

海と地球の情報誌

Blue Earth

122

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ISSN 1346-0811

2013年3月発行

隔月年6回発行

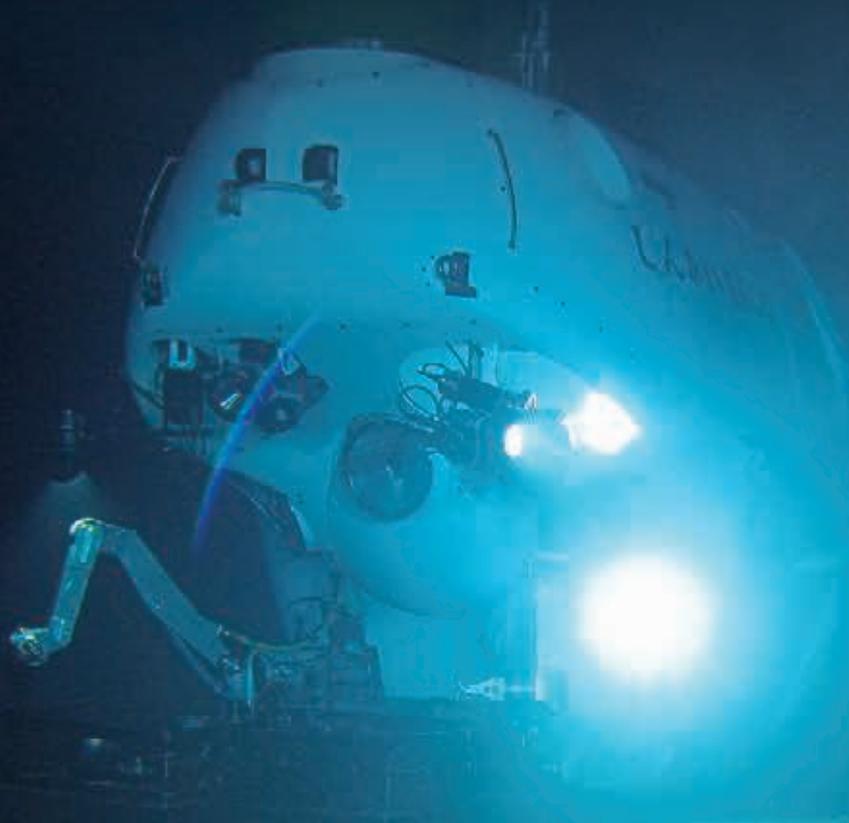
第24巻 第6号

(通巻122号)

生命の限界に迫る

QUELLE 2013

「しんかい6500」世界一周航海へ



地学オリンピックで世界を目指せ!

