

海と地球の情報誌

Blue Earth

115

ISSN 1346-0811
2011年11月発行
隔月年6回発行
第23巻 第5号
(通巻115号)

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

就航30周年記念



海洋調査船「なつしま」が切り開いた 深海フロンティア



変化する北極海のいま

地震で発生する水素ガスを
“食べる”生態系?

海に咲く花——
アマモ、ヤマトウミヒルモ

地震で発生する水素ガスを “食べる”生態系が存在するかもしれない

1 **Close Up**
地震で発生する水素ガスを“食べる”生態系が存在するかもしれない

2 **特集**
就航30周年記念
海洋調査船「なつしま」が切り開いた
深海フロンティア

26 **Aquarium Gallery**
九十九島水族館「海きらら」
海に咲く花
——アマモ、ヤマトウミヒルモ

28 **Marine Science Seminar**
変化する北極海のいま
菊地 隆
地球環境変動領域 北半球寒冷圏研究プログラム
北極海総合研究チーム
チームリーダー

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

表紙 **JAMSTEC History 1971-2011**
1978年
波動発電装置「海明」

地震とは、地下の岩石が壊れ、断層が一気にすべる現象である。そのような断層の周辺には、高い濃度の水素ガスが存在していることが知られている。断層がすぶるときに破碎された岩石が水と化学反応を起こして水素ガスが発生するのだ。

水素ガスは、太陽光の届かないところで暮らす化学合成生態系にとって最も有効な代謝基質、つまり食糧である。たとえば海底の熱水噴出孔の周辺では、熱水に含まれる水素ガスを重要な代謝基質として利用する生態系が繁殖している。

ならば、地震によって生じる水素ガスを利用する独自の生態系が断層周辺に存在しているのではないか——そんな疑問から、海洋研究開発機構（JAMSTEC）の廣瀬文洋主任研究員、川口慎介ポストドクトラル研究員、鈴木勝彦チームリーダーによる研究が始まった。

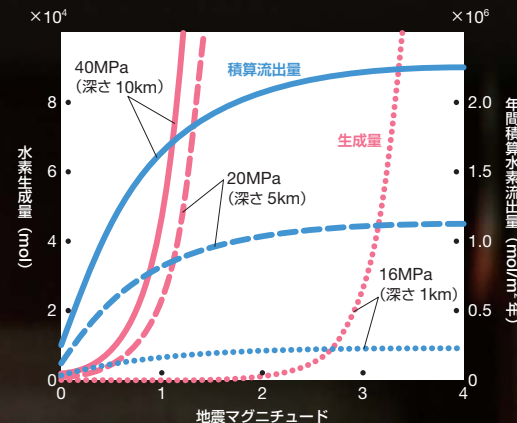
研究グループは、地震の発生によって断層周辺にどれほどの水素ガスが発生するかを調べた。地震のとき、断層は秒速数mという高速で数mもずれ動く。その様子を再現できる装置は世界に10台しか存在せず、そのうちの2台が高知コア研究所にある回転式高速摩擦試験機である。この装置では、2個の岩石試料を組み合わせ、一方を固定し、もう一方を高速で回転させる。岩石は摩擦熱によって高温になり、真っ赤になる。この装置を使って地震時に断層面で起こる現象を調べること、地震発生メカニズムに関する多くの成果が得られている。

今回の研究では、発生した水素ガスの量を正確に測定するべく、高速回転する岩石部分を覆う圧力容器を新たに開発して実験を行った。その結果、岩石が高速で大きく動くほど、つまり地震のマグニチュードが大きくなるほど、水素ガスの総生成量が増えることが分かった。さらに、私たちがゆれを感じないほどの小さな地震でも、断層周辺には最大1.1mol/kgという高濃度の水素ガスを含む環境が生じることも分かった。これまでに知られている熱水噴出孔周辺の水素ガス濃度は0.01mol/kgだから、それより2桁以上も濃度が高い。

日本周辺のように、海洋プレートが陸側のプレートの下に沈み込んでいる場所や、プレートが生まれる海嶺の近くでは、小さな地震が頻りに、そして継続的に起きている。そのような場所では、水素ガスを食べる生態系が十分に生育可能な環境が形成され得ることを、今回の結果は示している。

また、水素ガスを代謝基質とするメタン生成菌は、「地球生命の共通祖先の最有力候補」と考えられている。誕生間もない始原地球において、メタン生成菌は熱水噴出孔の周辺に生育していたという説がある。今回の研究は、プレート境界など地震が頻りに起きる場所もメタン生成菌が生育するのに十分な環境であるという新しい可能性を提示した。始原地球や、熱水噴出孔周辺など極限環境の生態系の多様性を示したという点でも、注目が集まっている。

今後、地球深部探査船「ちきゅう」などによるプレート境界の掘削によって断層の岩石試料を採取し、水素ガス濃度や、そこに水素ガスに依存した生態系が存在するかどうかを調べていく計画である。



地震のマグニチュードと水素ガスの発生量の相関図。回転式高速摩擦試験機を用いて、玄武岩が高速ですべったときに発生する水素ガスの量をもとに算出した結果。摩擦のエネルギー、つまり地震のマグニチュードが大きくなると、水素ガスの発生量が増加する。人がゆれを感じない小さなマグニチュードでも、高濃度の水素ガスが発生する。年間積算水素流出量とは、任意のマグニチュード以下の地震で1年間に単位断層面当たり発生する水素量を積算した量。玄武岩は、海洋底を構成する主要な岩石である

回転式高速摩擦試験機による実験の様子。直径25mmの円筒形の岩石試料を2個組み合わせ、模擬断層をつくり、一方を固定し、もう一方を高速で回転させる。断層が秒速数mの高速で数m以上ずれ動く、地震発生時の様子を再現することができる。今回の研究では模擬断層面を圧力容器で覆って、発生した水素ガスの濃度を測定した

(取材協力: 廣瀬文洋 高知コア研究所主任研究員、川口慎介 プレカンブリアンエコシステムラボユニットポストドクトラル研究員、鈴木勝彦 地球内部ダイナミクス領域チームリーダー)

就航30周年記念

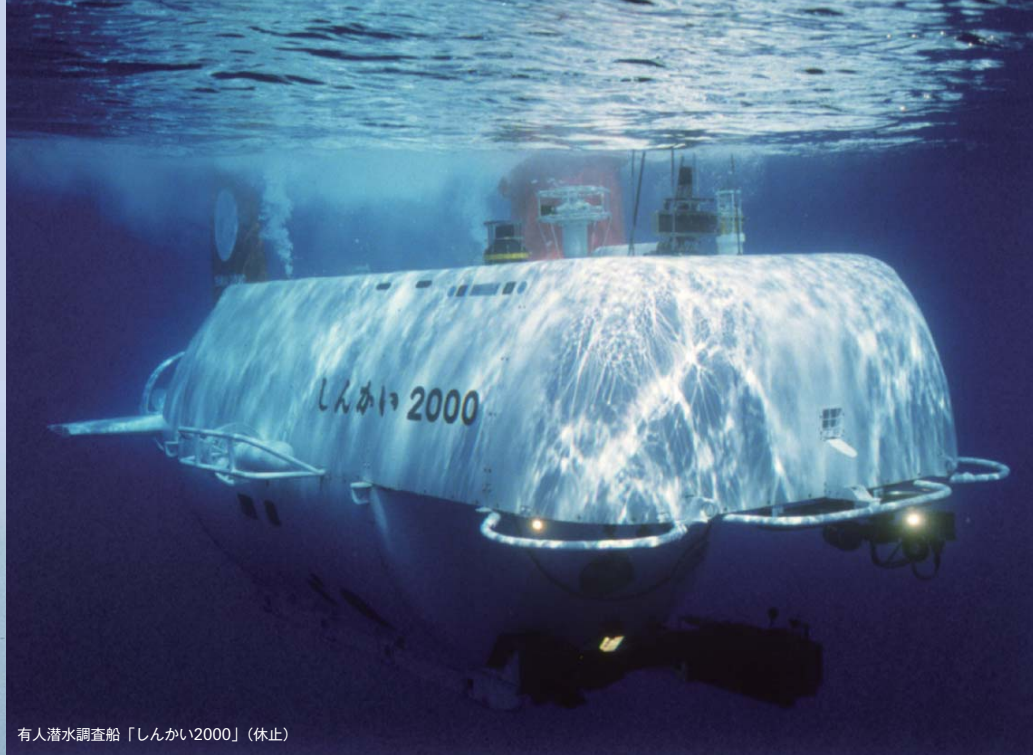


海洋調査船「なつしま」が切り開いた 深海フロンティア

日本による本格的な深海研究は1981年、
海洋研究開発機構（JAMSTEC）の海洋調査船「なつしま」の
就航とともに始まった。
有人潜水調査船「しんかい2000」の母船として建造された
「なつしま」は、無人探査機「ドルフィン-3K」や
深海曳航調査システム「ディーブ・トウ」なども駆使して、
深海のフロンティアを切り開いてきた。
「なつしま」が見た深海の姿を画像で振り返るとともに、
今後の深海研究をどのように進めるべきか、
各分野の専門家に、次の30年へ向けた
提言を聞いた。

取材協力

JAMSTEC 事業推進部
藤岡換太郎 特任上席研究員
柴田 桂 広報課 調査役
東京大学 大気海洋研究所
塚本勝巳 教授
東京大学 大学院新領域創成科学研究科
飯笹幸吉 教授
JAMSTEC 海洋工学センター
磯崎芳男 センター長
田代省三 運航管理部 部長



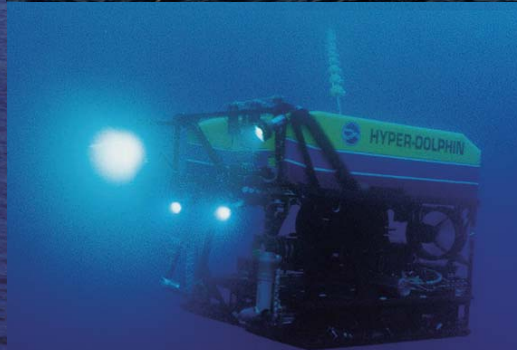
有人潜水調査船「しんかい2000」（休止）



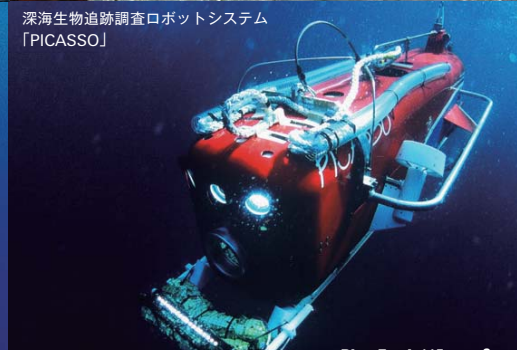
無人探査機「ドルフィン-3K」（休止）



深海曳航調査システム
「ディーブ・トウ」



無人探査機「ハイバードルフィン」



深海生物追跡調査ロボットシステム
「PICASSO」

相模湾の深海底に奇妙な生物が生息していた



1977~79年、地球科学や生命科学に大きなインパクトを与える大発見が、深海探査によってもたらされた。地球表面は十数枚の岩板、プレートで覆われている。アメリカの有人潜水調査船「アルビン」が、プレートが新しくつくられ拡大している東太平洋海膨において、深海底から熱水を噴出している場所にハオリムシやシロウリガイなどの奇妙な生物群が生息していることを発見したのだ。

それまで知られていた生態系は、植物などが太陽エネルギーを利用して光合成によって作り出した有機物に支えられている。従って、太陽光の届かない深海には、表層から降り注ぐ生物の死骸などの有機物を栄養にする生物はいても、その種類や数はとても少ないだろうと考えられていた。

ところが熱水噴出域ではさまざまな種類のたくさんの生物たちが、ほとんど太陽エネルギーに依存しない豊かな生態系をつくっていた。熱水に含まれる硫化水素やメタンをエネルギー源にして化学合成細菌がつくる有機物が、その生態系を支えているのだ。この生態系は「化学合成生態系」と呼ばれている。

この大発見後の1981年、「なつしま」「しんか

い2000」が完成、1983年から本格的な調査研究を開始した。

1984年6月5日、相模湾初島沖で「しんかい2000」により漁場調査が行われ、水深1,100m付近の深海底でシロウリガイの群集が発見された。このときパイロットを務めていた田代省三部長は、「海底に沿って進み、崖を登ったところに白い二枚貝がたくさん分布していました。『すごい。東太平洋海膨と一緒にだ!』と思いました。JAMSTECに戻ってすぐに報告したのですが、最初は誰も信じてくれませんでした」と振り返る。その発見の重要性が認識されたのは2~3年後のことだ。フィリピン海プレートの下に太平洋プレートが沈み込んでいる相模湾には、断層からメタンなどを含む冷水が湧き出ている場所があり、そこにハオリムシやシロウリガイなどが化学合成生態系をつくっているのだ。「しんかい2000」のこの発見を契機に、日本周辺における化学合成生態系の研究が始まった。

さらに「しんかい2000」は、相模湾の深海底にすむ生物たちの生きている姿を次々と明らかにした。

ターライソギンチャク。水深300m



オトヒメノハナガサ。水深580m



ナマハゲフクロウニ。水深464m



ハゲナマコ。水深1,199m



シロウリガイの群集。水深1,150m



ハオリムシ。水深1,160m



1989年、日本で最初に発見された
ブラックスモーカー。伊是名海穴、
水深1,337m

沖縄トラフで熱水噴出域を発見



日本周辺にも熱水が噴出している場所があるのだろうか。1986年、「しんかい2000」は沖縄トラフにおいて、約40℃という温水が噴出している場所を日本周辺で初めて発見した。沖縄トラフは海底が割れ、拡大が始まろうとしている場所だ。さらに1988年、沖縄トラフの伊是名海穴で200℃を超える高温の熱水系を発見。1989年には日本周辺で初めて「ブラックスモーカー」を見つけた。

