができます。

——船ではどういう作業をするのですか。

内田：最も中心的な観測装置がCTDです。観測点に到着すると、CTDがクレーン・ウインチによってつり下げられ、水温と塩分を計測しながら海底まで下ろされます。CTDの周囲には36本の採水ボトルが付いていて、引き上げながら36の異なる深度で海水を採取します。

CTDが甲板に上がると、人が続々と集まってきます。採水ボトルの海水は、分析する項目ごとに瓶に小分けにされます。瓶を受け取った人は、分析室に戻って分析をする。それが、航海中、何度も繰り返されます。私はCTD観測の責任者です。また、水くみ班長として、採水

ボトルからの取水の指揮を執ることもあります。表層の海水も深層の海水も、見た目は違いは分かりません。でも、水深6,000mの水温は1℃くらいなので、深層で採水したボトルから取水していると手がかじかんできます。

——海のなかは変化しているのでしょうか。

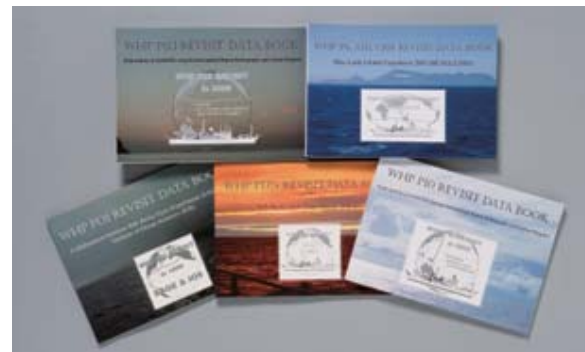
内田：私たちは、太平洋全体において、南極周辺で沈み込んで北上する底層水が、この10年で0.01℃程度昇温していることを発見しました。南極周辺で沈み込む底層水の量が減り、深層循環が弱まっていると考えられます。

——0.01℃の差も分かるのですか。

内田：地球温暖化など気候変動による変

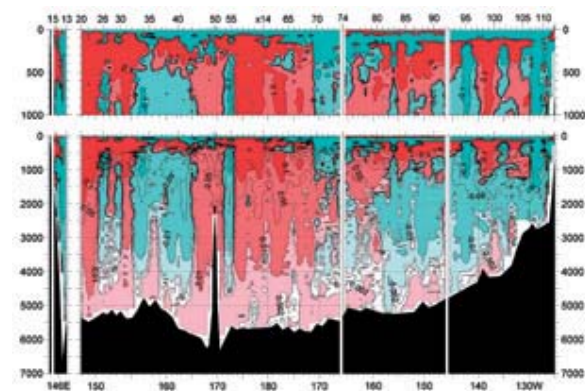
化をとらえるには、高精度の観測データが不可欠です。「みらい」搭載のCTDでは、1000分の1℃の正確さで水温を測定できます。私はJAMSTECに来て以来、CTDのデータの品質管理に携わってきたので、その精度に自信を持っています。これだけ精度よく、しかも深層まで計測したデータは大変貴重です。だからこそ、底層水が昇温しているという新事実を明らかにすることができたのです。

品質管理の行き届いた信頼のおけるデータは、将来にわたって世界中のたくさんの研究者に使われ、人類の役に立ちます。プレッシャーもありますが、この仕事をとても誇りに思っています。



大洋縦横断観測の報告書

JAMSTECでは、1990年代に行われたWOCEの測線を再観測することで、この十数年で海のなかがどのように変化したかを明らかにしようとしている。内田技術研究主任はこれまでに8測線の観測を行っている。「船に乗るって、ちょっと冒険っぽいところがありますよね。それが合っているんです。普通の生活では行かないような国や港に行けるのも楽しいものです」



1999年と1985年の水温の差

「みらい」は1999年、北緯47度に沿って北太平洋の横断観測を行った。同じ測線を観測した1985年のデータと比較した結果、南極周辺で沈み込んで北上する底層水が0.01℃程度昇温していることが明らかになった（ピンク色の部分）

——これからやりたいことは？

内田：海の姿を隅から隅まで、観測によって明らかにしたい。多くの項目について高精度で測定できる、船による観測は重要で。現場で取ってきたデータは真実ですから。しかし、船だけでは観測できる範囲や時期、回数に限界があります。

海面については、人工衛星の技術革新によって、もっと詳細な情報が取れるようになるでしょう。海のなかのデータは、アルゴフロートによって飛躍的に増えています。アルゴフロートは世界中の海洋に約3,000個が投入され、10日に一度、水深2,000mまでの水温と塩分を計測して、人工衛星経由でデータを送ってきます。深層循環が弱まると海洋が吸収する二酸化炭素の量が減少するといわれているので、二酸化炭素や栄養塩のセンサーをアルゴフロートに付ければ、変化を知ることができます。さらに、大洋を横断して係留観測ができれば、深層流が本当に弱まっているかどうかを明らかにできます。海の姿を知るには、さまざまな観測方法を組み合わせる必要があるのです。

じっくり考えてみよう

——『Blue Earth』の反響は？

内田：記事を読んだという高校生が訪ねてくれました。彼女は、地球温暖化が進んだときに深層循環がどう変化するかを調べようと、いろいろ条件を変えて実験をしたそうです。「なかなかうまくいかなくて……」と悩んでいましたが、その真剣な姿勢に感心しました。

疑問に思ったことや興味を持ったことについて、自分で問題を設定し、解決方法を考えて実験を行い、データを取って詳しく調べる。その結果、何かを発見したり、新たな疑問を見つけたりするのは、とても楽しいことです。当たり前だと思っていることでも、違う角度から見ても疑問がわいてくるものです。

——構想中の実験はありますか。

内田：海洋の運動には、地球が回転していることがとても大きく効いてきます。回転水槽のようなものを使えると、もっと実際の現象に近い実験をお見せできるかもしれません。いろいろ考えているときは楽しいのですが、なかなか難しくして。——より進化した深層循環の実験を楽しみにしています。

BE

イカ学入門 魚に似すぎた軟体動物

(2008年7月19日 第83回地球情報館公開セミナーより)



極限環境生物圏研究センター
海洋生態・
環境研究プログラム
特任上席研究員
奥谷喬司

おくたに・たかし。1931年、福岡県生まれ。東京水産大学増殖学科卒業。理学博士（東京大学）。東海区水産研究所、国立科学博物館動物研究部研究室長、東京水産大学資源育成学科教授、日本大学生物資源科学部教授などを歴任。1989年より海洋科学技術センター客員研究員。研究顧問を経て2007年より現職。日本貝類学会会長、東京水産大学名誉教授。専門は軟体動物の分類・生態・資源の研究