海中3Dレーザースキャナーを開発

世界の中のJAMSTEC Fleet

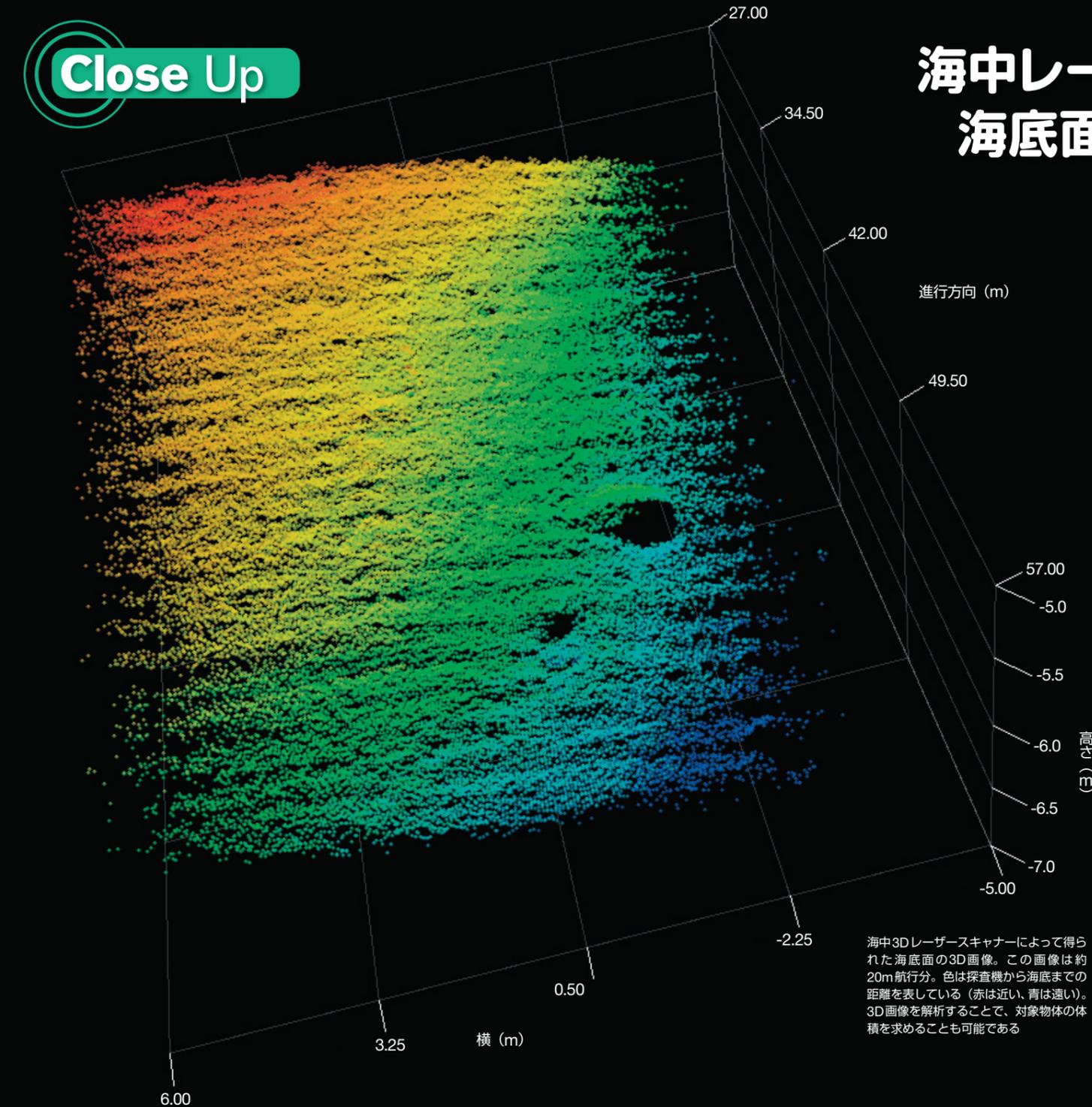


Close Up

海中レーザーキャニングによる 海底面3Dデータの取得に成功

- 1 **Close Up**
海中レーザーキャニングによる
海底面3Dデータの取得に成功
- 2 **特集**
生命の限界に迫る
QUELLE 2013
「しんかい6500」 世界一周航海へ
- 22 **Aquarium Gallery**
おんねゆ温泉・山の水族館
季節をめぐる・凍る水槽
- 24 **研究の現場から**
地学オリンピックで世界を目指せ!
浜野洋三
地球内部ダイナミクス領域 上席研究員
熊谷英憲
地球内部ダイナミクス領域 技術研究副主幹
小俣珠乃
地球深部探査センター 技術主任
- 28 **Marine Science Seminar**
世界の中のJAMSTEC Fleet
川間 格
海洋工学センター 運航管理部 運航・工務グループ サブリーダー
- 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

裏表紙 **Blue Earth**をめぐる
「よこすか」からの便り
インド洋海嶺



海中3Dレーザーキャナーによって得られた海底面の3D画像。この画像は約20m航行分。色は探査機から海底までの距離を表している（赤は近い、青は遠い）。3D画像を解析することで、対象物体の体積を求めることも可能である



海中3Dレーザーキャナーと同じ位置に同じ方向を向けて設置したビデオカメラの画像。レーザーが発光している様子（緑色）は確認できるが、海底を視認することはできない

海中3Dレーザーキャナーを搭載した無人探査機「おとひめ」。マンビュレータを取り付けて作業することもできる



海中3Dレーザーキャナー



海中3Dレーザーキャナーを用いたマンビュレータ操作支援システムの試験も実施した。マンビュレータを操作するとき、海中3Dレーザーキャナーによって得られた3D画像や光強度画像、距離画像を用いることで、カメラ画像には写らない遠方の目標を把握することができる