海底から染み込んだ海水は、地下のマグマによって温められ熱水となって噴き出す過程で、周りの岩石と反応して金属元素をたくさん溶かし出す。たとえば、銅や鉛、亜鉛などの金属元素を溶かし出した熱水が海底から噴出すると、海水で急冷されて金属硫化物の黒い粒子となる。その黒い

粒子を含む熱水は黒煙のように見えることから、ブラックスモーカーと呼ばれる。

熱水に含まれていた金属硫化物が積み重なってチムニーと呼ばれる煙突をつくる。さらにマウンド（小山）をつくるケースもある。このマウンドは大部分が金属硫化物から成る金属鉱床そのものだ。熱水噴出域は地球科学や生命科学研究だけでなく、資源探査にとっても重要な場所なのだ。

さらに「しんかい2000」は、沖縄トラフで興味深い現象を発見した。熱水に混じて二酸化炭素が海底から噴出していたのだ。この海域では、中国大陸などの河川から流れ出てきた有機物が海底に厚く堆積しており、それが分解されて二酸化炭素となり噴出していると考えられる。

熱水を噴出するチムニーに群がる
シンカイヒバリガイ。南奄西海丘、
水深約700m

有望な海底熱水鉱床が広がる伊豆・小笠原海域



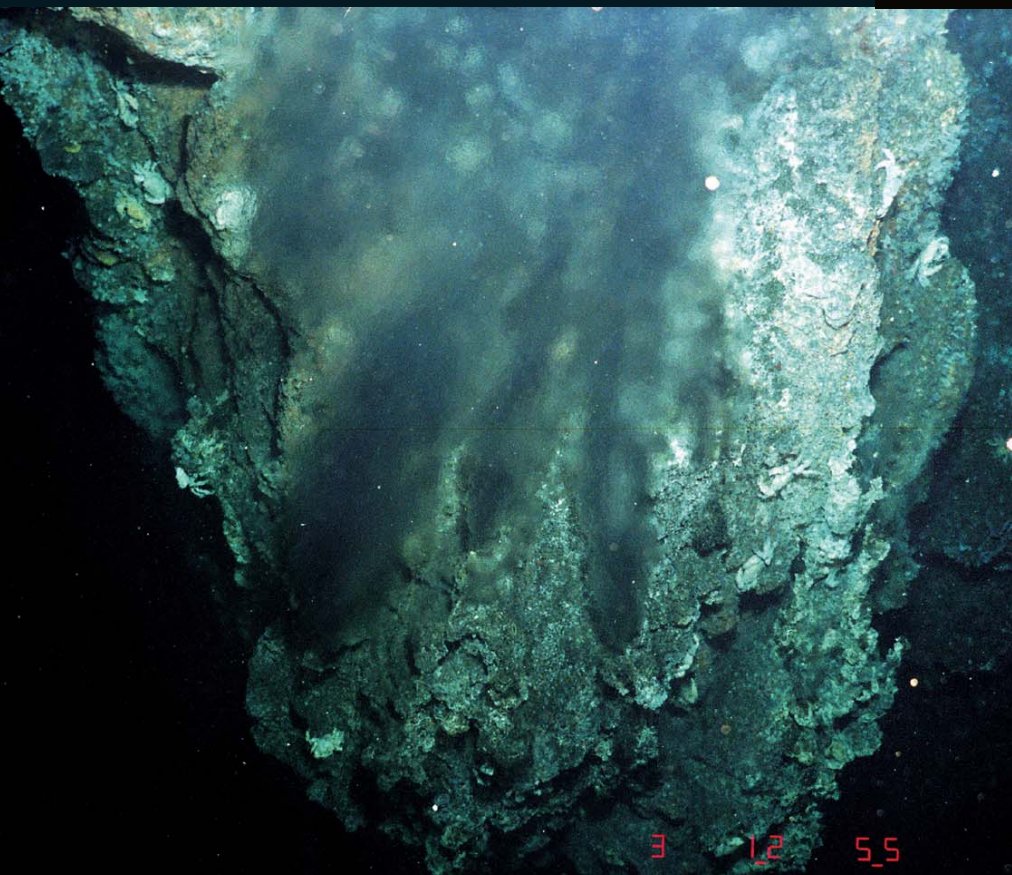
秋田県北部などには、「黒鉱」と呼ばれる鉱床が広がっている。黒鉱とは、銅や亜鉛、鉛などを多く含んだ黒い鉱石の総称である。1500万年前、秋田県北部は海底下にあり、熱水活動によって黒鉱が形成されたと考えられている。

1983年、藤岡換太郎 特任上席研究員は、伊豆・小笠原海域で現在、熱水活動に伴う黒鉱型鉱床が形成されている可能性を指摘した。その後、この海域では実際、「しんかい2000」などにより熱水活動が見つかった。そしてついに1996年、飯笹幸吉 教授が「しんかい2000」により明神海丘カルデラの水深約1,300mで黒鉱型鉱床を発見し、「サンライズ鉱床」と名付けた。400m四方に広がるその鉱床には銅や鉛、亜鉛が濃集しており、金や銀にも富んでいる。資源量は約900万トンに及ぶと推定されている。「東京から約400kmの海域の比較的浅い海底

に広がるサンライズ鉱床は、資源量や採掘のしやすさなどから、日本周辺で最も有望な海底鉱床の1つです」と藤岡特任上席研究員は期待をかける。

さらに伊豆・小笠原海域の水深3,000mを超える深海底には、「マンガン団塊」と呼ばれる銅、ニッケルなどに富む団塊状のマンガン・鉄水酸化物が分布している。「しんかい2000」は、水深1,000～1,200m付近の海底で板状のマンガン酸化物「コバルト・リッチ・マンガンクラスト」を発見した。このマンガンクラストの主成分元素は、深海のマンガン団塊に類似しているが、特に微量元素としてコバルトのほかに、白金やネオジムなどのレアメタルを豊富に含んでいる。レアメタルはハイテク機器や省エネ技術に欠かせない元素だ。比較的浅い海底に広がるコバルト・リッチ・マンガンクラストも、有望な海底資源である。

明神海丘カルデラのサンライズ鉱床、水深約1,200mの熱水活動域に分布しているブラックスモーカーチムニー、ユノハナガニ、シんカイヒバリガイなどの熱水生物が生息している



水曜海山での熱水噴出



コバルト・リッチ・マンガンクラスト



マンガン団塊



南海トラフの海底下に眠る “燃える氷”メタンハイドレート

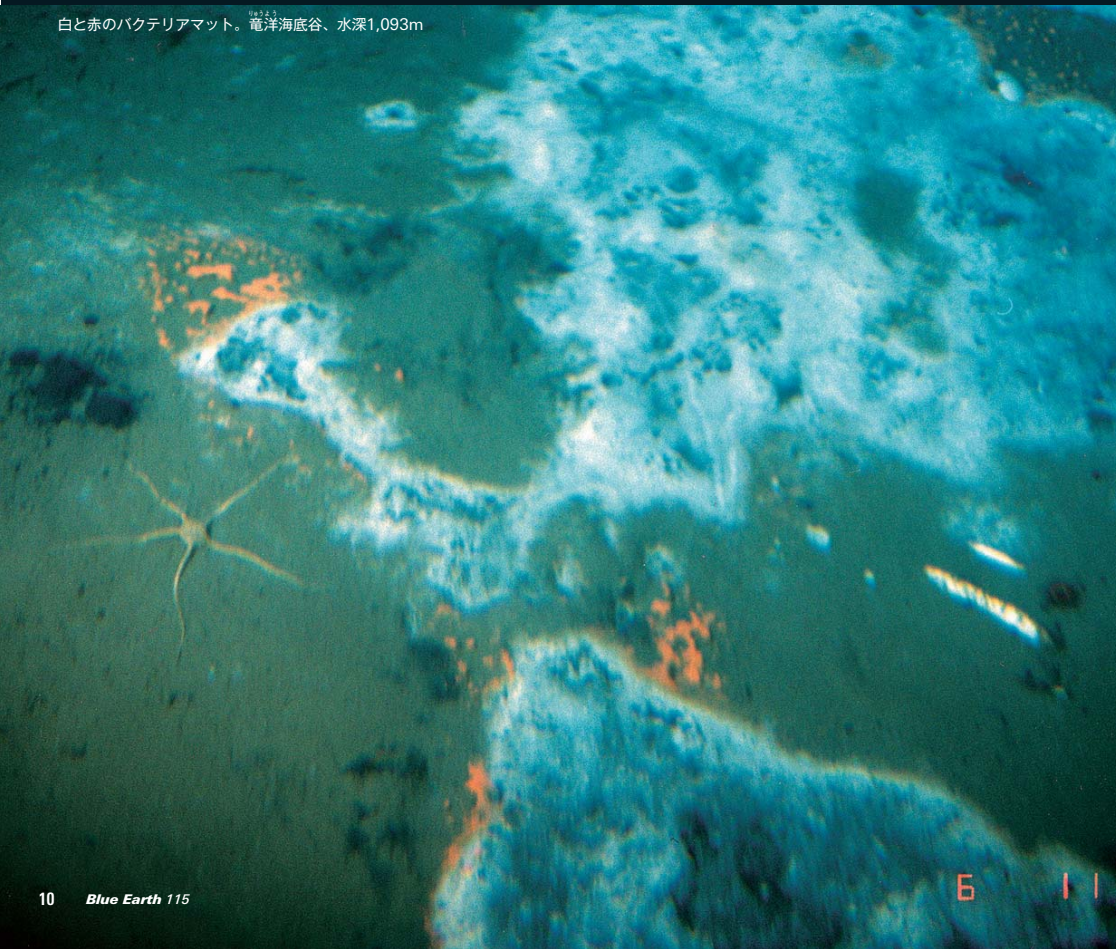
西日本を載せたユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込む南海トラフでは、100~200年間隔でマグニチュード(M) 8クラスの巨大地震が繰り返し起きてきた。それを物語るように、南海トラフには数多くの断層が走っている。「しんかい2000」は断層から冷水が湧き出す場所で、細菌の群集(細菌アマト)やシロウリガイなどが化学合成生態系をつくっていることを確認した。

さらに南海トラフでは、「しんかい2000」などにより、海底からの二酸化炭素ガスの噴出や、海底下のメタンハイドレートの分布が確かめられた。メタンハイドレートとは、天然ガスの主成分

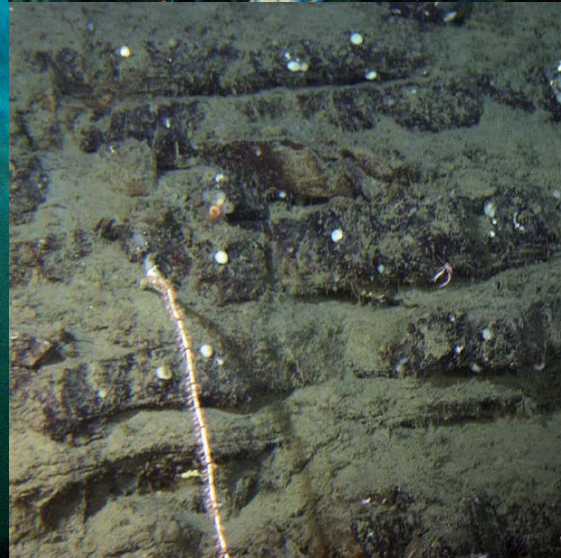
であるメタンが、氷状の水分子に取り囲まれたもので、“燃える氷”とも呼ばれている。メタンは石油や石炭に比べて、燃やしたときに排出される二酸化炭素の量が少ないクリーンなエネルギー源だ。メタンハイドレートのメタンの大部分は、海底下にすむメタン生成菌がつくり出している可能性がある。

日本周辺では、三陸沖の日本海溝や日本海にもメタンハイドレートが分布していることが分かってきた。日本周辺のメタンハイドレートの埋蔵量は、日本における天然ガス年間消費量の約100年分に相当するとの試算もあり、現在、実用化に向けたプロジェクトが進められている。