イカの泳ぐ姿は魚類と見まがうばかりです。しかし、イカは、のろのろと地面をはうカタツムリや砂浜にすむハマグリと同じ軟体動物の仲間です。イカはあらゆる海洋の環境に適応して、浅い海から深海、熱帯から極域まで世界中の海に生息しています。刺身や煮物など食材としてもおなじみのイカ。その体の構造や、驚きの発光の仕組み、変わった繁殖方法、大回遊の様子などを紹介します。

空飛ぶイカ

スルメイカの刺身をつくろうと包丁を入れると、背中に透明なプラスチックの棒のようなものがあることに気がつくでしょう（図1上右）。これは骨ではなく、軟甲と呼ばれるものです。また、コウイカは、舟のようなかたちをした石灰質の甲を持っています（図1下右）。日本では、スルメイカやヤリイカなど軟甲を持つツツイカ類も、石灰質の甲を持つコウイカ類も、まとめて「イカ」と呼んでいます。が、英語では両者を区別しています。ツツイカ類はsquid、コウイカ類はcuttlefishです。

イカは魚類ではありません。サザエやタニシ、カタツムリなどの巻き貝、アサリやハマグリ、ホタテガイ、カキなどの二枚貝と同じ軟体動物に属しています。イカの甲や軟甲は、実は貝殻と同じもののなのです。

貝類は、海だけでなく淡水にもすんでいます。カタツムリのように陸にすむものもいます。イカは、陸上はもちろん、淡水にすんでいるものもいません。しかし、海ならばどこにでもいます。コウイカやヤリイカは浅い海に、ホタルイカやダイオウイカは深海にすんでいます。

空を飛ぶイカもいます。「空」という言い過ぎかもしれませんが、トビイカは、腕の間にある膜とひれを広げて海面

の上を飛びます。このとき、ひれを進行方向に向けています。よく間違われるのですが、ひれが付いている円筒形の部分は頭ではなく、内臓が入っている胴体です。動物の頭は眼と口がある部分を指し、イカも例外ではありません。つまり、トビイカは後ろ向きに飛んでいるです。

ハンターの腕

イカは肉食です。陸上でいえばライオンやトラのように、ほかの動物を襲って食べます。イカには10本の腕があります。ほかの8本より長い2本の触腕を伸ばして、餌をつかまえます。触腕の先は広くなっていて、吸盤が並んでいます。吸盤には、キチン質のかたく細かい歯が並んだ環（吸盤環）がはまっています（図2左）。また、イカの吸盤には、ワイングラスのような柄が付いています。タコはイカと同じ軟体動物の頭足類ですが、タコの吸盤には柄も歯もありません。なぜ、イカとタコの吸盤は違うのでしょうか。

タコは海の底にすみ、イセエビやカニを好んで食べます。タコの吸盤は、つかまえた餌が跳ねて逃げてしまわないように密着できる構造になっています。一方、イカの場合、自分も餌も泳いでいます。暴れる餌を逃さないために、相手の体に食い込んで確実につかむことができる歯と、相手がどの方向に動いても対応でき

るように遊びのある柄が必要なのです。いかにもハンターという姿をしているのが、ツメイカです。ツメイカの触腕の先には、丸い吸盤が変形してできた鋭い鉤が付いています（図2右）。鉤を持つイカは、珍しくありません。ホタルイカを食べるとき、よく観察してみてください。ホタルイカの触腕にも鉤があります。

カラス・トンビの由来

触腕でつかまえた餌は、10本の腕の真ん中にある口に持っていきます。イカの口には顎板があり、外からもその先端が見えます。いわゆる「カラス・トンビ」です。上顎板は細いのでカラスのくちばしに、下顎板は強くカーブしているのでトンビのくちばしに、それぞれ似ていることから、カラス・トンビと呼ばれるようになりました（図3右上）。鳥のくちばしのイメージが強いので、上顎板が下顎板を覆っているように思われるかもしれませんが。しかし実は、下顎板が前に出た、いわゆる“受け口”になっています。

ずいぶん前のことになりますが、ウォルト・ディズニーがジュール・ベルヌの『海底2万マイル』を映画化しました。大きなイカがくちばしをカチカチと鳴らしながら潜水船に襲い掛かるシーンがあります。そのくちばしは、上顎板が前に出ていました。さすがのディズニーも、イカが受け口であることまでは気が付かなかったようです。

イカは、まず餌をカラス・トンビで食いざります。舌はかたく、表面には「歯舌」という細かい歯が並んでいます（図3右下）。餌は、このおろし金ですりおろしてから飲み込みます。

雄と雌を見分ける

イカは雄と雌に分かれています。わざわざそう断るのは、軟体動物のなかにはカタツムリやウミウシのように雌雄同体のものが意外に多いからです。

雌雄は、生殖器官で確認できます。成熟した雌の胴体を開くと、中央に二またに分かれた大きな細長い、白っぽい器官が現れます。これを白子（精巣）と間違える人がいますが、これは卵を包むゼラチン質をつくり出す抱卵腺です。

成熟した雄の胴体を開くと、細長く白い精巣のほかに、くねくねと巻いたよう



図1
スルメイカ(上)と
コウイカ(下)

イカは軟体動物で、頭に足が付いている独特な姿から、タコとともに頭足類にまとめられている。スルメイカなどの胴体が細長く、棒状の軟甲を持つツツイカ類と、胴体に丸みがあり、舟形の石灰質の甲を持つコウイカ類に分けられる。頭部がある方が前、ひれが付いている方が後ろ、漏斗があり体色が薄い方が腹側、体色が濃い方が背側である

スルメイカの軟甲

コウイカの甲
雌は卵を抱くため、雄より甲が広い



図2 イカの触腕

左は、スルメイカの触腕の吸盤。吸盤のなかには、細かい歯が並んだかたいキチン質の環（吸盤環）がはまっている。吸盤には柄が付いている。歯と柄によって、逃げようと暴れる餌を確実にとらえる。右は、ツメイカの触腕の鉤。鉤は、吸盤が変形してできたもの