現在、探査機で海底の地形を知るためには、ソナーシステムや光学カメラがよく使われている。音波を用いるソナーシステムは、海底から離れて広範囲の海底地形を観測することができるが、高精度なデータの取得には不向きだ。一方、光学カメラは、照明が届く範囲であれば詳細な海底の画像を撮影できるが、海中では光の減衰が著しいため海底に接近しなければならず狭い範囲の画像しか得ることができない。そのため、ソナーシステムより近く、光学カメラより遠い、中距離から海底の地形を詳細に知ることができる、新しいツールの開発が望まれていた。

海洋研究開発機構（JAMSTEC）海洋工学センター海洋技術開発部の石橋正二郎技術研究員らが注目したのが、レーザー光である。レーザー光は海水中ではプランクトンや浮遊物によって減衰してしまうといわれていたが、約100m以深の海中では減衰が大幅に軽減されることを、すでに確認していた。さらに、最適なレーザー光の波長を選定する試験や、システムアルゴリズムの構築、レーザー光の発光・受光方式を含むスキャニングシステムの構築などを行ってきた。それらの研究開発の結果を融合して、数～20mほどの高さから海底のスキャニングを実現するシステム「海中3Dレーザーキャナー」を開発した。

そして今回、海中3Dレーザーキャナーを無人探査機「おとひめ」に搭載して、相模湾で試験を実施した。水深約100mの海域で、光学カメラでは海底を視認できない、海底から5～7mの高さで航行しながら海底面のスキャニングを行った。その結果、約150mに及ぶ海底面の3Dデータを取得することに成功。分解能は約4cmであった。

今後は、より深海で試験を行うとともに、画像の高解像度化や装置の小型化に取り組んでいく。さらに、レーザー測距やレーザー通信など複数の機能を持つ深海用海中レーザーシステムの開発を目指す。

取材協力：
 石橋正二郎 海洋工学センター 海洋技術開発部 技術研究員

生命の限界に迫る

QUELLE 2013

「しんかい6500」世界一周航海へ

2013年1月5日、有人潜水調査船「しんかい6500」を搭載した「よこすか」が、たくさんの人に見送られ、海洋研究開発機構（JAMSTEC）横須賀本部の岸壁から出航した。世界一周航海「QUELLE 2013」の始まりだ。約1年をかけてインド洋、南大西洋、カリブ海、そして南太平洋を巡り、熱水域や湧水域、超深海、孤立した海山や海台など極限的な環境を調査する。

「QUELLE」は「生命の限界に迫る」の英語、「Quest for Limit of Life」の略語で、「クヴェレ」と読む。「QUELLE」はドイツ語では「起源」「源泉」の意味となる。

かつて深海に生物はいないと考えられていた。ところが海洋の調査が進むと、熱水が噴出しているところや、強アルカリや強酸性、水深1万mの超深海など、極端な環境にも多様な生物がたくさんすんでいることが分かってきた。生物は極端な環境にどのように適応しているのか。生物の生息限界はどこか。そもそも、生命はどのようにして誕生したのか。「QUELLE 2013」が目指すのは、生命の限界に迫ることでその起源と進化を探り、地球が生命に満ちあふれた惑星になり得た理由を明らかにすることである。

「QUELLE 2013」の見どころを紹介しよう。



「よこすか」には観測機器や実験器具など、8月の一時帰国までに必要な大量の荷物が積み込まれた



「よこすか」船上の格納庫に搭載され、出航を待つ「しんかい6500」



たくさんの人に見送られて出航 撮影：山科則之（事業推進部）



2013年1月5日、JAMSTEC横須賀本部の岸壁から出航した「よこすか」。「よこすか」は「しんかい6500」の支援母船である
撮影：山科則之（事業推進部）

「QUELLE 2013」における最初の調査海域は、インド洋の中央インド洋海嶺とロドリゲス三重点周辺である。2013年1月から3月にかけて実施する。

日本が初めてインド洋で調査を行ったのは、1998年の「MODE '98」(Mid Oceanic ridge Diving Expedition)である。MODE '98は、「よこすか」と「しんかい6500」による世界一周航海で、QUELLE 2013とは反対の東回りのルートを取り、パナマ運河を通過して大西洋中央海嶺で調査を行い、スエズ運河を経て南西インド洋海嶺を