白と赤の細菌アマト。竜洋海底谷、水深1,093m



シロウリガイの群集。竜洋海底谷、水深1,093m



変形した付加体の堆積物。遠州灘、水深1,193m



ハオリムシ。遠州灘

北海道南西沖地震による海底変動を捉えた



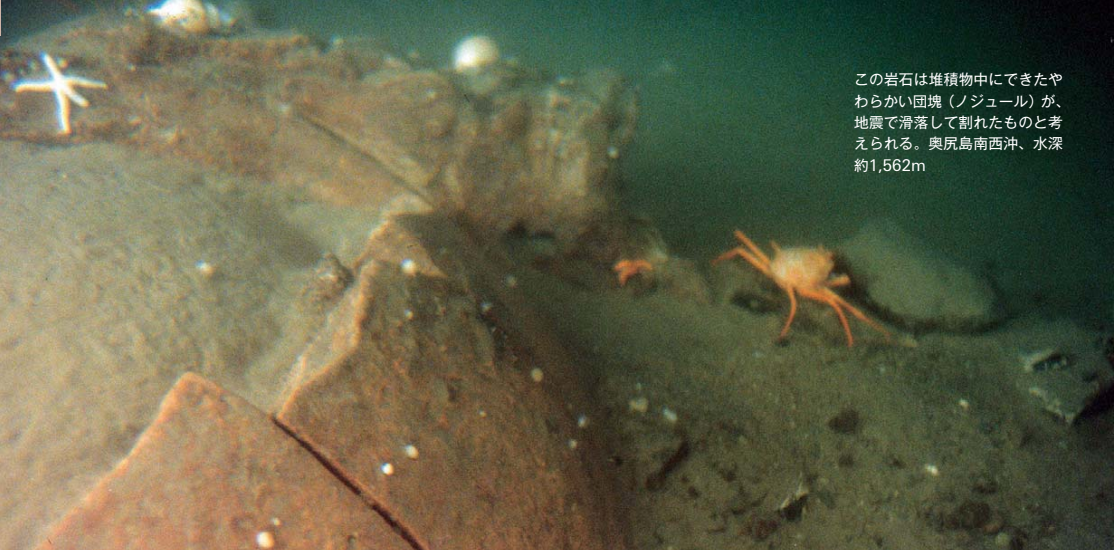
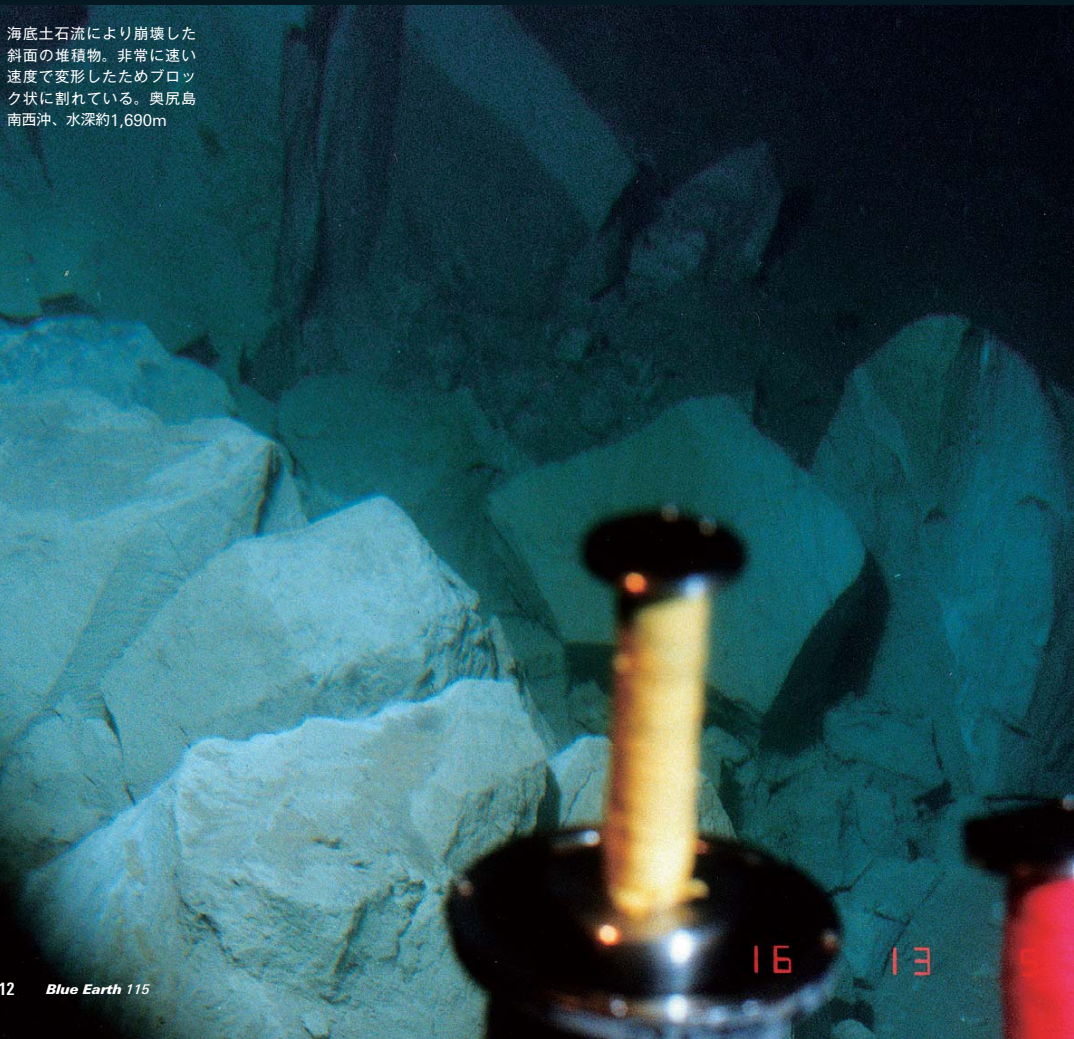
1993年7月12日、北海道南西沖地震が発生した。M7.8という、日本海で起きたものとしては最大規模の地震だった。この地震による死者・行方不明者は200人以上に上り、特に津波に襲われた奥尻島の被害が大きかった。

JAMSTECでは地震直後に「なつしま」を派遣。無人探査機「ドルフィン-3K」などを用いて地震後の海底の変動を調査した。そして余震がほぼ収まった8月、「しんかい2000」による潜航調査が実施された。「大学や研究機関から海底変動に詳しい研究者を集めて潜航チームをつくりました。

私が潜航した奥尻島の西側では、手足がばらばらになったカニを数多く観察しました」と藤岡特任上席研究員は振り返る。

震源近くの海底では、崩壊した斜面や比較的新しくできたと思われる割れ目、液状化により砂が噴出している様子が確認された。「これが、JAMSTECが地震直後に行った有人潜航による最初の調査でした。地震波の観測だけでなく地震に関連した現象のすべてを観察・観測することが、地震のメカニズムを理解する上で欠かせません」と藤岡特任上席研究員は指摘する。

海底土石流により崩壊した斜面の堆積物。非常に速い速度で変形したためブロック状に割れている。奥尻島南西沖、水深約1,690m



この岩石は堆積物中にできたやわらかい団塊（ノジュール）が、地震で滑落して割れたものと考えられる。奥尻島南西沖、水深約1,562m

地震でできたと思われる海底の割れ目。幅は約20~30cm。奥尻島南西沖、水深約1,277m



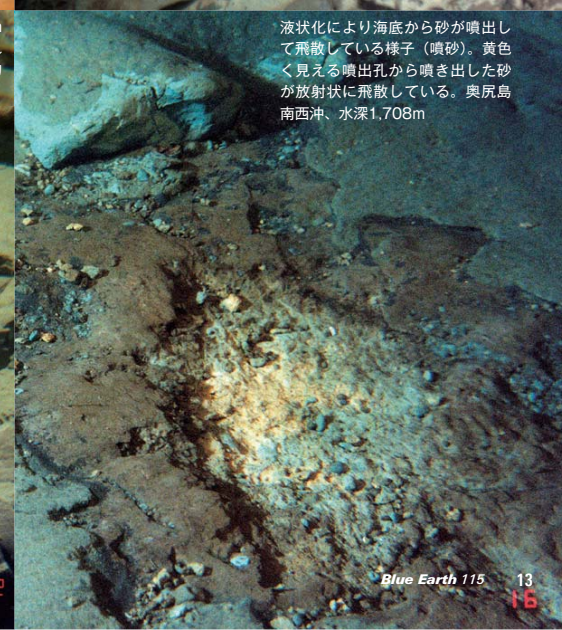
縦に傷のある岩石の断面。ひっかき傷（スリッケンサイド）は地震によるものと考えられる。奥尻島南西沖、水深約1,562m



斜面の崩落跡。本来水深約600mに生息するカニと一緒に運ばれている。奥尻島南西沖、水深約1,545m



液状化により海底から砂が噴出して飛散している様子（噴砂）。黄色く見える噴出孔から噴き出した砂が放射状に飛散している。奥尻島南西沖、水深1,708m



スマトラ沖、巨大津波の現場で海底の大変動を見た

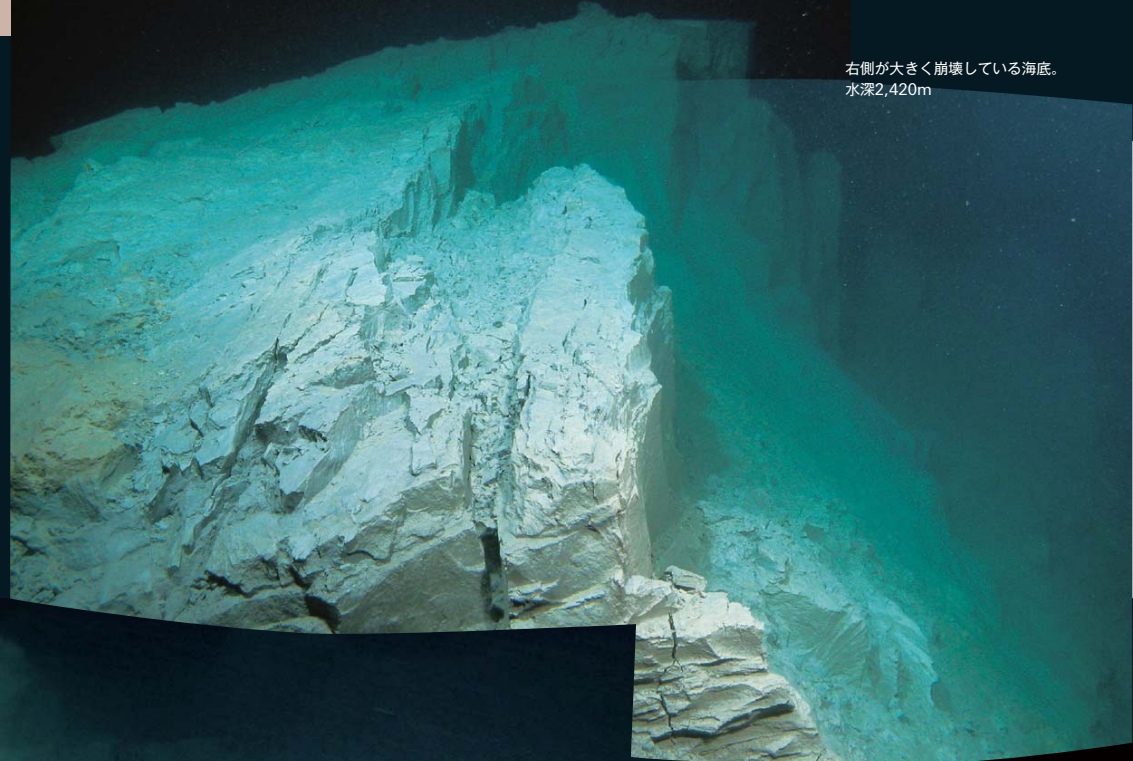


2004年12月26日、インドネシア・スマトラ島沖でM9.0の超巨大地震が発生。この地震に伴う巨大津波がインド洋沿岸諸国を襲い、20万人を超える犠牲者を出した。

この地震は、インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートの下に沈み込むスンダ海溝で発生した。インド・オーストラリアプレートの沈み込みによってユーラシアプレートが引きずり込まれ、ひずみがたまる。そのひずみに耐え切れなくなったユーラシアプレートが跳ね上がりM9の地震が発生。海底が隆起することで、その上の海水が持ち上げられて、巨大津波を引き起こした。

巨大津波が発生した海底は、どうなっているの

か。JAMSTECは地震直後の2005年2月、「なつしま」を震源域に派遣。詳細な海底地形図の作成、海底地震計を用いた余震観測を行うとともに、無人探査機「ハイバードルフィン」に搭載したハイビジョンカメラで海底の変動を探った。そして崖の崩落や地滑りの跡、大規模な亀裂など、この地震による海底の大変動を世界に先駆けて捉えることに成功。この調査により、海底下のプレート境界の断層が幅約200kmという広範囲で滑り、その巨大な破壊力が海底面に近い部分にまで伝わったことが明らかになった。それにより、海底面が大きく隆起して巨大津波が発生したと考えられる。



右側が大きく崩壊している海底。
水深2,420m



海底の亀裂。このような亀裂の下に地震を引き起こした断層があると推定されている。水深2,250m

サイパン島沖で海底火山の噴火に遭遇



2005年10月9日、「なつしま」はサイパン島の南西約130kmの海域にいた。「NWロタ1」と呼ばれる海底火山周辺の調査を行うためだ。海面は静かで、異変の兆候はまったくなかった。ところが突然、「ハイバードルフィン」のカメラが噴煙を捉えた。海底火山の噴火に遭遇したのだ。噴火が確認された水深約530mの噴火口では、マグマと海水が接触して不連続的に爆発を引き起こした。「なつしま」は、その様子を映像で捉えるとともに、噴火現場で岩石を採取することに成功した。白く濁った海水には細かい粒状のガラスが含まれており、液体の二酸化炭素と見られる大量の泡の放出