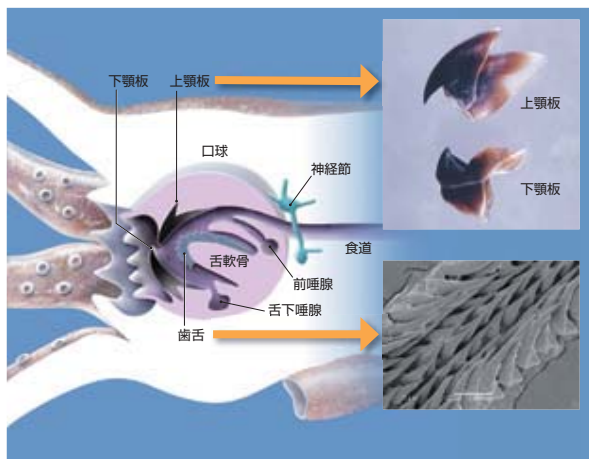


図3 イカの口の構造

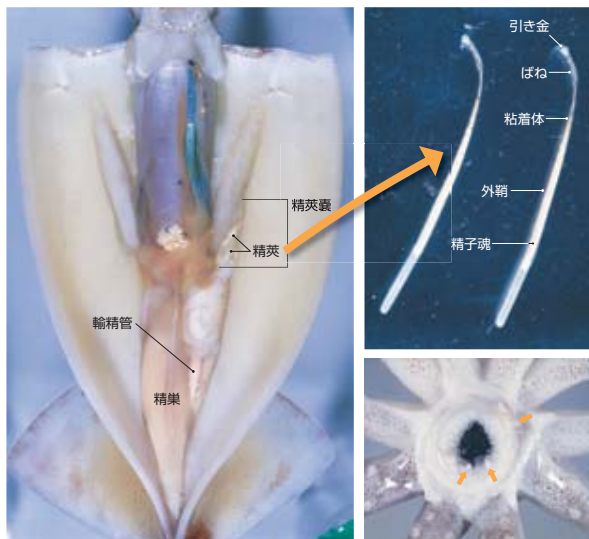


図4 スルメイカの雄の生殖器官と精莢、雌の囓口部

精莢嚢のなかには、精子が詰まった精莢が並んでいる。雄は、吸盤の付いていない交接腕で精莢を渡す。打ち出された精子の塊は、雌の唇の周りのやわらかいところに植え付けられたり（スルメイカ、右下写真矢印）、囓口膜にあるポケットに入る（ヤリイカなど）

な付属器官があります。その先には、つまようじのようなものが並んだ透明な管も目に付きます（図4左）。これは精莢嚢（せいきやうのう）です。つまようじ状のものは、精莢あるいは精包と呼ばれ、何千もの精子が詰まっているカプセルです。精莢の先には鉤のような引き金があり、刺激を与えると、精子の塊がばねで打ち出されるという仕掛けになっています（図4右上）。

新鮮なイカを料理していると、精莢に触れた刺激で精子の塊が飛び出すこともあります。寄生虫だと騒ぎになったりします。また、うっかり精莢を口に入れてしまうと、口のなかに刺さり、とても痛い思いをします。口腔外科の学会では、イカの精莢を食べて口のなかをけがしたという報告がときどきあります。

外見だけで雌雄が分かる場所がありま

す。スルメイカの場合は右の第4腕です。触腕以外の腕は先端まで吸盤がありますが、雄の右の第4腕だけは先端に吸盤がなく、くしのようにギザギザになっています。幅も少し広がっています。これが、交接腕です。かたい吸盤で精莢を持つと、雌に渡す前に引き金を引いてしまい、精子が無駄になってしまいます。雄は、吸盤が付いていない交接腕で大切に精莢を持ち、雌を抱きかかえるように密着します。その瞬間に精莢の引き金が引かれ、精子の塊が打ち出されます。スルメイカなどでは、雌は雄から精子の塊を、唇の周りのやわらかいところに植え付けられます（図4右下）。ヤリイカなどは、囓口膜にあらかじめ精子を受け取るポケットを持っています。そして、自分が卵を産み出すときに、その精子を使って受精させるのです。イカの場合、雄と雌の生殖器官が直接触れないため、交尾ではなく「交接」と呼んでいます。

ところで、イカの場合、足なのか腕なのかと、よく質問を受けます。料理では「足」といいます。生物学的にも足ですが、餌をとったり、精莢を持ったり、雌を抱きかかえたりと、いろいろなことができるので、研究上は「腕」と呼んでいます。

スルメイカの一生

イカの卵はゼラチン質の袋に包まれています。袋は、微生物や病原菌から卵を守ります。ヤリイカは大集団で産卵し、1つに20～40個もの卵が入った卵嚢があり、見渡す限りの海底を埋め尽くすこともあります。ソデイカの卵塊は、直径30cmほどで、長さは1mを超えることもあり、ふわふわと海中を漂います。その様子から、昔はサルバというゼラチン質の動物プランクトンの一種だと思われていたこともあります（図5）。

スルメイカはとてもポピュラーなイカですが、産卵については長い間、謎でした。1994年、世界で初めてスルメイカを水槽で産卵させ、その撮影に成功したのが、北海道大学の櫻井泰憲博士（大学院水産科学研究科教授）です。スルメイカの卵塊は直径80cmくらいのボール状で、大きなシャボン玉のようなゼラチンのなかには、直径1mmにも満たない卵が2万～20万個も入っています。

卵から生まれたばかりのスルメイカの

幼生は体長1mmほどです。深海にすむイカも、子どものときはみんな海の表層にきます。子孫をできるだけ広い地域に広げるためには、流れが少ない深海より、流れの強い表層の方が有利だからです。

スルメイカは、九州の南から沖縄にかけての暖かい海で産卵します。卵からかえると、黒潮や対馬暖流に乗って北上していきます。栄養豊富な親潮が流れる北海道周辺で成長し、性成熟します。交接をして精子を受け取ってしまえば、もう雄は要りません。南下して暖かい海で、雌だけで産卵し、一生を終えます。

スルメイカは、この日本列島縦断の往復を1年のうちに行います。かつては、スルメイカの寿命は3～4年だといわれていました。魚は、耳石に刻まれた年輪から年が分かります。イカの場合は、耳石に似た平衡石を薄く切って調べると、1日に1本ずつできる日輪が見えます。スルメイカでは、日輪が365本以上のものではなく、多くが300本以下であることから、その寿命は1年ということが分かりました。

光操って姿を消す

イカには、ホタルイカなど光を出すものがあります。ホタルイカの発光器には、発光細胞だけでなく反射板やレンズなどもあり、複雑な構造になっています。ホタルイカの発光器は、腹側と目の周り、左右の第4腕の先にあります。