調査した。インド洋における有人潜水船の調査は、MODE '98での「しんかい6500」が世界初である。MODE '98の目的の一つは、インド洋で熱水活動を発見することだった。太平洋や大西洋の海嶺では熱水活動が見つかったが、インド洋では徴候は報告されていたものの、その現場はまだ捉えられていなかったのだ。しかし残念ながら、MODE '98はインド洋の熱水活動を発見できずに終了した。

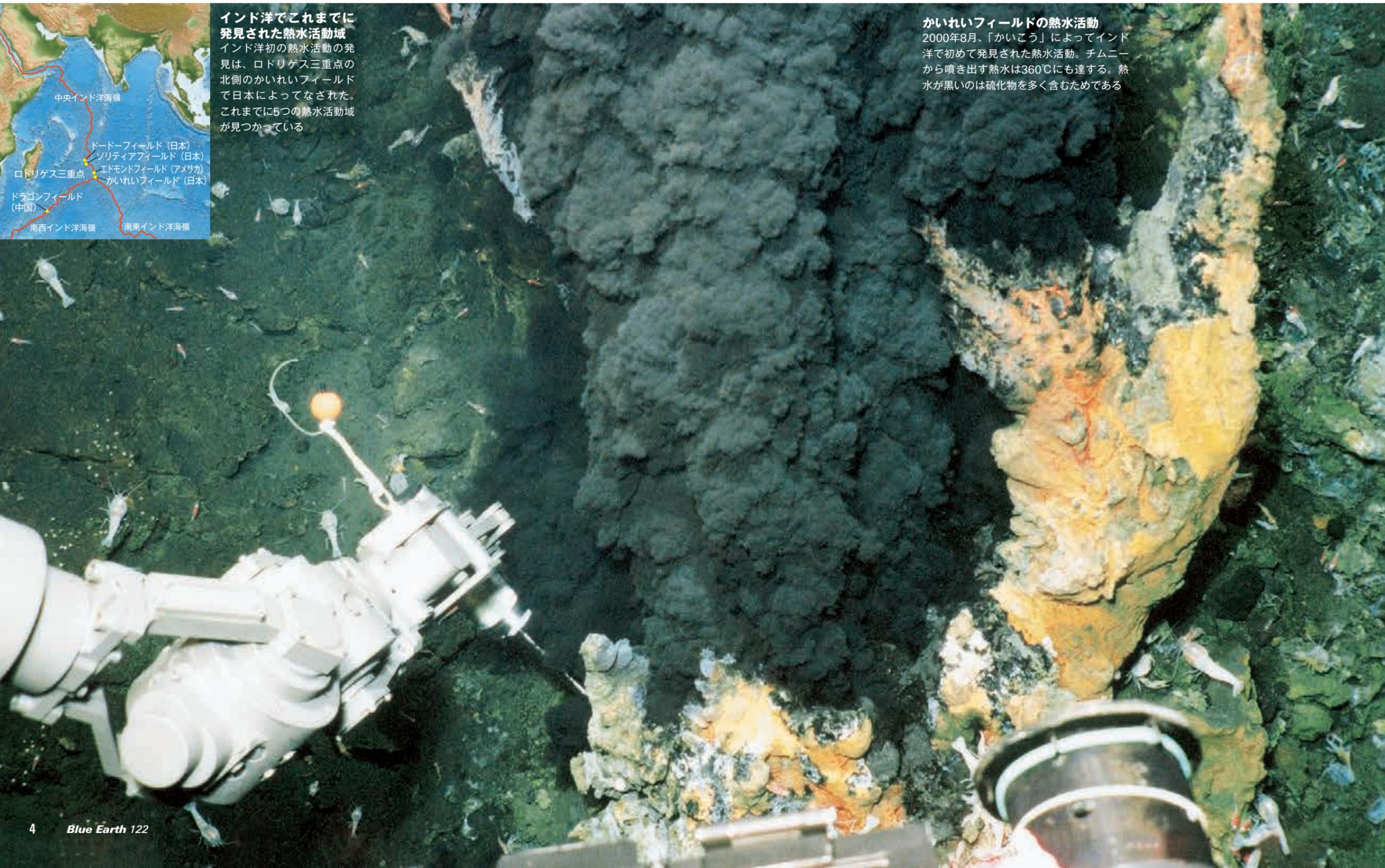
2000年、深海調査研究船「かいらい」と無人探査機「かいらい」が、熱水活動の探査に再び挑んだ。