が確認された。海底火山の噴火を直接捉えたこれらの観測データは、世界的にも貴重なものだ。

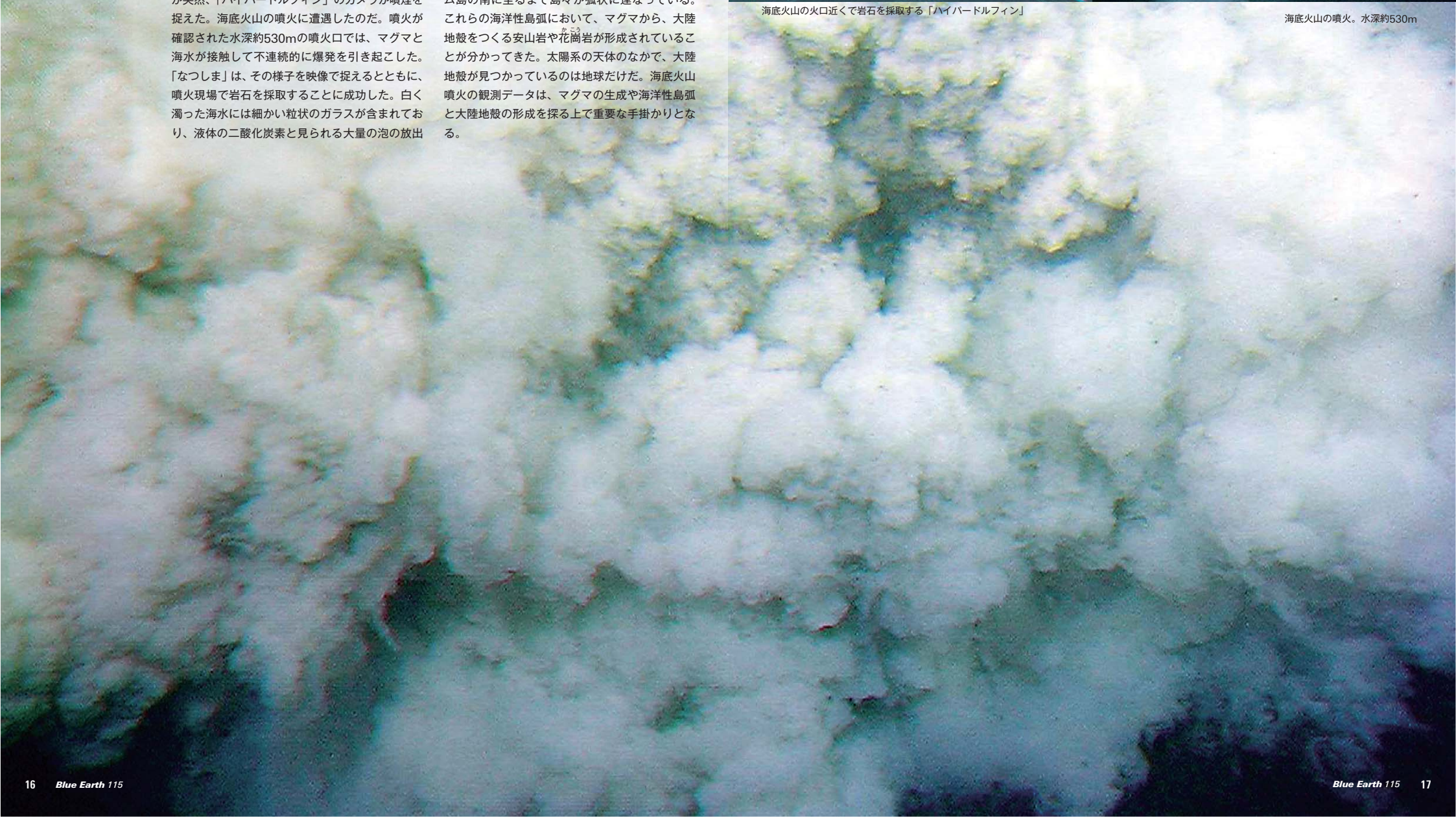
太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込んでいるこの海域では、伊豆半島からグアム島の南に至るまで島々が弧状に連なっている。これらの海洋性島弧において、マグマから、大陸地殻をつくる安山岩や花崗岩が形成されていることが分かってきた。太陽系の天体のなかで、大陸地殻が見つかったのは地球だけだ。海底火山噴火の観測データは、マグマの生成や海洋性島弧と大陸地殻の形成を探る上で重要な手掛かりとなる。



海底火山の火口近くで岩石を採取する「ハイバードルフィン」



海底火山の噴火。水深約530m



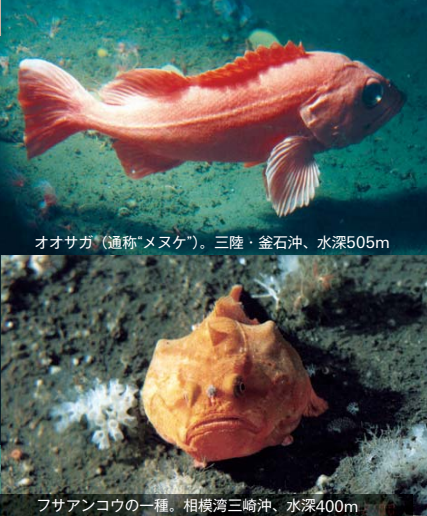
「なつしま」が見た深海底の多様な生物たち



「目が飛び出したグロテスクな姿しか知られていなかった、通称“メヌケ”と呼ばれる深海魚オオサガが、深海で優雅な姿で泳いでいる様子を初めて見て、研究者が“やはり美しい魚だった”とうれしそうに観察していました」と田代部長は「しんかい2000」パイロット時代の思い出を振り返る。「日本の多くの研究者を、深海に初めて連れていったのが「しんかい

2000」です。まさに日本の本格的な深海研究は、「なつしま」「しんかい2000」から始まったのです」

かつて、生物の種類や数はとても少ないだろうと考えられていた深海において、「なつしま」「しんかい2000」はさまざまな生物を発見し、その生きている姿を捉えてきた。ただし、深海にはまだまだ未知の生物が数多く生息しているはずだ。



オオサガ（通称“メヌケ”）。三陸・釜石沖、水深505m

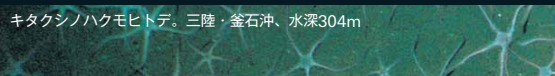
フサアンコウの一種。相模湾三崎沖、水深400m



ゲンゲの一種（中央）とハオリムシの一種。マヌス海盆デスマス、水深1,921m



サツマハオリムシ。
鹿児島湾北東部、水深121m



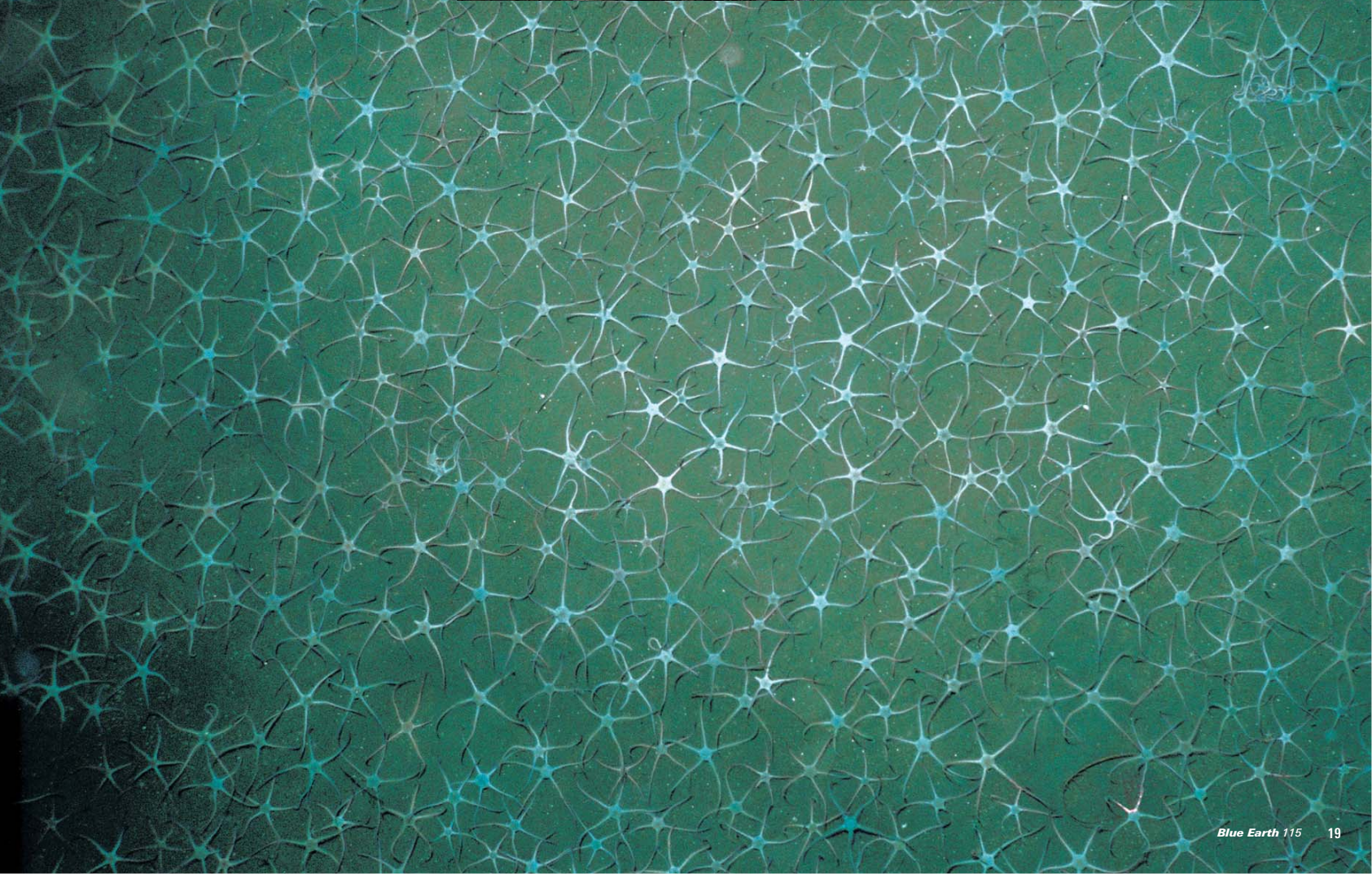
キタクシノハクモヒトデ。三陸・釜石沖、水深304m



ラウシンカイコシオリエビ。
マヌス海盆バックマヌス、水深1,715m



イソギンチャクの一種。
相模湾、水深315m



JAMSTEC 事業推進部
藤岡換太郎 特任首席研究員
柴田 桂 広報課 調査役

技術を継承し、未知の深海で 真のサイエンスを

ゼロから試行錯誤でつくり上げた技術
——「なつしま」「しんかい2000」は、どのような経緯で建造されたのですか。
柴田：当時、最も深く潜ることのできる日本の有人潜水調査船は、1969年に完成した潜航深度600mの「しんかい」（海上保安庁）でした。しかし当時から、地震が起きる日本海溝などの海底調査には、6,000m級の有人潜水調査船が必要だ、と指摘されていました。1971年に設立されたJAMSTECでは、その開発について検討を行い、まず2,000m級の有人潜水調査船を開発することにしました。

このような経緯で「しんかい2000」と、母船である「なつしま」の建造を1978年から始めました。それまでJAMSTECでは、船を借りて研究や技術開発を行ってきました。自分たちの船が持てるということで、とてもわくわくしました。

——建造・運用する上のお手本はあったのですか。
柴田：ありません。そもそも潜水調査船と母船を最初から1つのシステムとして設計・建造することは、世界でも例がなかったのです。「アルビン」を擁するアメリカ・ウッズホール研究所の研究者から、「ぜひいたくた」とうらやましがられました。世界の調査船のいろいろなよいところを参考にしてつくったのが、「なつしま」「しんかい2000」です。メーカーの人たちのモチベーションはすごかったですね。「これは会社のためではない。日本のためにやるんだ」と、熱い情熱を持って取り組んでくださいました。
——柴田調査役は当時、「なつしま」で海底地形図の作成、「しんかい2000」の位置を測る測位や目的地へ誘導する航法管制を担当されました。
柴田：電波が減衰して使用できない海中では、音が頼りです。「なつしま」から

音の質問信号を送り、「しんかい2000」が応答信号を送り返してくることで位置を確認します。ただし、水深2,000mから送られてくる信号は微弱なので（送られる途中で弱まってしまうので）、「なつしま」のエンジンなどから出る雑音が大きいと、信号が雑音に埋もれて判別できなくなってしまうです。そのため、「なつしま」の建造で大変だったのが、雑音を減らすことです。音の発信源となるエンジンなどを防振ゴムで浮かせるなど、考えられる限りの対策が取られました。その上でメーカーの技術者たちは、造船所が静かになった夜中12時すぎから早朝にかけて雑音の計測を行い、発生源を1つ1つ突き止めて対策を施しました。JAMSTECの関係者もその作業にできるだけ立ち会いました。
——1981年に「なつしま」「しんかい2000」が完成、翌年から試験航海がスタートしました。

柴田：それまで私たちは有人潜水調査船を扱った経験がありません。まったくの手探りでした。たとえば、「しんかい2000」の測位を行うために母船「なつしま」は「しんかい2000」に対してどのような位置にいるべきか、潜航前に海底地形図をどのように作成すればよいのか、機器の事前点検はどうかなど、潜水調査に関するさまざまな作業マニュアルをすべて自分たちで試行錯誤してつくり、改訂を重ねました。JAMSTECの有人潜水技術の基盤を、ゼロから築いていったのです。大変でしたが、とてもやりがいのある日々でした。

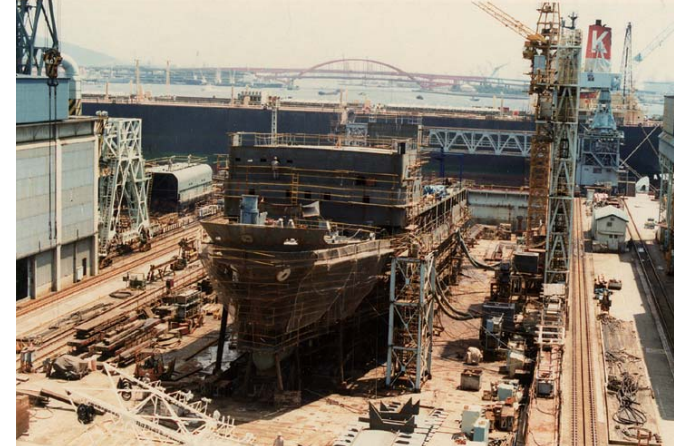
その後、「よこすか」「しんかい6500」は、「なつしま」「しんかい2000」で苦労を重ね、脂の乗りきったメーカーやJAMSTECのメンバーたちがつくり上げ、運用していったのです。

いまだ深海のほとんどは未知の世界

——藤岡特任首席研究員は、地質学者として数多くの潜水探査を行ってこられました。「なつしま」就航から30年、深海研究はどのように進展してきたのでしょうか。

藤岡：この特集記事で紹介したように、日本周辺だけでも熱水活動や化学合成生態系、黒鉱型鉱床など、発見が相次ぎました。深海探査により生まれた新しい科学分野がいくつもあります。