かつて発光器は暗い水中を照らすためにあると考えられていましたが、それは間違いでした。水深200mくらいまでは、昼間は表層から光が差し込みます。敵が下から見上げると、シルエットが浮かび上がり、格好の標的となってしまいます。そこで、ホタルイカは発光器を使って表層から届く光と同じ明るさの光を出し、シルエットを消しているのです。夜は発光しません。かえって目立ってしまいますから。外套膜に付いている発光器は一種のカモフラージュに使うわけです。

では、シルエットがちょうど消えるように、光の明るさをどのように調節しているのでしょうか。ホタルイカの頭の背側には、「窓」と呼ばれる、色素がない部分があります。そこから入ってくる光の量を、受容器で測っています。また、発光器が出す光の量も受容器で測り、入



図5 ソデイカの卵塊
ゼラチン質で包まれた卵塊は、直径30cmほどで、長さは1mを超えることもある。海中を漂っている

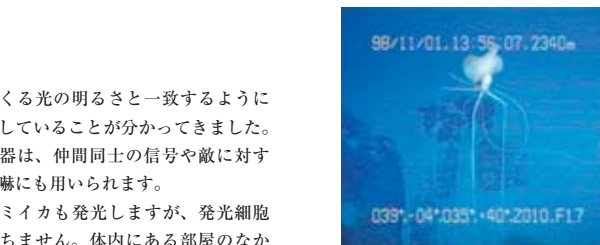


図6 ミズヒキイカ
「しんかい6500」が1998年、インド洋の水深2,340mで撮影。腕の先まで7m。ミズヒキイカの属名 *Magnapinna* は、「大きいひれ」という意味

ってくる光の明るさと一致するように調節していることが分かってきました。発光器は、仲間同士の信号や敵に対する威嚇にも用いられます。

ミミイカも発光しますが、発光細胞を持ちません。体内にある部屋の中に発光細菌をすまわせて、その光を利用しているのです。しかし、バクテリアの発光はイカの意思で変えることはできません。そこで、光を出したくないときは、発光細菌が入っている部屋とレンズの間にある墨袋に墨を流し込みます。すると、暗幕を張ったようになって、発光細菌の光は外に漏れません。とても巧妙な仕組みです。

まだ未知のイカがいる

巨大なダイオウイカをつかまえたというニュースがときどき流れます。これまでに捕獲された最大のイカは北大西洋のもので、胴の長さが6m、触腕の先までは17mもありました。国立科学博物館の窪寺恒己博士（海産無脊椎動物研究グループ長）は、日本近海のダイオウイカの調査を精力的に行ってい

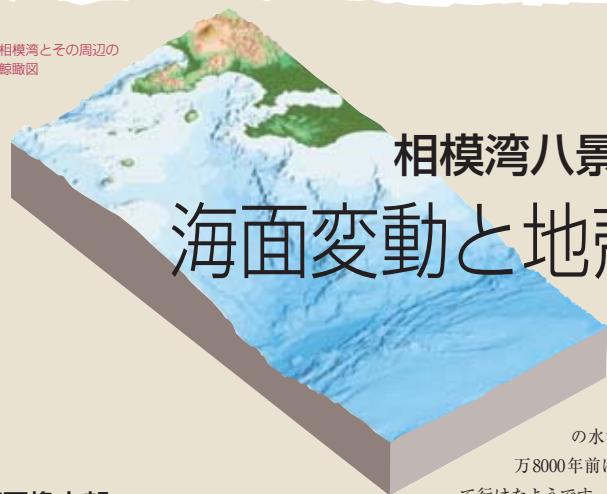
ます。2004年には小笠原諸島近海でダイオウイカが餌をとる貴重な姿をビデオ撮影することに成功しました。このダイオウイカは、胴の長さが1.8mでした。触腕の先が切れていましたが、完全な姿なら触腕の先までは約4.5mと推定されています。

有人潜水調査船「しんかい6500」が1998年にインド洋で潜航調査を行ったとき、奇妙な生物の撮影に偶然成功しました（図6）。触腕の先まで7mもある巨大なミズヒキイカでした。ミズヒキイカは、小さな子ども以外まだ捕獲された例がない、とても珍しいイカです。

海のなかには、まだ私たちが知らないイカがいるのに違いありません。私は長い間イカの研究に携わってきましたが、まだまだ興味は尽きません。

BE

相模湾とその周辺の
鯨畛図



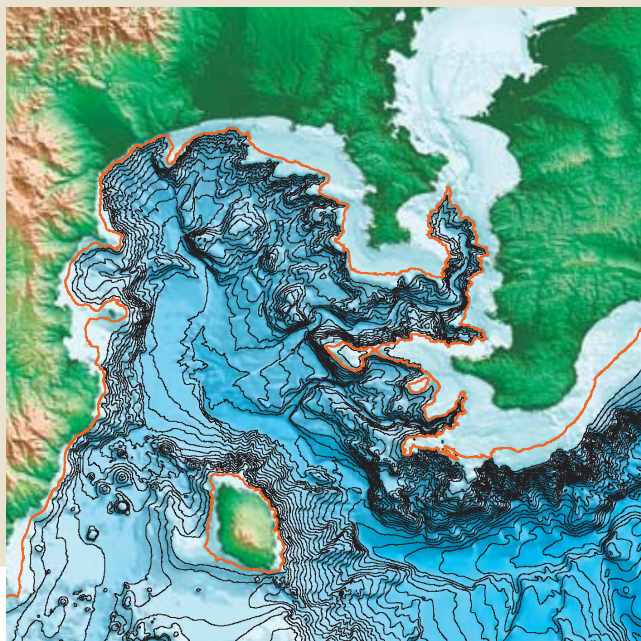
相模湾八景 其の七 海面変動と地殻変動

藤岡換太郎 海洋地球情報部 特任上席研究員

相模湾のなかにプレート境界があるため、相模湾内
の大陸棚や沖ノ山堆など水深の浅い海底にはさまざまな地球科学現象が残されています。そのうち海面変動
と地殻変動に関係するものを、相模湾八景その7とし
てお送りします。

約2万年前の最終氷期には、海面が120mも下がっ
たといわれています。相模湾の周辺の海底地形図を見

相模湾海底地形図。
赤線は、1万8000年
前の海岸線を示す



三浦半島浜諸磯の隆起海岸の跡。穿孔貝が地層
に孔を開けた跡が海拔10mよりも高いところに
あり、ここが隆起したことを物語っている



てみましょう。初島周辺
の水深は100mより浅いので、1
万8000年前には伊東から初島まで歩い
て行けたようです。初島では、縄文時代（約1
万2000年前～2500年前）の遺跡が発見されています。
その前の旧石器時代に人が住んでいた痕跡はまだ発見
されてはいませんが、可能性はあります。