そして、ロドリゲス三重点の北側で、インド洋初の熱水活動を発見。その熱水活動領域は「かいらいフィールド」と名付けられた。2010年にはさらに2カ所で熱水活動を発見し、「ドードーフィールド」と「ソリティアフィールド」と名付けられた。インド洋で発見されている熱水活動域はほかに、2001年にアメリカの研究チームが発見した「エドモンドフィールド」と2012年に中国の研究チームが発見した「ドラゴンフィールド」がある。日本は、インド洋熱水活動域の調査を先導してきたといっ

だろう。「QUELLE 2013」では、そこに再び潜る。なぜ再び、この海域を調査するのだろうか。地球内部のエネルギーによって暖められ、さまざまな成分が溶け込んだ海水が噴き出している熱水活動域は、生命の起源や初期の生命進化を探る格好の場所だからである。現在の熱水活動域では、熱水に含まれるメタンや硫化水素を利用する化学合成微生物を一次生産者とする化学合成生態系の生物群集が見られるが、地球最初の生命もこのような環境で生まれたと考えられているのだ。



インド洋でこれまでに発見された熱水活動域
インド洋初の熱水活動の発見は、ロドリゲス三重点の北側のかいらいフィールドで日本によってなされた。これまでに5つの熱水活動域が見つかった。



かいらいフィールドの熱水活動
2000年8月、「かいらい」によってインド洋で初めて発見された熱水活動。チムニーから噴き出す熱水は360℃にも達する。熱水が黒いのは硫化物を多く含むためである

かいらいフィールドの化学合成生物群集
ツノナシオハラエビやイソギンチャク、アルビンガイ、ユノハナガニ、シンカイヒバリガイなどが高密度で生息している



ドードーフィールドのチムニー
2010年に日本が発見。基底にマウンド(堆積物の高まり)を伴わず、煙突状のチムニーは高さ1m程度と小規模である



ソリティアフィールドのチムニー
2010年に日本が発見。チムニーは高さ2m程度とドードーフィールドに比べて規模が大きく、基底にはマウンドを伴っている



「QUELLE 2013」のインド洋調査での大きなターゲットの一つが、スケリーフットである。アメリカの研究チームが2001年、かいいいフィールドで発見した巻貝だ。それまでうろこを持つ貝は知られておらず、しかもうろこや殻の表面が硫化鉄でコーティングされていたことから、大きな注目を集めた。かいいいフィールドの限られた場所でしか生息が確認されていなかったが、2010年、「しんかい6500」がソリティアフィールドでスケリーフットの採取に成功。その姿に、人々は再び驚かされた。それまで知られていたものとは違って白く、うろこや殻は硫化鉄で覆われていなかったのだ。遺伝的には2つはほぼ同一の種である。うろこが硫化鉄で覆われているのは捕食者から身を守るためだと考え

られてきたが、白いスケリーフットのうろこの方がかたいことも分かった。では、うろこを硫化鉄で覆う目的は？ 硫化鉄のコーティングはどのように形成されるのか？ それを確かめるため「QUELLE 2013」では、採取したスケリーフットを船上で飼育し、うろこが硫化鉄でコーティングされる過程を詳しく調べる。また、アルピンガイなどこれまで熱水活動域で知られていた巻貝は化学合成微生物をえらに共生させているが、スケリーフットは消化管に共生させている。幼生を採取し、微生物がいつ、どのように共生するのかも明らかにしようとしている。

スケリーフットが発見されているかいいいフィールドとソリティアフィールドは、700km以上

離れている。もしかしたら、その間にまだ見つからない熱水活動域があり、スケリーフットはそこを経由して分布を広げているのかもしれない。インド洋で6番目の熱水活動域の発見。「QUELLE 2013」では、それも狙っている。