ただし、新しいものが見つかること、みんながそこに群がってしまう傾向があります。たとえば、「しんかい2000」は相模湾に318回潜航しましたが、ほとんど同じ場所ばかりを調査しました。近年、日本では短期間に研究成果を挙げることが求められています。それで研究者たちは、すぐに成果が出そうな場所、答えが得られそうな研究に向かってしまうのです。しかしそれは真のサイエンスではありません。成果がすぐに出るような研究を、一流の研究者がやる必要はない。アインシュタインは、従来のニュートン力学では答えがどうしても出ないから、相対性理論をつくり出したわけです。それが本当のサイエンスだと思います。



川崎重工業神戸工場で建造中の「なつしま」

深海研究でいえば、誰も行ったことのないところへ行き、新しいものを探す調査がまだまだ必要です。そもそも人類がこれまで調査した深海の面積は海洋全体の数%にもなりません。深海のほとんどは、いまだ未知の世界、フロンティアが大きく広がっているのです。

いまならまだ技術を継承できる

——「しんかい2000」は2002年11月に活動を終えました。今後、深海研究をどのように進めるべきでしょうか。

柴田：1929年、実業界の西村一松氏が私財を投じて有人潜水船「西村式豆潜水艇1号」を建造して以来、日本では戦時中を除き10年以内の間隔で潜水船を建造してきました。日本は深海探査のパイオニアなのです。ところが現在、「しんかい6500」から20年間、新しい有人潜水調査船が建造されていません。

かつての私たちのように、手探りで試行錯誤して新しいものをつくり上げていかなないと、技術は形骸化し人材が育ちません。「なつしま」「しんかい2000」の建造に関わったメーカーの技術者も、当時は若手だった方々がいまでは部長クラス。JAMSTECのメンバーも同様です。その技術を継承することが、いまならぎりぎり間に合う。しかし5~10年後にはみんな定年を迎え、手選れになります。

一方中国では、7,000m級有人潜水調査船「蛟龍（Jiaolong）」を建造し、今年7月には水深5,000mまでの潜航に

成功しました。世界で最も深く潜航できる有人潜水調査船の座は、「しんかい6500」から「蛟龍」へ移ろうとしています。
藤岡：私もサイエンスの面から強い危機感を持っています。有人探査の技術が途絶えてしまったら、深海のサイエンスは大きく後退してしまいます。

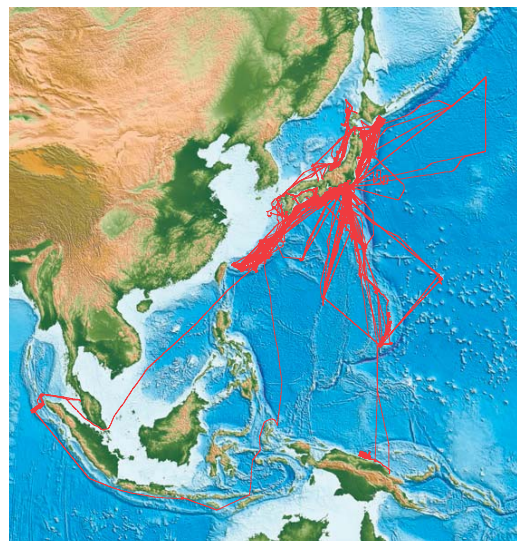
——新しい有人潜水調査船として、どのような能力が求められますか。

藤岡：2つのタイプが考えられます。1つは、世界の最深部1万1000mまで潜ることのできるタイプ。しかしそのようなタイプは、浅い深度の調査では使い勝手が悪いのです。そこでもう1つのタイプは、4,000mくらいまでの深海を自在に調査できる潜水船です。海の平均の深さは約3,800mなので、4,000m級ならば海底のほとんどの領域をカバーすることができます。

柴田：4,000m級ならば、最新の材料や技術を用いて、「しんかい2000」よりも、のぞき窓を大きくしたり操作性を高めたりすることができます。

——無人機の観測性能もどんどん向上していますが、やはり有人による潜水調査が必要ですか。

藤岡：論理的にうまく説明するのは難しいのですが、やはり現場に身を置き、そこで考えることが研究者にとって大切です。現場で新しいアイデアや答えが出てくる。無人機のモニターで深海を眺めていても真の答えは出ない、と私は思います。



「なつしま」の航海図と主な成果	
1983年	日本海青森県沖にて日本海中部地震の震源域を「ディーブ・トウ」により調査し、震源域の海底地割れや噴出物、変色を発見
1983~1986年	ソロモン・ビスマルク海、トンガトレンチ、スタダ海溝の調査を実施
1986~1995年	沖縄トラフの伊平屋海凹、南奄美海丘を調査。伊平屋海凹北部で熱水噴出を発見
1988年	沖ノ島島に気象観測施設を設置
1993年	「ドルフィン-3K」により鹿児島県錦江湾でサツマハオリムシを発見
1996年	「しんかい2000」により伊豆・小笠原海域の明神海丘カルデラでサンライズ鉱床を発見
1997年	「ナホトカ号」沈没地点における調査を実施。「ディーブ・トウ」「ドルフィン-3K」による船体の確認と「ナホトカ号」の海難・油流出事故の調査に対して運輸大臣から表彰を受ける
1997年	「ドルフィン-3K」にて学童探検船「対馬丸」船体を確認
1999年	「なつしま」「ドルフィン-3K」によりニューギニア島沖で発生した地震津波の原因調査を実施
1999年	「H-IIロケット8号機」の第1段ロケットの3次調査を実施
2005年	スマトラ島沖地震の調査を実施
2005年	サイパン島沖の海底において大規模な海底火山の噴火を確認
2006年	相模湾鯨骨生物群集の調査により新種生物の採取に成功

東京大学 大気海洋研究所
塚本勝巳 教授

点から面へ探査を広げ、 新しい海洋学を拓く

複数の研究船を駆使して、

天然ニホンウナギの卵を発見

——ついに、天然ニホンウナギの卵を世界で初めて発見されました。

塚本：私たちは、ウナギは夏の新月の前後に西マリアナ海嶺の海山域で産卵するという仮説を立て、1994年から探査を続けてきました。産卵場の目印は、塩分フロントと呼ばれる塩分の濃い水と薄い水の境界です。親ウナギはそこを越えると回遊の足を止め繁殖の相手を探し始めると予測しました。

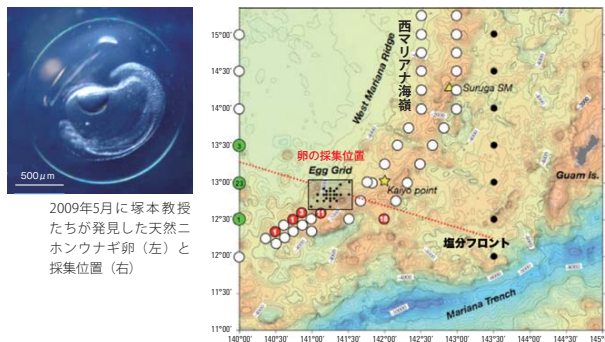
——2009年に卵を発見できた要因は？

塚本：複数の研究船が調査に参加したことが大きかったと思います。それまで私たちは、塩分フロントは緯度とほぼ平行に走っていると考え、それと海嶺の交わる場所で卵の探査を続けてきましたが、発見できませんでした。

2009年の航海では、東経140度と143度30分のラインをそれぞれ「白鳳丸」と「天鷹丸」の計2船が同時に、海水の塩分を調べました。すると塩分フロントが傾いていることが分かったのです（図）。そして傾いた塩分フロントと海嶺の交点を詳しく探査することで、ついに卵を発見することができました。それまでのように「白鳳丸」1船の140度ラインのみの環境調査では、また失敗していたでしょうね。

——海洋生物の調査には、どのような研究船が必要ですか。

塚本：私たちは、6~8人1組の3チームをつくり、網で捕らえた試料の選別を24時間交代制で行い、ウナギの仔魚や卵を探します。そのような長期にわたる生物調査には、たくさんの研究者が寝泊まりできるベッド数の多い研究船が必要です。そして2009年の航海のように、複数の研究船を駆使することができれば、単独ではできない次元の異なる探査が可能になります。



2009年5月に塚本教授たちが発見した天然ニホンウナギ卵（左）と採集位置（右）

「しんかい6500」で産卵行動を見た

——卵の発見の次は何を目指しますか。

塚本：卵の遺伝子解析から、少なくとも100~200匹の親ウナギが集まって、集団で産卵を行っていると予測されます。私は、それを自分の目で見たいのです。現在、「しんかい6500」で調査するための申請書をJAMSTECに出しています。

——やはり有人探査は必要ですか。

塚本：見ることはサイエンスの基本です。広い海域で目的のものを探すには無人探査機が役立ちますが、探し当てたものを、最後は人間の目で見る必要があります。実際に産卵中の親ウナギに近づき、間近で観察するには、有人潜水調査船で臨機応変に行動する必要があります。それはまた、次の研究ステップのアイデアを着想させてくれるでしょう。

ウナギの産卵は、水深200mくらいで行われることが分かってきました。ウナギに限らず、海洋生物の調査には水深500mくらいまで潜航可能な小回りの利く小型の有人潜水調査船が役立ちます。それも複数機を駆使することができれば、1隻では見ることのできなかった次元の新発見がたくさんもたらされるでしょう。

——親ウナギたちはどうやって、狭い産卵場に来ることができるのですか。

塚本：海嶺と塩分フロントの交点といっても、かなり広い領域です。磁気異常や深海からの湧昇流、海流の乱れなど、産卵場には何らかの特別な目印がさらにあるはず。それが何であるのか、探しているところです。

また、親ウナギたちが東アジアから産卵場に至る回遊ルートも謎のままです。親ウナギに小型発信器を付け、それを小型AUV（自律型無人探査機）で追跡させることができれば、回遊ルートや産卵場の目印の謎も解くことができるでしょう。この場合も、小型AUVを複数機投入することができれば、より確実に有用なデータを得ることができます。もちろんこのような手法は、ウナギ以外の生物調査にも威力を発揮します。

これまでの海洋研究は、深海の熱水噴出域や鯨骨スポットなど、特異な生命活動の「点」を探査してきました。一方で、もっと生物がごく普通に生息している比較的浅い水深帯を、複数の研究船や探査機を駆使して「面的」に探査することも重要ではないでしょうか。「面的深海研究」で、新しい海洋学を拓くことができるはずです。

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
飯笹幸吉 教授

日本独自の海洋技術の育成が 不可欠

——1996年に伊豆・小笠原海域でサンライズ鉱床を発見されるまでの経緯を教えてください。

飯笹：日本周辺の熱水鉱床の探査プロジェクトは、1983年に地質調査所（現・産業技術総合研究所）によって開始されました。私はそのプロジェクトに1984年から参加しました。当時、藤岡換太郎さんが伊豆・小笠原海域に熱水鉱床が形成されている可能性を指摘し、それがプロジェクト開始のきっかけとなりました。しかし、多くの研究者は日本周辺に熱水鉱床があるとは考えていませんでした。1970年代後半から見つかり始めた熱水鉱床はいずれも、日本から遠く離れた中央海嶺の周辺に形成されたものだったからです。

——そのプロジェクトでは、どのような成果があったのですか。

飯笹：プロジェクトは1989年まで続きましたが、結局、熱水鉱床を発見することはできませんでした。このような結果でしたが、私は伊豆・小笠原海域の明神海丘カルデラや明神礁カルデラの堆積物から、熱水活動によってできた鉱物を同定することができました。そして、その分布から熱水鉱床がある場所を絞り込むことに成功しました。

「なつしま」でサンライズ鉱床・ライジングスター鉱床を発見

——絞り込んだ場所を、「しんかい2000」で探査したのですか。

飯笹：1996年8月29日、「しんかい2000」による3回目の潜航で、熱水鉱床の目印となるチムニーを見つけました。さらに翌年の潜航で、そこが広大な熱水鉱床であることを確認し、「サンライズ鉱床」と名付けました。それは、沖縄トラフの伊豆名海穴に次いで日本周辺で発見された2例目の熱水鉱床でした。



明神礁カルデラのライジングスター鉱床。水深844mに分布している高さ10mを超えるブラックスモーカーチムニー群では、300℃を超える熱水が噴出している

その後、2007年には「なつしま」を母船とする無人探査機「ハイバードルフィン」により、明神礁カルデラで「ライジングスター鉱床」を発見しました。

なぜ有人潜水調査船か

——有人潜水調査船と無人探査機による探査では、違いはありますか。

飯笹：やはり無人探査機のモニターの画面を見るのと、現場まで潜って自分の目で見るのでは、視野や情報量がまったく異なります。そもそも私たち地質学者はフィールドワークを重視し、現場において自分の目で見たものしか信用しません。深海で何を感じ取るのか。現場を体験することで研究者としてのセンスを発揮することができます。無人探査機の技術は急速に向上し、利点もたくさんありますが、有人探査にはかなわない面があります。

独自の海洋技術を育てる

——熱水鉱床は資源として利用できますか。

飯笹：熱水鉱床を利用するには、生物多

様性を保全できるか、経済的に見合うだけの資源量を確保できるか、という少なくとも2つの問題をクリアする必要があります。

私たちはいま、生物がほとんど生息していない活動を終えた熱水鉱床において、資源量が豊富な場所を探すことで、2つの問題をクリアしようとしています。

ただし、そのような場所が見つかったとしても、さらにクリアすべき大問題が日本にはあります。海底資源を探索したり採掘したりするための独自の海洋技術が、日本ではまだまだ育っていないのです。現状のままでは欧米の技術に頼らざるを得ません。借り物の技術では、海洋立国は成り立ちません。