相模湾北部では、強い海流のために海岸の浸食が激
しく、大陸棚はありません。一方、三浦半島の西、相
模湾東部には大陸棚が広く発達しています。陸上には
西北西―東南東方向の活断層が5つあります。それら
の活断層は、北から衣笠、北武、武山、南下浦、引橋
と呼ばれています。相模湾東部の大陸棚の上には、こ
れらの断層に派生する海底谷が見られます。海底谷の
方向は、陸上の断層の方向と調和的です。いずれも右
横ずれの断層で、房総半島にまでつながっています。

房総半島の館山の近くに「沼」という地名があります。
ここには、約6,300年前の縄文時代のサンゴが小さな
礁をつくって露出しています。6,000年前ごろの地球は
暖かく、海面はいまより約6mも高かったといわれてい
ます。このことは、実は縄文人が捨てた貝塚の分布か
ら分かりました。アメリカの動物学者エドワード・モー
スは、来日して横浜から東京に向かう途中、大森付近
で汽車の窓から貝塚を発見しました。1877年のことで、
それが日本で初めて見つかった貝塚です。

東本竜七氏は1926年、縄文人が残した貝塚が現在
の海岸線よりはるかに内陸にまで分布していることを
示しました。縄文人は、海から100kmも離れた山のな
かから海岸にまで貝を探りに行き、持ち帰って食べ、
その殻を捨てたのでしょうか？ 貝塚のある位置に海岸
があったと考える方が自然だと思います。

そうだとすると、縄文時代には海が現在の群馬県や
栃木県にまで広がっていたことになります。このよう
に海が内陸まで入り込む現象を「海進」といい、この
時代の海進は「縄文海進」と呼ばれています。思えば
旧石器時代から縄文時代にかけて（約2万～6,000年
前）、人類は酷寒から酷暑への大変な気候変動の時代
に生活していたのです。

地殻変動は、主として地震や火山活動に関係があり
ます。関東地震では、横浜や相模湾の近辺で土地が隆
起して海食台が形成されました。その比高は大きいこ
ろで2mにも達します。もし地震が100～200年の間
隔で起こっていれば、数万年の間には数十mの台地が
形成されます。日本アルプスなどでは1年間に3mmず
つ隆起していることが観測されています。3mmをあな
どってはいけません。100万年たてば、何と3,000mの
山になるのです。ところが、水平運動はそれより1桁
以上も速いのです。遅いプレートでも1年で3cmほど、
速いものでは15cmにもなります。100万年では30～
150kmになります。プレートが移動した分だけ沈み込
まないと、地球の表面積が釣り合いません。この不釣
り合いが地震となって解消されるのです。

そのような痕跡は相模湾のどこにあるのでしょうか？
まず地面が隆起する方は、三浦半島や横浜周辺に残さ
れています。三浦半島では平坦な海食台を利用してダ
イコンやスイカなどが栽培され、横浜近辺ではホテル
が建てられています。油壺の海岸に露出する地層には、
貝が孔を開けた跡が標高8mにあります。ヤッコカンザ
シと呼ばれる、現在は潮間帯に住んでいるゴカイの仲
間の生息跡も見られます。これらの地層は、かつて海
面近くにあったことになります。生物が痕跡を残した時
代が分かれば、陸地が相対的に8m隆起するのに要し
た年数も求められます。隆起の原因は、主に関東地震



6,000年前の海岸線
上：東京湾周辺
下：三浦半島周辺

のような巨大地震です。地震と地震の間には、沈み込
む海洋プレートが陸側のプレートと一緒に引きずり込
むために、陸地は沈降します。このような痕跡も地層
中に見られます。海底では、海底地滑りに伴う土石流
などが地形を変えているのです。海底のステーション
や基準点では、そのような現象をも観測しています。

火山活動に関係する地形としては、大島周辺の溶岩
や大島の南にある大室ダシがあります。大室ダシは大
きさが大島に匹敵しますが、大島が玄武岩なのに対し
て、大室ダシは新島や神津島と同じ流紋岩からなりま
す。一方、真鶴半島と初島の間には熱海海底谷と呼ば
れる円形の凹地形があります。まだ研究が進んでいま
せんが、真鶴半島も初島も火山です。そうすると、熱
海海底谷はカルデラが火口が浸食されて大きくなった
ものとも考えられます。

よく調べてみると、相模湾とその周辺にはこのよう
な地形がたくさんあって、過去の変動「蒼桑の変」を
記憶しているのです。

BE

さねさしの 相模の海を 上下させ
陸を持ち上げ 桑田にせむ



速報 相模湾広報航海を実施

執筆：萱場うい子（広報課）
協力：田代省三（広報課）・藤岡換太郎（海洋地球情報部）
およびKO-OHO-Qメンバー*1

2008年9月25日～10月1日に、アウトリーチのための航海「KO-OHO-Q Cruise*2」が行われました。3,000m級無人探査機「ハイバードルフィン」による撮影と、展示に用いる標本採取を目的とし、近隣の博物館・水族館の学芸員の方々にも乗船いただき、観察と議論を通して相模湾の重要性を伝えようという試みです。

「ハイバードルフィン」の潜航は、相模湾の東西南北で行われました。最初の潜航は相模湾の西側、初島沖です。ここでは本航海の目玉である「Bio-Geoトラバース」を行いました。Bio-Geoトラバースとは、水深による底棲生物の分布変化と同時に地形、地質構造を観察し、地質学的な要因と生物学的要因を併せて考察して、「生物はなぜそこにいるのか？」を明らかにしようという試みです。水深1,200mから110mまで航走し、海底を連続的に観察しました。シロウリガイコロニーや海洋研究開発機構（JAMSTEC）が海底に設置して観測に用いている「深海底総合観測ステーション」を通り過ぎ、ソコダラの仲間やイソギンチャク、ウニ、ナマコ、カニといった種々の底棲生物を連続的に観察、撮影しました。

次の潜航地点は相模湾南部、伊豆熱川沖です。ここでは、海底を20kmにもわたって流れたといわれる溶岩流の上流部で、さまざまな形態の溶岩を観察しました。海底の火山活動には、まだまだ知られていないことが潜んでいそうです。また、富山湾のコロニーで有名なオオグチボヤを撮影することに成功しました。