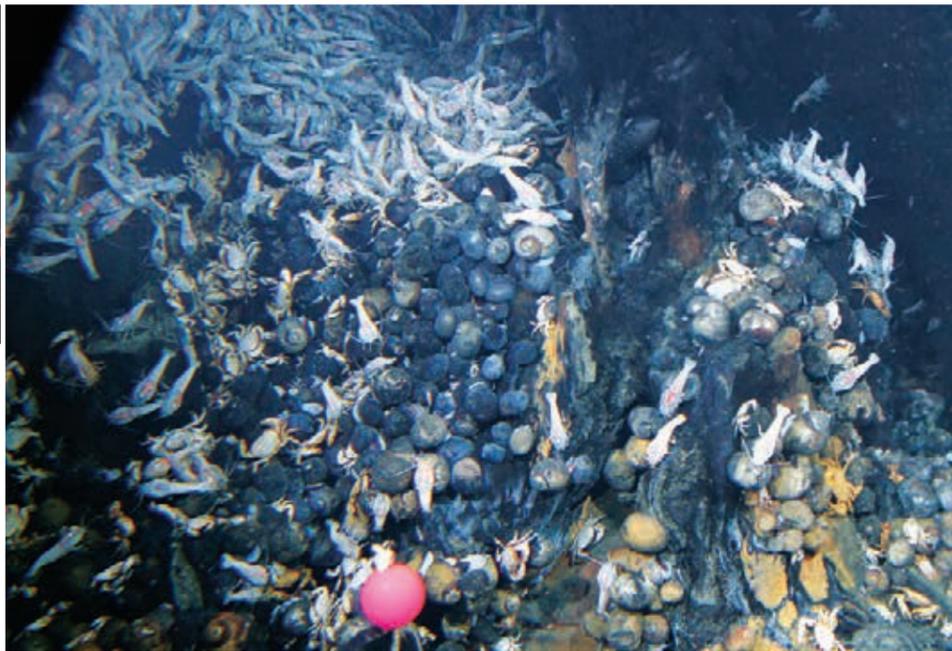
かいいいフィールド周辺の地下構造の探査も行う。生命と地下、どう関係するのだろうか？ かいいいフィールドでは、ほかの熱水活動域とは異なり、水素濃度の高い熱水が噴出している。そこでは、水素からメタンを生成する超好熱メタン菌を一次生産者とする特異な生態系「ハイパースライム」が存在している。水素に富んだ熱水を生み出しているのが、周囲にある超塩基性岩（超マフィック岩）だ。超塩基性岩はマントルを構成する岩石で、本来は

地下数kmにあるはずのものである。地下構造を探索することで、超塩基性岩がどのように地表近くまで運ばれてきたのか、熱水はどのように循環しているのか、水素濃度の高い熱水がどのようにつくられハイパースライムを育てているのか、それらを明らかにすることを狙っている。岩石—熱水—水素—生命とつながる壮大なストーリーを描き出そうとしているのだ。

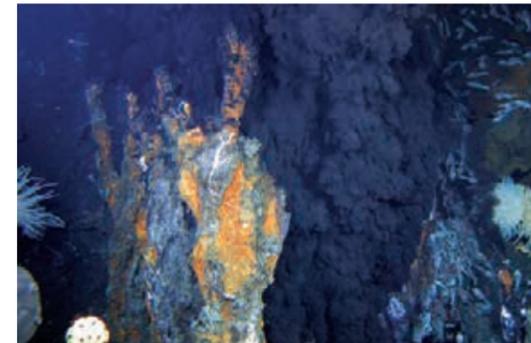
誕生したばかりの酸素のない地球において、生命のエネルギー源として有力なのが水素である。ハイパースライムこそが、初期の生物たちの姿なのかもしれない。インド洋の熱水活動域には、初期の生命進化の謎に迫る鍵が隠されている。