独創的なアイデアを持つ個人やベンチャー企業が挑戦できる環境が必要です。欧米には海洋探査の長い歴史があり、ベンチャー企業に投資する世界的な鉱山会社や石油産業、また軍の存在があります。それらを持たない日本は、長期的な視点を持って継続的に海洋技術を育てるという国家戦略を持つことが必要です。

JAMSTEC 海洋工学センター
磯崎芳男 センター長
田代省三 運営管理部 部長

海洋立国を支える技術を築く

観測・探査システムを構築する

——深海探査を点から面へ広げるにはどのような技術が必要ですか。

磯崎：たとえば海底資源を探査する場合、領海と排他的経済水域（EEZ）が主な対象になります。日本の領海とEEZを合わせた面積は447万km²と、国土（約38万km²）の12倍の広さがあります。これは世界第6位、中国の領海とEEZを合わせた面積の約5倍です。そしてサイエンスの対象となる海洋全体は地球表面の7割を占め、平均3,800mの深さがあります。

このような広大な海を探査するには、研究調査船、AUV（自律型無人探査機）、有人潜水調査船、ROV（無人探査機）などを組み合わせた観測・探査システムを構築する必要があります（図）。

田代：人工衛星で観測できる海は、光や電波が届くごく表層だけです。深海を探査するには、船で現場へ行くしか方法はありません。点から面へ広げるには、1隻でも多くの研究調査船・探査機が必要です。深海探査に不可欠な詳細な海底地形図をつくる仕事は、AUVが最も得意とするところです。そして熱水噴出域や断層などの重要な場所を見つけたら、有人潜水調査船により研究者がそこへ行って確認する必要があります。その後、大量の試料を採取したり観測装置を海底に設置したりする仕事はROVで行うことができます。

磯崎：JAMSTECでは、東南海地震の震源域である紀伊半島沖の熊野灘に地震・津波観測監視システム（DONET）を構築しました。海底の20カ所の観測点に地震計や津波を観測する水圧計を設置する作業は、「なつしま」「かいよう」とROV「ハイバードルフィン」で行いました。

田代：それぞれの観測点はケーブルで結

ばれ、情報はリアルタイムで地上に送られています。このような時間軸を入れた長期観測が重要です。また、複数の研究調査船や有人潜水調査船を駆使して別の場所や深度で同時に観測することも有効です。このような観測を行うことにより、海の本物の姿が見えてきます。

次世代へ贈る夢「しんかい12000」
 ——JAMSTECで進めている新しい研究調査船やAUVの計画について教えてください。

磯崎：研究調査船としては、今回の震災で大きな影響を受けた東北地方沿岸の生態系を調査するための船、さらに海底資源の調査研究を行う船の建造計画を進めています。また、タイプの異なる3機のAUVや、海底でさまざまな作業を行うROVの開発も進めています（本誌次号で特集予定）。

ただし、新しい有人潜水調査船の具体的な計画だけがありません。私は次の世代に贈る夢として、「しんかい12000」を実現したいと考えています。

——世界最深部は水深約1万1000m。それ以上の潜航深度がなぜ必要なのですか。

磯崎：確かに現在知られている世界最深部は約1万1000mです。しかし深海は未知の世界です。私たちのまだ知らない世界があるかもしれないという期待を含めて、水深1万2000mを目指します。

実際に「しんかい6500」よりも深いところへ行ける有人潜水調査船が必要なのです。JAMSTECでは、東北地方太平洋沖地震の震源域である日本海溝へ「しんかい6500」を派遣し、水深5,350mの海底に新しくできた大きな亀裂を発見しました。しかし日本海溝の最深部はさらに深いところにあります。今回の地震の影響を調べるために、本当はそこまで行きたいのですが、行けないのです。

田代：日本海溝の最深部は水深約8,000mですね。そして日本のEEZの最深部は、伊豆・小笠原海溝の水深約1万mです。次の有人潜水調査船は、少なくとも水深1万mまでの潜航深度が必要だと思います。

——AUVやROVの機能が向上していますが、やはり有人での探査が必要ですか。

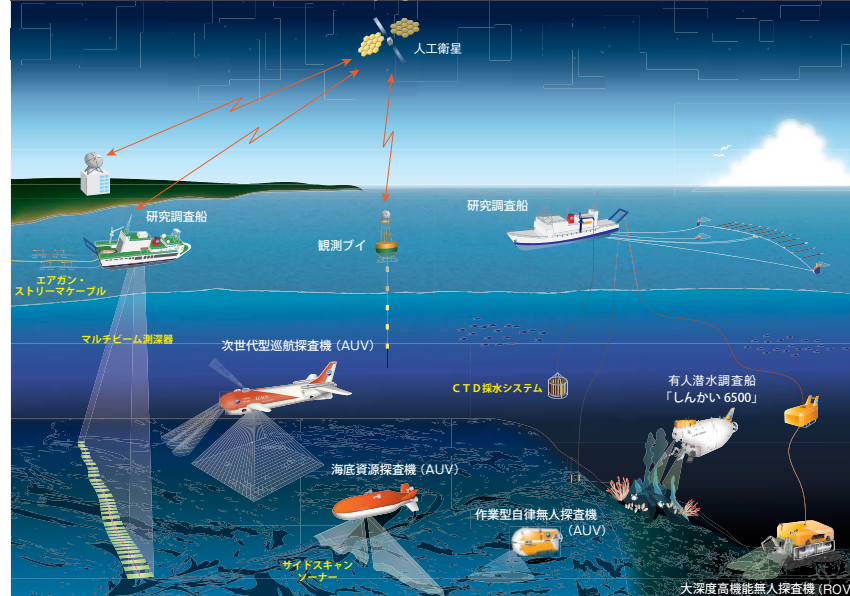
田代：私は「しんかい2000」「しんかい6500」のパイロットとして深海へ潜るたびに、私たちは海のことを何も分かっていないのだ、と実感しました。深海探査は先入観を持たずに行う必要があります。ただし、AUVやROVでは観測目的に合わせたセンサーを搭載して探査するので、センサーで捉えた情報以外のことは分かりません。一方、優れた研究者が現場へ行けば、予想外の現象を感じ取ることができるはずで、深海のフロンティアを切り拓くには、やはり人間がそこへ行くべきです。

——1990年の「しんかい6500」の完成から20年以上がたちます。いまの日本に、新しい有人潜水調査船を建造する技術はありますか。

磯崎：水深6,500mまでならば可能でしょう。ただし、20年以上経過したいまが技術を継承できる最後の時機、伝統あるわが国の有人潜水調査船の技術は存亡の危機にひんしています。

田代：米国では、1990年代に有人潜水調査船の必要性について議論がなされ、結局、必要だと判断して、2002年ごろに新しい「アルビン」の建造を30年ぶりに始めました。ところが、人が乗り込む最も重要な部品である耐压殻をつくるのが、なかなかできなかったのです。昨年、ようやく6,500mまで潜ることができる耐压殻が完成したそうです。一度、途切れてしまった技術を復活させるには、多大な労力が必要なのです。

海洋工学センターが構築を進める観測・探査システム



磯崎：水深1万2000mを目指す場合、技術の継承だけでなく、新しい技術の開発が必要になります。

田代：水深6,500mと1万2000mでは水圧が倍になります。その水圧に耐えるために「しんかい6500」よりもサイズが大きくなってしまえば、海底との往復に時間がかかり、また海底で動き回って探査することも難しくなります。「しんかい6500」と同等のサイズで、水深1万2000mまでを素早く往復する機能と、海底で動き回る運動性能が求められます。

磯崎：私は、技術はピラミッドに例えることができます。ピラミッドの高さを倍にするには、8倍の石が必要となります。個々の石を要素技術とすると、同じように、従来の2倍の性能を有するシステムを実現するには、8倍の要素技術の開発が必要といえるかもしれません。「しんかい12000」を目指すことは、さまざまな海洋技術の革新を促すこととなります。また、世界最深部まで潜ることができる技術を築けば、それより浅い潜航深度の有人潜水調査船をつくることは容易でしょう。

田代：「しんかい12000」で水深200mの大陸棚を探索するのは、F1カーで近所に行く物に行くようなもので、使い勝手が悪い。やはり、それぞれの深度に合

わせた有人潜水調査船をそろえることが理想です。

世界のCOEとして

世界最高水準の海洋技術を築く

——日本では独自の海洋技術が育っていないとの指摘があります。

田代：そこは、JAMSTECにも反省すべき点があります。今後、独自の技術を持つベンチャー企業とも連携を深めていくべきです。現在、面白い取り組みが進んでいます。東京都葛飾区の中小企業の方々が、水深8,000mの海底を探索する海底ロボット「江戸つ子1号」の開発を進めています。JAMSTECもお手伝いをしています。

磯崎：もちろん大企業も含めて、オールジャパンで海洋技術を育てていく必要があります。AUVなども欧米の企業から買ってくることはできますが、買ってきた機器には、技術のブラックボックスがたくさんあります。少なくとも資源探査など国の安全保障に関わる取り組みは、できる限り国産技術を用いて行うべきです。JAMSTECで開発中のAUVには、全国の大学などが開発したセンサーなどを搭載できるようにします。われわれのAUVとそれらのセンサーを組み合わせで効果的な調査が行えるよう取り組んで

いきます。

調査船や探査機をつくるには、センサーや部品などの要素技術だけでなく、それらをシステムとしてまとめ上げる技術が必要です。そして調査船や探査機を駆使して探査を行うための運用技術も重要です。今年の初め、私たちは「しんかい6500」の就航20周年記念シンポジウムを開催し、中国の有人潜水調査船「蛟龍（Jiaolong）」に関わっている技術者の方々も招待しました。彼らも「しんかい2000」「しんかい6500」を長年にわたり安全かつ有効に運用してきた私たちに敬意を表してくださいました。

田代：彼らがいま、一番苦労しているのが、運用技術だと思います。中国はゼロからのスタートでしょう。一方、私たちは、1929年建造の「西村式豆潜水艇1号」に始まる日本の深海探査の伝統を受け継ぎ、「なつしま」「しんかい2000」により本格的な深海探査時代の扉を開いたのです。

——次の30年、何を目指しますか。

磯崎：私たち海洋工学センターのキャッチフレーズは「目指せ！世界のCOE（センター・オブ・エンジニアリング）」です。次の30年へ向けて、オールジャパンの中核として世界最高水準の海洋技術を築いていきます。

ヤマトウミヒルモの花が、咲いている。白から半透明に近い色。はかなげな花だ。長崎県と佐世保市で絶滅危惧種に指定されているこの海草が、水族館の水槽では繁茂した。自然界でもめったに見ることのできなかつた花が、水槽で咲いた。

国立公園に指定されている長崎県佐世保市の九十九島は、大小200以上の島々が点在し、穏やかな海が広がる。ここ九十九島水族館「海きらら」は、そんな地元の海にこだわった展示を行っている水族館だ。さまざまな生きものが暮らす豊かな海。水族館では、そのなかから370種類ほどの生きものを展示している。展示水槽のなかでもひとさわ大きく、特徴的な水槽の一角にアマモ場はある。

九十九島のアマモ場は2種類の海草から成る。アマモとヤマトウミヒルモだ。どちらも半透明の花を咲かせる。アマモは、1mほどの丈で、その根元は小さな魚やカニやエビなどの格好の隠れ場所になっている。ヤマトウミヒルモは、3～5cmと丈が低く、じゅうたんのように砂地を覆う。大水槽のアマモ場にもこの2種類の海草を植えた。この大水槽に天井はなく、自然光がそのまま降り注ぐ。朝と夕方、水槽の表情はがらりと変わる。水槽内に雨も降り込む。

3年前、海きららは誕生した。その前身である西海パールシーセンターができたのは、1994年。そこから地元の海にこだわり、その再現のための試行錯誤が続けられてきた。アマ

モ場の再現も、当初は苦労した。年間を通してアマモ場を維持するのが難しかったためだ。アマモは、2通りの繁殖方法をもつ。1つは種子によるもの、もう1つは地下茎で広がっていくものだ。ごく一部の地域を除いた自然界では、年間を通して見られるアマモ場だが、この九十九島海域では種子を付けたものは5月には枯れてしまい、地下茎も夏が終わる9～10月ごろには枯れてしまう。そして、1～2月の寒い時期に芽吹き、広大なアマモ場を形成する。一説には夏場の高水温が与えるストレスの影響だといわれているが真偽は定かでない。水槽内では水温があまり変化しないためか、一部のアマモが残る。しかし、それも徐々に枯れてしまう。自然界のように、枯れたところから生き生きとしたアマモが生えてくることはない。

自然の海には地形や海流による複雑な水流があり、干潮満潮時の深度の違いにより日照量の変化も生じる。計り知れない自然環境の複雑さが、自然界での海草の繁殖サイクルを支えているのだろう。水槽でも少しずつ生き残れるものが増え、いまでは小規模ながら群落を形成するようになってきた。

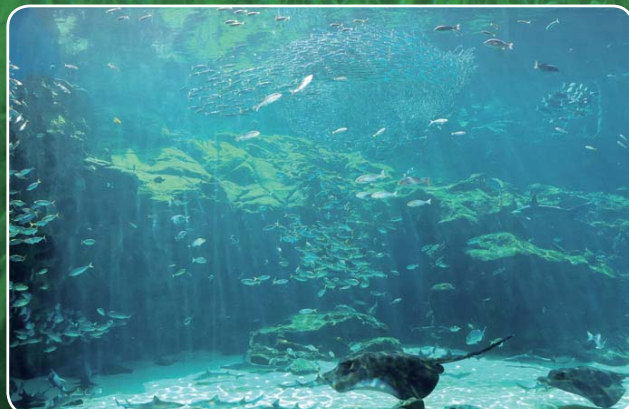
1月、2月の最も寒い時期に、海へと潜る。一部枯れてしまった水槽のアマモ場に、一年で一番気なこの時期の自然界の海草を補充するためだ。採集時に地下茎を傷つけると、海草はうまく育ってくれない。用心深く、重い砂ごとすくい上げてバケツに移す。植えるときも細心の注意が必要だ。浅過ぎると、泳ぐ生きものたちが起こす微妙な水流に巻き込まれて抜けてしまし、深過ぎると砂に埋もれた新芽がうまく育つ