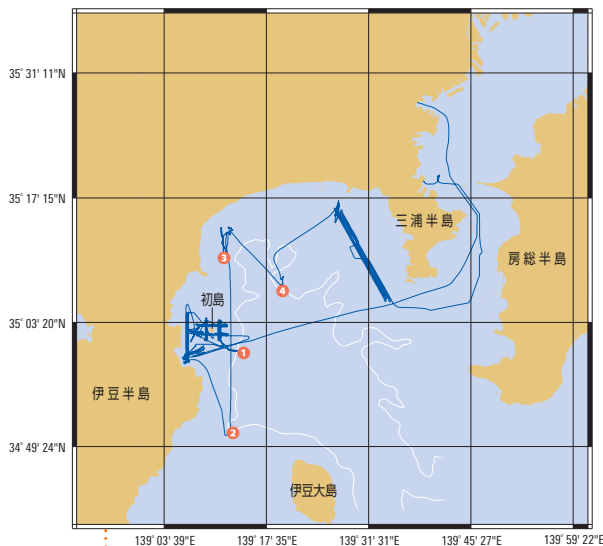
次に、相模湾北部の小田原沖では、東京大学三崎臨海実験所

の初代所長、箕作佳吉が和名を付けたヒドロ虫、オトヒメノハナガサ（乙姫之花笠）の撮影を目指しましたが、残念ながら見つかりませんでした。ここでは、昨年の台風によって陸から運ばれたものでしょうか、土砂に半分埋まったごみや、まだ緑色の葉を付けた木の枝が多く見られました。ごみから過去の出来事を推測するのも、面白いかもしれません。

最後は相模湾東部、相模海丘です。ここでもBio-Geoトラバースを行う予定でしたが、時間不足で一部しか実施できませんでした。斜面でシロウリガイの合弁の死がい、頂上付近では斜面崩壊の跡を発見しました。2枚の貝が合わさった合弁の状態は、死んでから長い時間がたっていないことを意味します。そこにシロウリガイコロニーがあった可能性があります。

限られた時間ではありましたが、一航海で多くの映像や試料を得ることができました。本航海の成果をもとに、「続・相模湾八景」を皆さんにご紹介できるよう、航海後もメンバーで検討を重ねています。

海洋調査船「なつしま」の航跡図と「ハイバードルフィン」の潜航ポイント（①～⑤）。相模湾の東西南北の各地点を一航海で調査した



溶岩の上にたたずむオオグチボヤ。相模湾でのハイビジョン映像の撮影に初めて成功した



深海の梅林！？熱川沖にて1mもある美しい桃色のソフトコーラルが見られた



*1 乗船団体：神奈川県立生命の星・地球博物館、横浜貿易自然・人文博物館、平塚市博物館、千葉県立中央博物館、葛西臨海水族園、新江ノ島水族館、京急油壺マリンパーク、横浜・八景島シーパラダイス
*2 Key Observation and Outreach of Hidden Ocean and Organisms Cruise

国際惑星地球年とジオパーク 大船渡と三浦半島をジオパークに

執筆：藤岡換太郎（海洋地球情報部）

国際惑星地球年

2007～2009年は国際惑星地球年（International Year of Planet Earth：IYPE）で、地球環境を考える上で重要な年です。これは2005年の国連で宣言されました。宣言文には「安全で安心して社会生活を送るためには地球科学の知識と技術が欠かせないことを理解してもらい、生活の知恵として根付くようにすることが重要です」と書かれています。IYPEには10のテーマが掲げられています。それは災害、資源、健康、気候、地下水、海洋、土壌、地球深部、巨大都市、そして生命です。

ジオパークとは

ジオパーク（Geopark）とは、地質の世界遺産だと思えばよいでしょう。ある地域の重要な露頭（岩石や鉱脈の一部が地表に現れているところ）を見て回り、岩石に触ったり、たたいたり、解説を受けたりすることで、その地域の地質学的な成り立ちを考えることができます。大切な露頭や露頭群を公園にして保全することで、地球科学の

普及に役立て、観光を通じて地域振興に活用することを目指しています。そのような場所は世界中に至る所にあります。ジオパークの設立を推進するため、2004年にはユネスコの支援により「世界ジオパークネットワーク（GGN）」が設立されました。GGNに加盟申請して審査を通ると、「世界ジオパーク」と名乗ることができます。2008年11月現在、世界ジオパークは18カ国に57カ所あります。

日本のジオパーク

残念ながら、日本にはまだ世界ジオパークはありませんが、その準備が進められています。2007年12月、十数人の専門家からなる、GGN公認の「日本ジオパーク委員会」が設立されました。事務局は産業技術総合研究所地質調査情報センターにあり、日本におけるジオパークの審査・認定を行っています。日本ジオパーク委員会は、世界ジオパークの候補を年に数カ所選定して、GGNへの加盟申請も行います。2008年10月、洞



岩手県大船渡にある日本最古のサンゴ化石。天然記念物に指定されている



大船渡の樋口沢サンゴ化石と筆者（撮影：東海新報 伊藤雪枝記者）

爺湖・有珠山、糸魚川、島原半島の3地域が、日本で初めてGGNへ加盟申請されることが決定しました。申請手続きは年内に行われる予定です。

日本は風光明媚で重要な露頭がたくさんあります。全国津々浦々どこでもジオパークになり得ると思います。そのような場所を2つご紹介しましょう。

大船渡

——日本最古のサンゴ化石

岩手県大船渡市には日本の最古の地層群がそろうとあり、日本最古のサンゴの化石が露出することが知られています。これら地層の年代は、古生代シルル紀（約4億2000万年前）です。約2kmの範囲に露出しているため、歩いて見て回ることができ、貴重な露頭を残すためにも早急に議論する必要があります。

についており、金網が掛けられていて薄暗く、写真を撮るのさえままならぬ状況でした。貴重な露頭をジオパークとして管理し、多くの人が観察できるように整備していくことが重要です。

三浦半島

——多様な地層が露出

三浦半島には、約3500万年前から現在までの地層がそろっています。地震に起因する断層や火山活動の産物である火山灰などが露出し、蛇紋岩や海底地すべり、付加体など地質学的に重要なものが露出しているのが特徴です。三浦半島は首都圏にあり、長さ約30kmで、車で全域にアクセスできます。三浦半島もまだジオパークにする動きはありませんが、貴重な露頭を