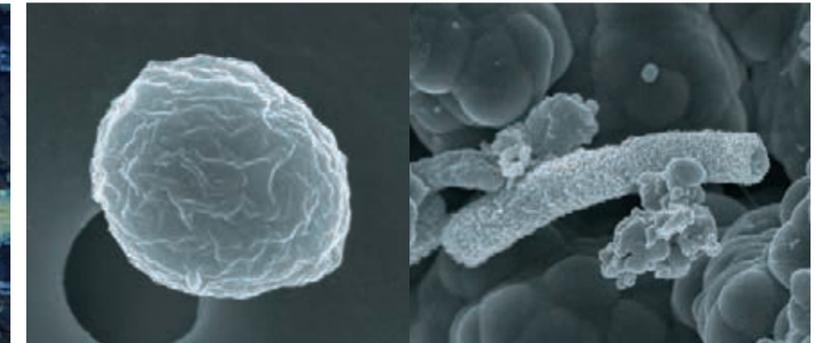
かいいいフィールドに生息する黒いスケリーフット
うろこや殻の表面が硫化鉄に覆われている。この硫化鉄のコーティングは、スケリーフット自身がつくっているのか、共生している微生物がつくっているのか、あるいは環境によって自然にできるのかを明らかにするため、船上で飼育実験を行う



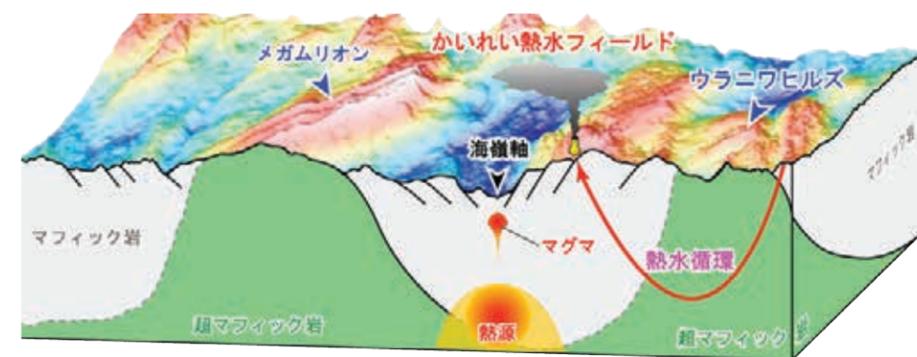
ソリティアフィールドに生息する白いスケリーフット
うろこも殻も硫化鉄に覆われていないため白い。うろこは硫化鉄に覆われていないにもかかわらず、黒いスケリーフットより強い



かいいいフィールドのチムニー
この熱水には、ほかでは見られないほど高濃度の水素が含まれている



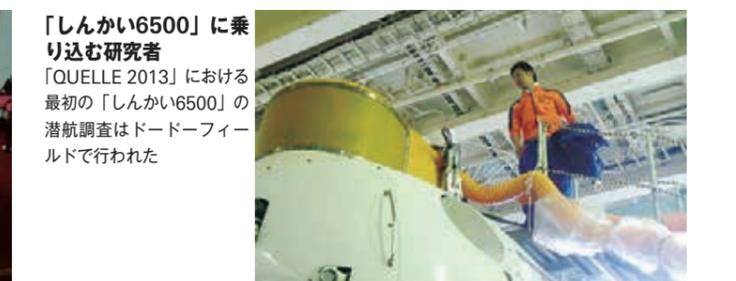
ハイパースライムを構成する超好熱メタン菌
かいいいフィールドの高濃度の水素を含む熱水噴出孔周辺で、超好熱メタン菌と超好熱発酵菌のコロニーが発見され、「ハイパースライム」と名付けられた。水素からメタンをつくり出す超好熱メタン菌が、一次生産者としてハイパースライムを支えている



かいいいフィールド周辺の地下の様子と熱水の循環
海嶺は地下からマントルが上昇してきて海底が形成され、両側に広がっていく場所である。ロドリゲス三重点は、拡大速度の異なる3つの海嶺が交差しているため、多様な海洋底が形成されている。かいいいフィールドの東側にあるウラニウヒルズには大量の超塩基性岩（超マフィック岩）がある。そこから入った海水は地球内部のエネルギーによって暖められ、その熱水と超塩基性岩が反応して高濃度の水素が発生する。そうして生成された高濃度の水素を含む熱水が、海底下を循環し、かいいいフィールドで噴出していると考えられている



モーリシャス海洋研究所との打ち合せ
インド洋の調査はモーリシャス海洋研究所との共同研究で実施される。モーリシャス海洋研究所のダニエル所長は「QUELLE 2013」のジャンパーを着て参加