てくれない。

3月、植えたばかりの海草に花が咲いている。ああ、また枯れてしまうのだ。せっかく植えても、花が咲いたら5月には種子を付けて枯れてしまう。現在は、その種子を育て、苗をつくっている。まだうまく育つまでには至っていない。目標は水族館で育てたアマモだけで、水槽にアマモ場を再現することだ。地元の海を大切に守っていくことは、水族館の大切な役割の1つ。もしも絶滅の危機にひんすることがあれば、種子から育てたものが九十九島の海を覆うようになると信じて、また海に潜る。

取材協力：長田信人 / 西海国立公園 九十九島水族館「海きらら」
クラゲ・魚類課飼育担当

自然界のアマモ。アマモ場は稚魚や小さなカニ・エビなどの生息場所となる。アマモ場が「海のゆりかご」と表現されるのは、そのためだ。ゆりかごで暮らす小さな生きものたちを自当てに、ほかの大きめの魚たちも集まってくる。その魚たちを自当てに、漁師は網を仕掛ける



アマモ場とつながっている大水槽。九十九島周辺で見られる生きもの120種1万3000匹が展示されている。サバやアジなど魚屋の店先に並ぶ魚たちが泳ぐ姿に、驚く人たちが多いという。生きて泳いでいる姿は、そのときの天候や時刻によって、店先の魚からは想像もできない美しい色と優雅さを見せる



ヤマトウミヒルモの花。大きさは1cmほど。ヤマトウミヒルモは長崎県と佐世保市で絶滅危惧種に指定されており、自然環境でも花を見ることは難しい



九十九島の夕焼け。西海国立公園の九十九島は大小208の島から成る。海中以外にも、植物や動物など、多くの希少種が生息している。海きららはこの周辺に暮らす生きものだけを展示している

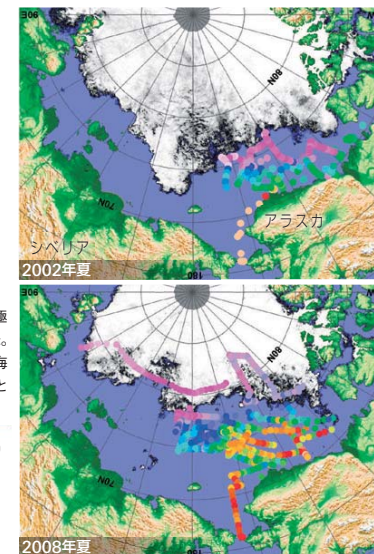
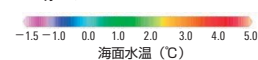


図1 2009年、北緯79度地点での海水の様子

「みらい」による北極海航海では、海水が減少するのに伴って、最北到達記録をどんどん北に更新している。たとえば、2009年の航海では北緯79度0分まで、2010年の航海では北緯79度11分まで、北に観測域を広げている

図2 北極海の海水分布と海面水温

「みらい」や砕氷船でアラスカ沖の北極海を航行し、海面水温を測定した。2002年と比較すると、2008年には海水が減少し、海面水温も上昇したことが分かる



変化する北極海のいま

2011年6月18日 第127回地球情報館公開セミナーより

地球温暖化の影響が最も顕著に現れるといわれる北極海では、すでに海水の減少など急激な環境変化が起きています。このような環境変化は、北極以外の地域の環境にも、そして環境以外の分野にも影響を及ぼす重要な問題であり、科学的にも社会的にも大きな関心を集めています。変化する北極海の現状と未来、その影響について紹介します。

雪や氷が太陽からのエネルギーを反射し、極域を冷たい環境に保っているのです。氷や雪は、地球を冷やすために大事な役割を持っているといえます。

海水がなくなると、反射率が低い海が露出します。その結果、海は太陽の光を吸収して、ますます暖まります。すると冬が来ても、薄く少ない海水しかできません。そして夏に海水は融け、次の冬にできる海水はさらに減少する……。このように、海水の減少は加速度的に進み、ラジエーターとしての機能が低下します。その結果、地球温暖化が加速されてしまうと考えられているのです。

北極海の海水が消える？

地球温暖化の影響を受け、北極海の海水は急激に減少しています。図2は、海水が最も少なくなる夏の海水の分布です。かつては夏でも北極海の8~9割は海水で覆われ、海水が融けるのはアラスカからシベリアの沿岸近くだけでした。しかし1990年代の後半ぐらいから、特に太平洋に近い海域の海水が急激に減少し、2007年には海水面積が過去最小となりました。

数値で見ると、20世紀の後半には平均で約700万km²だった海水の面積は、2005年には約75%の530万km²、2007年



地球環境変動領域
北半球寒冷圏研究プログラム
北極海総合研究チーム
チームリーダー

菊地 隆

きくち たかし。1967年、奈良県生まれ。博士(理学)。北海道大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士後期課程修了。1996年、海洋科学技術センター(現・海洋研究開発機構)入所。2009年より現職。北極海航海・観測に数多く参加。「みらい」や砕氷船、漂流ブイなどによる観測を中心に、北極海の海洋変動、気候変動、環境変動を研究する。専門は海洋物理学、極域海洋学

私たち海洋研究開発機構(JAMSTEC)地球環境変動領域の北半球寒冷圏研究プログラム北極海総合研究チームは、海洋地球研究船「みらい」や、カナダやアメリカなどの観測船や砕氷船で、北極海の観測を行っています(図1, 3)。また海水の上に漂流ブイという観測装置を設置し、自動観測もしています。それらの観測から、水温や塩分、海水の流れや海水の動きなどを測定し、北極海の環境変化を調べています。

今回は北極の環境について、私たちの研究だけでなく、国内外のいろいろな研究成果を交えてお話しします。

北極の気温が急激に上昇

現在、地球温暖化が進行しているといわれています。実際、西暦1000年からの平均気温の変化を見ると、最初の900年間は緩やかに下がっていましたが、1900年以降は急激に上昇し、この100年間で

約1℃上昇しています。では、今後はどうなるのでしょうか。

2007年に発表された『気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書』に掲載された将来予測によると、2100年までに多くの地域で気温が上昇していきます。なかでも特に北極で気温が大きく上がると予測されています。気温上昇の予測値は、全球平均ではプラス2~3℃くらいですが、北極域ではその倍以上と出ています。

ほかの地域と比べて北半球の高緯度帯での気温上昇が明らかに大きいことは、観測からもすでに確認されています。ここ40年程度の気温変化を、緯度別に比較しました。1960~1980年の平均気温を0として2006年までの気温上昇を見ると、日本を含む北緯44度以南の地域では0.5℃ほどでした。しかし、北緯44~64度では約1.2℃、北緯64度以北では約2℃も上昇していることが分かりました。

北極は地球のラジエーター

ここで、地球の気候における極域(北極と南極)の役割について考えてみましょう。太陽の光は赤道付近に最も多く当たります。そして赤道域は、太陽のエネルギーを受けて地球気候システムを動かすエンジンのような働きをします。それに対して北極や南極は、太陽の光が少ししか当たらず、逆に熱を放出しています。地球を冷やすラジエーター(冷却放熱器)のような役割を担うわけです。ラジエーターが効かなければ、地球の気候システムは正常に働かず、オーバーヒートのような状態になってしまいます。

では、北極と南極の違いはどこにあるのでしょうか。南極は陸地の上に氷(氷床)が載っています。その氷床の厚さは、平均約2,000mにもなります。一方の北極は、海水が凍ってできた海水が海の上に浮いている状態です。その厚さは、20年ほど前、私が大学の授業で習ったころは

平均3~4mと聞いていました。ところが、私が2005年の夏にアメリカの砕氷船による北極海横断航海で計測した結果では、海水の厚さは平均約1.8mでした。最近の北極海の海水の厚さは、1.5~2m程度といわれています。

もしさらに気温が高くなって、極域で厚さ2m分の氷が融けたらどうなるでしょうか。氷の厚さが2,000mある南極では、あまり影響はありません。しかし、もともと2m程度の厚さしかない北極では、海水がなくなってしまうのです。北極が温暖化の影響が最も顕著に現れる場所といわれるのは、そのためです。

海水の減少が温暖化を加速させる

氷や雪は白いので、太陽の光をほとんど反射してしまいます。光の反射率(アルベド)は、陸は約20%、海は約10%であるのに対し、氷や雪は85~90%、状態によっては98%にもなります。その結果、



図3 「みらい」による北極海の海水調査

「みらい」に搭載された大型CTD採水システムを海中に下ろし、さまざまな深さの海水を採水すると同時に海水温や塩分を計測する



には約60%の420万km²になってしまいました(図4)。その後少し回復したものの、2010年から再び減少し、今年2011年は約450万km²と史上2番目の少なさになりました。北極海の海水の減少は、今後も続くかと予測されています。このままの速度で減少が進むと、2030~2040年には夏の北極海に海水はなくなってしまいます。

海水が減る北極特有の理由

北極海の海水が減少しているのには、地球温暖化によって気温が上昇して「海水が融ける」「海水ができない」という以外に、北極海特有の理由があると考えられます。

2007年、私はドイツの砕氷船「ポーラーシュテルン号」による北極海中央部での観測に参加しました。その際、例年ならば厚い氷で覆われていた北極海の中央部でも、海水が薄く、砕氷船はどんどん進むことができました。北極点まで250km足らずという北緯88度まで行っても、厚い氷がありませんでした。

2005年のアメリカ砕氷船「ヒーリー号」による北極横断航海のときも、太平洋側の北緯80度あたりまでは海水が少ないと心配していました。それでも北緯86度より北では厚さ2m以上の海水がたくさんあり、砕氷船ですら前に進むのに苦労しま

した。しかし2007年には、北緯88度でも薄氷ばかりという状況でした。

さらに驚くべきことに、そのとき雨も降りました。北極点からあまり離れていない場所で雨が降るなど、いくら夏でもこれまでは考えられないことでした。

漂流氷を設置するためにヘリコプターで飛び立っても、ヘリコプターが降りられる場所がなかなか見つかりません。やっとのことで着陸して、漂流氷を置いてきました。大きな観測装置も設置したかったのですが、その重さに耐えられる厚さの海水は、その海域には見つかりませんでした。今後、北極海の海水の減少が進んでいくと、設置できる漂流氷が少なくなり、北極海の状況を知る貴重な観測データが得られなくなる恐れがあります。

2007年、私たちが北極点近くで観測を行っていたのと同じころに、北極海と大西洋をつなぐフラム海峡でも観測が行われていました。フラム海峡は、北極海の海水が大西洋に出ていく場所です。そこに、例年よりはるかに大量の海水がありました。北極点付近で海水が減っている一方、出口には大量の海水があるということは、何を意味するのでしょうか。

寒冷圏気候研究チームの猪上 淳主任研究員らの研究成果から、近年の北極海の海水減少と北極域の大気循環場の変動に関連があることが分かってきました。

図5は、9月の北極海の海水面積に対応する夏の北極域の気圧変化を示しています。この図から、近年の海水減少は、シベリア側での気圧の低下(図中のL)とカナダ沖での相対的な気圧の上昇(図中のH)に関係していることが分かります。気圧配置の変化が、北極海からの海水の流出を促進しているのです。この「氷が出て行く」ということが、海水が減少する大切な北極特有の理由の1つです。海水の変化と気象の変化がリンクして、海水の減少を加速させています。

海水の減少が及ぼす影響

北極海の海水の減少は、広い範囲にさまざまな影響を及ぼします。

北極海の夏の海水面積が急激な減少を始めた時期と時を同じくして、アラスカ沖の夏の海面水温が上がっています(図2、4)。海面水温が上昇すると、その上にある大気が暖められます。実際、北緯70度

以北の10月の気温も、同じように上昇しています。また、陸域環境変動研究チームの観測から得られたロシア・ヤクーツク近郊の4月の地温も、近年高くなったままの状態です。この地域の4月の地温は、秋の降雪量などと相関があるのではないかとわれています。まだ詳しくは明らかになっていませんが、海水の減少とシベリアの降雪量や地温、そのほかの気象現象などにも何らかの関連がありそうです。

北極海の生態系への影響も、すでに観測され始めています。たとえば、クリオネの餌となるミジンコキマイマイなど、炭酸カルシウムの殻を持つ生物にとって、北極海は暮らしにくい場所になっていることが、最近報告されました。

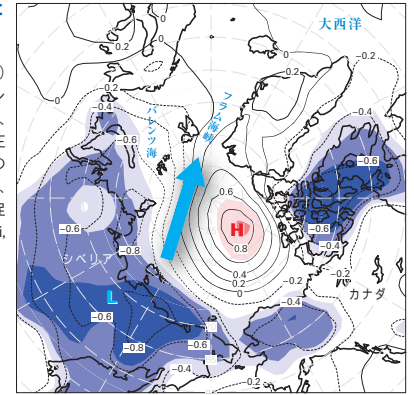
海水はアルカリ性ですが、大気中の二酸化炭素が増えると海水に溶け込み、酸性に近づきます。海洋の酸性化が進むと、炭酸カルシウムが溶けやすくなってしまいます。北極海カナダ海盆の海域では、さらに海水が溶けて海水が薄まる効果も加わることで、炭酸カルシウムの飽和度が1を下回っている、つまり炭酸カルシウムの殻が溶けやすくなっていることが、2008年の国際共同観測から分かりました。

北極は日本の気候も左右する

北極海の海水の減少は、日本周辺の気候にまで影響を及ぼすことも分かってきました。海水の面積の変化を見ると、1995年と2005年、2007年にとても少なくなっています。実は、1995/1996年と2005/2006年の冬、日本は豪雪となりました。また2007/2008年の冬は、中国が大寒波に襲