三浦半島で見られる海底地すべりの露頭

編集後記

この文を書いている傍らで、ノーベル賞の授賞式の様子がTVから流れています。暗いニュースが多かった2008年、物理学賞と化学賞あわせて4人の日本人研究者のノーベル賞受賞はとても明るい話題でした。私の個人的な2008年のトップニュースは、敬愛する作家のアーサー・C. クラーク氏が3月19日、スリランカの自宅で心臓機能不全のため亡くなられたことです。90歳でした。クラーク氏は、豊富な科学技術の知識と独特の宗教観をもとにした多くの作品を残しており、『2001年宇宙の旅』や『幼年期の終わり』をはじめとして宇宙や異星人をテーマにしたSF小説が有名です。彼は、海洋をテーマにした近未来小説も数多く手掛けています。それは、彼がダイビングが好きで、かなりの海洋オタクだったことにも起因しているようです。主な海洋関係の小説としては、『イルカの島』『星々の揺籃』『グランド・バンタスの幻影』や、海洋の惑星を舞台にした『遥かなる地球の歌』、また熱水噴出域の生物群集にヒントを得たとされる『2010年宇宙の旅』などが挙げられます。

そして『海底牧場』。私が大学生のころ、神田の本屋で偶然手に入れた洋書（！）がこの本だったのです。つたない英語力で辞書を引き読み始めると、設定はもちろん、潜水船やソーナー技術、未知の深海生物の登場に、どんどん物語に引き込まれていったことを思い出します。それまでは、漠然と海が好きだというだけで、海洋工学など意識しなかったのですが、この本は私のその後の方向性を決めたとはいっても過言ではありません。2006年に再版された文庫（早川書房）を読み返してみると、古さを感じるところが、1957年発表とは思えない先見性と海洋科学技術の正確な記述にあふれています。また、食糧問題や環境問題など、21世紀になった今でも、いったいいつになったら解決できるのだろうかという問題提起も多々されています。

この本の解説で、作家の藤崎慎吾氏は「海洋環境に関する描写と登場するさまざまな船や潜水技術などに古さを感じさせないのは、ITやバイオ技術などの爆発的な進歩に比べて、海洋研究開発分野の進み方が遅いのではないかと述べています。この指摘は、かなりの的を射ているのかもしれませんが。クラーク氏は多くの作品を通して、海洋は将来にわたって宇宙と同じように広大で謎に満ちあふれた世界であり続けてほしいと願っていたようです。しかし、世界的な資源不足から新たな資源供給域として海洋が目立ってきているなか、海洋は、果たして今後も人類にとって未知のフロンティアであり続けられるのでしょうか？

最後になりますが、2009年は『Blue Earth』読者の皆さまにとってよい年となりますよう心よりお祈りしております。（T. T.）

訂正

2008年9-10月号（通巻97号）16～17ページに掲載した地質百選は、特定非営利活動法人地質情報整備・活用機構が選定した「日本の地質百選」（第一次選定分：2007年6月現在）です。28ページに「WNAは冬季太平洋」とありましたが、正しくは「WNAは冬季大西洋」です

海と地球の情報誌『Blue Earth』第20巻 第6号（通巻98号）2008年12月発行

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 土屋利雄 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 有限会社フォントクリエイト
取材・執筆・編集 立山 晃 (p2-17) / 鈴木志乃 (p1, p20-31) / 坂元志歩 (p18-19)
デザイン 株式会社デザインコンピビア (Ad 堀木一男 / 岡野祐三 / ほか)

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

*本誌掲載の文章・写真・イラストを無断で転載、複製することを禁じます。

『Blue Earth』定期購読のご案内

URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/publication/index.html>

1年度あたり6号発行の『Blue Earth』を定期的にお届けします。

■申し込み方法

EメールかFAX、はがきに①～⑥を明記の上、下記までお申し込みください。
①郵便番号・住所 ②氏名 ③所属機関名（学生の方は学年）
④TEL・FAX・Eメールアドレス ⑤Blue Earthの定期購読申し込み
*購読には、1冊300円＋送料が必要となります。

■支払い方法

お申し込み後、振込案内をお送りしますので、案内に従って当機構指定の銀行口座に振り込みをお願いします（振込手数料をご負担いただきます）。ご入金を確認次第、商品をお送り致します。
平日10時～17時に限り、横浜研究所地球情報館受付にて、直接お支払いいただくこともできます。なお、年末年始などの休館日は受け付けておりません。詳細は下記までお問い合わせください。

■お問い合わせ・申込先

〒236-0001 神奈川県横浜市中区金沢区昭和町3173-25
海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部 広報課
TEL.045-778-5406 FAX.045-778-5498
Eメール info@jamstec.go.jp
ホームページにも定期購読のご案内があります。上記URLをご覧ください。



*定期購読は申込日以降に発行される号から年度最終号（3-4月号）までとさせていただきます。
バックナンバーの購読をご希望の方も上記までお問い合わせください。
バックナンバーのご紹介
URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/publication/index.html>

*お預かりした個人情報、は『Blue Earth』の発送や確認のご連絡などに利用し、独立行政法人海洋研究開発機構個人情報保護管理規程に基づき安全かつ適正に取り扱います。

JAMSTEC メールマガジンのご案内

URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/mailmagazine/>

JAMSTEC では、ご登録いただいた方を対象に「JAMSTEC メールマガジン」を配信しております。イベント情報や最新情報などを毎月10日と25日（休日の場合はその次の平日）にお届けします。登録は無料です。登録方法など詳細については上記 URL をご覧ください。

賛助会（寄付）会員名簿

平成20年12月1日現在

独立行政法人海洋研究開発機構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、寄付を頂き、支援していただいております。（アイウエオ順）