図5 9月の海水面積の変化に対応する夏の北極域の気圧変化

近年の海水面積の変化(減少)と関係した気圧変化として、シベリア側の気圧が低下(L)し、相対的に北極海海盆域の気圧が高く(H)なってきた。そのため矢印の方向に風が強まり、北極海からの海水の流出が促進される(Inoue and Kikuchi, 2007より)



われています。北極海の海水減少が北極域の大気循環を変え、シベリア高気圧の変調をもたらして、日本など東アジアの冬季の気候に影響を与えたのです。

2011年2月には、寒冷圏気候研究チームの堀 正岳研究員らによって、冬の日本への寒気吹き出しが、遠く離れたバレンツ海での変化によってもたらされていることが発表されました。バレンツ海は、北極海の一部で、ノルウェーやロシアの沿岸の海域です。バレンツ海のあたりで高気圧の状態が続くと、その東側にできる冷たい空気の流れによって西シベリアに寒気がたまりやすくなります。この寒気がジェット気流の蛇行によって7~10日後に日本にやって来ることが分かったのです。

北極の未来に向けて

北極海の環境変化は、科学的だけでなく

社会的にも注目され始めています。北極海の海水がなくなると、新しいチャンスも生まれるからです。海水が減少すれば船が通れるようになり、北極海を経て太平洋から大西洋まで安く早く航行できるようになるかもしれません。また観光や漁業に利用できる可能性があります。

一方、私たち研究者は、今後北極海の環境がどう変化するのか、北極の変化がほかの地域にどのような影響を及ぼすのか、そしてそれを知るために何が必要かを検討しています。北極海の環境を考える上で最大の謎は、海水を介して海洋と大気がどのように相互作用をしているのかということです。北極の環境変動の実態や影響を把握し、そのメカニズムを解明するため、「みらい」や漂流氷などによる観測、シミュレーション、新たな観測機器の開発にも取り組んでいきます。

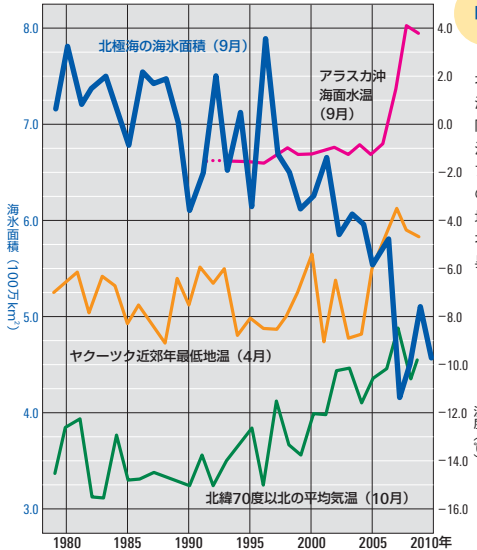


図4 海水の減少と環境に及ぼす影響

北極海の海水面積が減少するのと時期を同じくして、アラスカ沖の海面水温、ロシア・ヤクーツク近郊の4月の地温(年最低地温)、北緯70度以北の10月の気温が上昇している

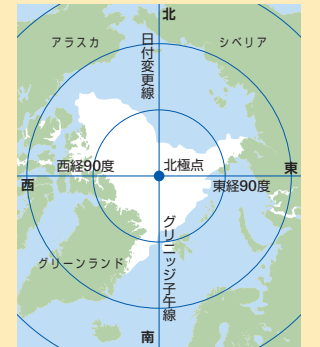
北極Q&A

Q 海水が融けたら、海面は上昇する?

A 海水はすでに海に浮いているので、海水が融けても海面の高さにはまったく影響しません。しかし北極海の海水がすべて融けるような状況になれば、陸上の氷も融けて海に流れ込み、さらには海水が熱膨張して、海面は上昇します。

Q 北極点では、南はどの方向?

A 普通に考えれば、北極点ではすべての方向が南といえます。しかし作業を行うときの便宜上、東西南北という言葉を使うときがあります。「南」の定義の1つに「正午に太陽がある方向」があります。北極点では世界標準時を使うことが多いので、正午に太陽があるのはグリニッジ子午線の方向です。つまり、グリニッジ子午線の方向が便宜上の南になります。日付変更線の方向が北、東経90度方向が東、西経90度方向が西となります。



編集後記

特集「就航30周年記念 海洋調査船「なつしま」が切り開いた深海フロンティア」はいかがだったでしょうか。「なつしま」、有人潜水調査船「しんかい2000」の開発・建造に多少とも携わった者として、30年という歳月の重みを考えて、実に感慨深いものがあります。すでに「しんかい2000」は退役して久しく、また「しんかい6500」もすでに建造から20年たち、あちこち疲れが出てきているようです。田代省三 運輸管理部長が述べているように、あのアメリカでさえ「アルビン」の耐圧殻を新たに作るためにとても苦労したとのこと。一度途切れてしまった技術を復活させるには、多大な努力と資金が必要となります。わが国においても技術の継承という観点から見ると、「しんかい6500」の後継機を製作するために残されている時間はかなり少なくなっている気がしています。

私たち技術者は、潜水船や深海探査機器など新しい技術開発を日々進めています。うまくいく時もあれば、うまくいかない時もあり、悩むことが多々あります。しかし最近、この不安を解消してくれる名演説に出会いました。それは、2011年10月5日に惜しまれつつ56歳でこの世を去ったアップル社CEOのスティーブ・ジョブズ氏が、2005年にスタンフォード大学で行った講演の一幕です。——信念を放り投げちゃいけない。私がかじけずにやってこられたのは、ただ一つ、自分のやっている仕事が好きだったから。君たちもこれから仕事が生半可なパートを占めていくだろう。自分が本当に心の底から満足を得たいなら、進む道はただ一つ。自分が素晴らしいと信じる仕事をやる、それしかない——これこそ、私たちが求めている本当の理由ではないでしょうか？

私たちもアップル社のiPodやiPhoneのように、世界があつと驚く革新的な深海探査機器の開発を目指して、日々努力をしています。(T. T.)

「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①～⑤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)
- ④ TEL・FAX・Eメールアドレス ⑤ Blue 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、振込案内をお送り致しますので、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けます)。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 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋研究開発機構 横浜研究所 事業推進部 広報課
TEL.045-778-5378 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(118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案内

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



*お預かりした個人情報、「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。

賛助会(寄付)会員名簿

平成23年11月30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。(アルファ順)

株式会社IH	株式会社カイショー
株式会社アイ・エイチ・アイムユニテッド	株式会社海洋総合研究所
あいおいニッセイ同和損害保険株式会社	海洋電子株式会社
株式会社アイケイエス	株式会社化学分析コンサルタント
株式会社アイワエンタープライズ	鹿島建設株式会社
株式会社アクト	川崎汽船株式会社
株式会社アサツディ・ケイ	川崎重工業株式会社
朝日航洋株式会社	株式会社環境総合テクノス
アジア海洋株式会社	株式会社開電工
株式会社アルファ水工コンサルタント	株式会社キュービック・アイ
泉産業株式会社	共立インシュアランス・プロコース株式会社
株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所	共立管財株式会社
株式会社工ス・イー・エイ	極東製業工業株式会社
株式会社SGKシステム技研	極東貿易株式会社
株式会社NTTデータ	株式会社きんでん
株式会社NTTデータCCS	株式会社熊合組
株式会社NTTファシリティーズ	クローバテック株式会社
株式会社Jノ島マリコンポリューション	株式会社グローバルオーシャンテック
株式会社MTS雪氷研究所	KDDI株式会社
有限会社エルシャンテ追浜	京浜急行電鉄株式会社
株式会社OCC	株式会社構造計画研究所
沖電気工業株式会社	神戸ペイント株式会社

広和株式会社	セコム株式会社
国際気象海洋株式会社	セナーアンドバーンス株式会社
国際警備株式会社	株式会社損害保険ジャパン
国際石油開発帝石株式会社	第一設備工業株式会社
国際ビルサービス株式会社	大成建設株式会社
五洋建設株式会社	大日本土木株式会社
株式会社コンポニ研究所	ダイハツディーゼルの株式会社
相模運輸倉庫株式会社	太陽日酸株式会社
佐世保重工業株式会社	有限会社田浦中央食品
株式会社サノヤス・ヒシノ明昌	高砂熱学工業株式会社
三建設工業株式会社	株式会社竹中工務店
株式会社ジーエス・ユアサテクノロジー	株式会社竹中土木
JFEアドバンテック株式会社	株式会社地球科学総合研究所
株式会社JVCケンウッド	中国塗料株式会社
財団法人塩事業センター	株式会社鶴見精機
シナノン株式会社	株式会社テザック
清水建設株式会社	清水建設株式会社
シュルンベルジェ株式会社	電気事業連合会
株式会社商船三井	東亜建設工業株式会社
社団法人信託協会	東海交通株式会社
洞海マリンシステムズ株式会社	新日鉄エンジニアリング株式会社
新日本海事株式会社	東京海上日動火災保険株式会社
須賀工業株式会社	東京製綱繊維ロープ株式会社
鈴鹿建設株式会社	東北環境科学サービス株式会社
スプリングエイトサービス株式会社	東洋建設株式会社
住友電気工業株式会社	株式会社東陽テクニカ
清進電設株式会社	東洋熱工業株式会社
石油資源開発株式会社	株式会社中村鉄工所

西芝電機株式会社	富士ゼロックス株式会社
西松建設株式会社	株式会社フジタ
日油技研工業株式会社	富士通株式会社
株式会社日産クリエイティブサービス	富士電機システムズ株式会社
ニッソイマリン工業株式会社	物産不動産株式会社
日本SGI株式会社	古河電気工業株式会社
日本海洋株式会社	古野電気株式会社
日本海洋掘削株式会社	松本徽章株式会社
日本海洋計画株式会社	マリメックス・ジャパン株式会社
日本海洋事業株式会社	マリンサポート株式会社
社団法人日本ガス協会	株式会社マリン・ワーク・ジャパン
日本亜損害保険株式会社	株式会社丸川建築設計事務所
日本サルヴェージ株式会社	株式会社マルトー
社団法人日本産業機械工業会	三鈴マンナリー株式会社
日本水産株式会社	三井住友海上火災保険株式会社
日本電気株式会社	三井造船株式会社
日本ヒューレット・パッカード株式会社	三菱重工業株式会社
日本マントル・クレスト株式会社	株式会社三菱総合研究所
日本郵船株式会社	株式会社森京建築事務所
株式会社間組	八洲電機株式会社
清中製鋼工業株式会社	郵船商事株式会社
東日本タグポート株式会社	郵船ナブテック株式会社
株式会社日立製作所	ユニバーサル造船株式会社
日立造船株式会社	
株式会社日立プラントテクノロジー	
深田サルベージ建設株式会社	
株式会社フジクラ	

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。

海と地球の情報誌 Blue Earth

第23巻 第5号(通巻115号) 2011年11月発行

発行人 山西恒義 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 事業推進部
編集人 溝澤巨彦 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 事業推進部 広報課
Blue Earth 編集委員会

制作・編集協力 有限会社フォトンクリエイト
取材・執筆・編集 立山 晃(p2-25)/鈴木志乃(p1,裏表紙)/坂元志歩(p26-27)
佐藤ひとみ(p28-31)
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/飛鳥井羊右ほか)

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>

Eメールアドレス info@jamstec.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。

独立行政法人 海洋研究開発機構の研究機関

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)
横浜研究所 〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173番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)
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)
東京事務所 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 富国生命ビル23階 TEL. 03-5157-3900 (代表)
国際海洋環境情報センター 〒905-2172 沖縄県名護市宇豊原224番地3 TEL. 0980-50-0111 (代表)



山形県鶴岡市由良沖に設置された「海明」。全長80m、幅12m

1978年 波力発電装置「海明」

あの広い海からエネルギーを得ることができないだろうか——日本経済が第一次石油ショックの真ただ中にあった1974年、海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構、JAMSTEC）で波エネルギーの利用を目指した研究開発が始まりました。波エネルギーは、無尽蔵にあり、地球温暖化の原因となる二酸化炭素を排出しない自然エネルギーの一つです。海洋全体の波エネルギーは、全世界の消費電力量に匹敵するといわれています。

1978年には、大型浮体式波力発電装置「海明」が誕生。1978年8月から山形県鶴岡市由良沖の海上に設置し、発電実験を開始しました。海に浮かべた発電装置の空気室に波が入ってくると、室内の水面が上下し、空気が出入ります。その空気の流れてタービンを回して発電するという仕組みです。1980年には、「海明」で発電した電力を海底ケーブルで陸上の商用電源に送り、一般家庭に供給されました。波力発電の一般利用は世界初でした。「海明」の実験は1986年3月まで行われました。

その成果を活かし、実用化を目指したプロトタイプとして沖合浮体式波力装置「マイティーホエール」を



三重県南勢町沖に設置された「マイティーホエール」。
クジラを模した装置の口から波を取り入れ、3台の空気タービンと発電機で発電する。
全長50m、幅30m

開発。1998年7月から2002年3月まで、三重県南勢町沖で発電実験を行いました。空気室の配置を波の進入に対して直角にしたことで、波エネルギーから空気エネルギーへの変換効率は「海明」の4倍となり、一般家庭20軒分に相当する発電量を達成しています。

いま再び、波エネルギーが注目されています。四方を海に囲まれた日本。波は低いものの海岸線が長いので、周辺の波エネルギーは日本の電力消費量の3分の1に相当します。JAMSTECでは、日本のエネルギー問題の解決に貢献することを目指し、浮体式より発電効率がよく、また高波や津波による災害の軽減も期待できる堤防埋め込み型波力発電装置の実現に向けた研究開発を進めています。