株式会社IHl	神戸ペイント株式会社	株式会社地球科学総合研究所	東日本タグボート株式会社
株式会社アイ・イチ・アイマリンユナイテッド	広和株式会社	中国塗料株式会社	株式会社日立製作所
株式会社アイケイエス	国際気象海洋株式会社	株式会社鶴見精機	株式会社日立プラントテクノロジー
アイビ印刷株式会社	国際警備株式会社	株式会社テゾック	深田サルベージ建設株式会社
株式会社アクト	国際石油開発帝石株式会社	寺崎電気産業株式会社	株式会社フジクラ
株式会社アサツディ・ケイ	国際ビルサービス株式会社	電気事業連合会	富士ゼロックス株式会社
朝日航洋株式会社	五洋建設株式会社	東亜建設工業株式会社	株式会社フジタ
アジア海洋株式会社	相模運輸倉庫株式会社	東海交通株式会社	富士通株式会社
株式会社アルファワークコンサルタンツ	佐世保重工業株式会社	海海マリンシステムズ株式会社	富士電機システムズ株式会社
泉産業株式会社	三建設備工業株式会社	東京海上日動火災保険株式会社	物産不動産株式会社
株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所	株式会社ジーエス・ユアサテクノロジー	東京製綱繊維ロープ株式会社	古河総合設備株式会社
株式会社エス・イー・エイ	JFEアレック株式会社	東北環境科学サービス株式会社	古河電気工業株式会社
エヌケーシーシムレス鋼管株式会社	財団法人塩事業センター	東洋建設株式会社	古野電気株式会社
株式会社NTTデータ	有限会社システム技研	株式会社東陽テクニカ	松本徹章株式会社
株式会社NTTデータCCS	シナノン株式会社	東洋熱工業株式会社	マリメックス・ジャパン株式会社
株式会社NTTファシリティーズ	清水建設株式会社	有限会社長澤工務店	株式会社マリン・ワーク・ジャパン
株式会社江ノ島マリンコーポレーション	シルンベルグ株式会社	株式会社中村鉄工所	株式会社丸川建築設計事務所
株式会社MTS雪氷研究所	株式会社商船三井	西芝電機株式会社	株式会社マルタン
有限会社エルシャンテ追浜	昭和ペトロリウム株式会社	西松建設株式会社	株式会社マルトール
株式会社OCC	社団法人信託協会	日油技研工業株式会社	三鈴マシナリー株式会社
沖電気工業株式会社	新日鉄エンジニアリング株式会社	株式会社日産クリエイティブサービス	株式会社すみず銀行
株式会社海洋総合研究所	新日本海事株式会社	ニッスイマリン工業株式会社	三井住友海上火災保険株式会社
海洋電子株式会社	須賀工業株式会社	ニッセイ同和損害保険株式会社	三井石油開発株式会社
株式会社化学分析コンサルタント	鈴鹿建設株式会社	日本SGI株式会社	三井造船株式会社
鹿島建設株式会社	スプリングエイトサービス株式会社	日本海洋株式会社	三菱重工業株式会社
株式会社川崎造船	住友電気工業株式会社	株式会社日本海洋科学	株式会社三菱総合研究所
株式会社環境総合テクノス	清通電設株式会社	日本海洋掘削株式会社	株式会社明電舎
株式会社関電工	石油資源開発株式会社	日本海洋計画株式会社	株式会社森京介建築事務所
株式会社キュービック・アイ	セナードバーンス株式会社	日本海洋事業株式会社	八洲電機株式会社
共立インシュアランス・ブローカーズ株式会社	株式会社総合企画アンド建築設計	社団法人日本ガス協会	郵船商事株式会社
共立管財株式会社	株式会社損害保険ジャパン	日本興亜損害保険株式会社	郵船ナブテック株式会社
極東貿易株式会社	第一設備工業株式会社	日本サルヴェージ株式会社	ユニバーサル造船株式会社
株式会社きんでん	大成建設株式会社	社団法人日本産業機械工業会	株式会社緑星社
株式会社熊谷組	大日本土木株式会社	日本水産株式会社	レコードマネジメントテクノロジー株式会社
クロバテック株式会社	ダイハツディーゼル株式会社	日本電気株式会社	
株式会社グローバルオーシャンディベロップメント	太陽日酸株式会社	日本ヒューレット・パッカード株式会社	
京浜急行電鉄株式会社	有限会社田浦中央食品	日本無線株式会社	
KDDI株式会社	高砂熱学工業株式会社	日本郵船株式会社	
株式会社ケンウッド	株式会社竹中工務店	株式会社間組	
株式会社構造計画研究所	株式会社竹中土木	濱中製鋼工業株式会社	

独立行政法人 海洋研究開発機構

横須賀本部 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 TEL.046-866-3811（代表）	東京事務所 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目2番9号 日比谷セントラルビル6階 TEL.03-5157-3900（代表）
横浜研究所 〒236-0001 神奈川県横浜市中区金沢区昭和町3173番25 TEL.045-778-3811（代表）	国際海洋環境情報センター 〒905-2172 沖縄県名護市玉豊原224番地3 TEL.0980-50-0111（代表）
むつ研究所 〒035-0022 青森県むつ市大字関根北関根690番地 TEL.0175-25-3811（代表）	Washington D.C. Office 1120 20th street, NW, Suite 700, Washington, D.C. 20036, USA TEL.+1-202-872-0000 FAX.+1-202-872-8300
高知コア研究所 〒783-8502 高知県南国市物部乙200 TEL.088-864-6705（代表）	

第11回 全国児童

「ハガキにかこう
海洋の夢コンテスト」

作品募集中!

海洋への関心が高まっている今日、未来を担う子どもたちが持つ海洋への夢やあこがれ、興味をさらに高めるために、海洋研究開発機構では全国の児童を対象としたコンテストを開催しています。

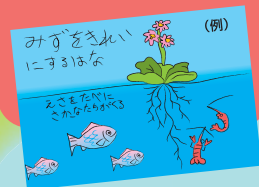
「絵画部門」「CG部門」に加えて、今年から「アイディア部門」が新しくできました!

- 応募資格 : 全国の小学生
- 応募テーマ : 「海」についてのあなたの「夢」
ハガキいっぱい楽しい海の世界を描いてください
絵画部門・CG部門・アイディア部門
- 応募期間 : 2008年12月1日～2009年1月31日
- お問い合わせ : 「ハガキにかこう海洋の夢コンテスト」事務局
電話 046-867-9002 (受付時間: 9:00～17:30 / 土曜・日曜・祝日休み)
E-mailアドレス hagaki@jamstec.go.jp

詳しくは <http://www.jamstec.go.jp/kids/hagaki/oubo.html> をご覧ください

「アイディア部門」新設!

海の科学・技術についての新しいアイディア (たとえば「夢の潜水調査船」や「海と地球を守るエコアイディア」など) を絵や説明文でかいて送ってね。



第10回 全国児童

「ハガキにかこう
海洋の夢絵画コンテスト」

入賞作品紹介

● 名護市教育委員会教育長賞

生命のやりがご

神奈川県横浜市立旭小学校5年
清水大輔



● CG-ARTS賞

海の世界の冒険 (CG)

佐賀県武雄市立北方小学校6年
佐々木大地



海洋研究開発機構

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>

R70

古紙パルプ配合率70%再生紙を使用

定価300円 (税込)