「しんかい6500」に乗り込む研究者
「QUELLE 2013」における最初の「しんかい6500」の潜航調査はドードーフィールドで行われた

インド洋海嶺の調査を終えた「よこすか」は、モーリシャスのポートルイス、南アフリカのケープタウンに寄港した後、南大西洋を横断してブラジル沖を目指す。ブラジル沖の調査は、ブラジル地質調査所とサンパウロ大学海洋研究所、ブラジル石油公社ペトロbrasとの共同研究で、4~5月に行われる。

まず調査するのは、リオグランデ海膨である。海膨とは海底の広範囲な高まりで、リオグランデ海膨は中央部がぱっくりと割れ、海底からの高さが5,000mを超える垂直な崖になっている。「QUELLE 2013」では、リオグランデ海膨の基底部から頂部

まで調査し、水深によって生物がどのように変化するかを明らかにする。リオグランデ海膨周辺の水塊は複雑で、基底部のあたりには南極で沈み込んで北上してくる南極底層水が、その上には北大西洋で沈み込んで南下してくる北大西洋深層水が、さらにその上には北上してくる南極中層水が流れている。水深によって南極と北大西洋、それぞれに由来する多様な生物群集が見つかるかもしれないと期待されている。

また、リオグランデ海膨がどのようにしてできたのか、分かっていない。岩石を採取し、成因を探ることも目指す。

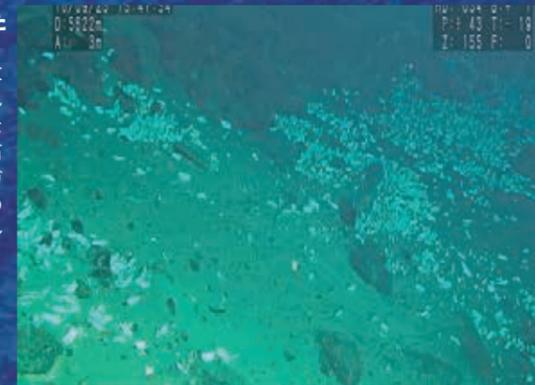
続いてサンパウロ海嶺の調査を行う。サンパウロ海嶺は、水深2,500mから急激に4,200mまで落ち込む比高1,700mもの急峻な崖になっている。ブラジル沖では3つの海域の調査を行うが、ブラジル側はこのサンパウロ海嶺を最重要ターゲットと位置付けている。事前調査によって、マントルに由来する超塩基性の蛇紋岩が露出していることが分かっているからだ。

2010年、「しんかい6500」によってマリアナ海溝でマントルに由来する超塩基性の蛇紋岩が露出している場所が発見され、その周辺の湧水域にシロウリガイなどの化学合成生物群集が生息していること

が分かった。超塩基性岩が変成して蛇紋岩になると、水素とメタンを放出する。シロウリガイは、そのメタンを利用する微生物を共生させ、微生物がつくる栄養をもらって生きているのだ。サンパウロ海嶺でも、同じような化学合成生物群集が生息している可能性がある。ここで化学合成生物群集が発見されれば、超塩基性蛇紋岩の湧水域として世界で3例目、南大西洋では初となる。しかも、サンパウロ海嶺は北大西洋深層水の通り道となっている。北大西洋や太平洋、インド洋の化学合成生物群集と比較することで、それらの生物群の伝播ルートや進化が明らかになるかもしれない。

マリアナ海溝で発見されたシロウリガイのコロニー

マントル由来の超塩基性の蛇紋岩が露出している湧水域で発見されたシロウリガイの大規模なコロニー。マントル由来の岩石の湧水域に生息するシロウリガイの発見は初めてである。この場所は「しんかい湧水フィールド」と名付けられた (Ohara et al. 2012, PNAS)



しんかい湧水フィールドで採取されたマントル由来の超塩基性の蛇紋岩

マントル物質のかんらん岩が変成して蛇紋岩になると、水素とメタンを放出する。シロウリガイはそのメタンを利用する微生物を共生させている。初期の生命は、このような環境で誕生した可能性もある (Ohara et al. 2012, PNAS)



リオグランデ海膨の想像イラスト

海膨は広範囲な海底の高まりだが、リオグランデ海膨は中央部が割れている。垂直に切り立った崖の高さは、海底から5,000mを超える

イラスト：吉原成行



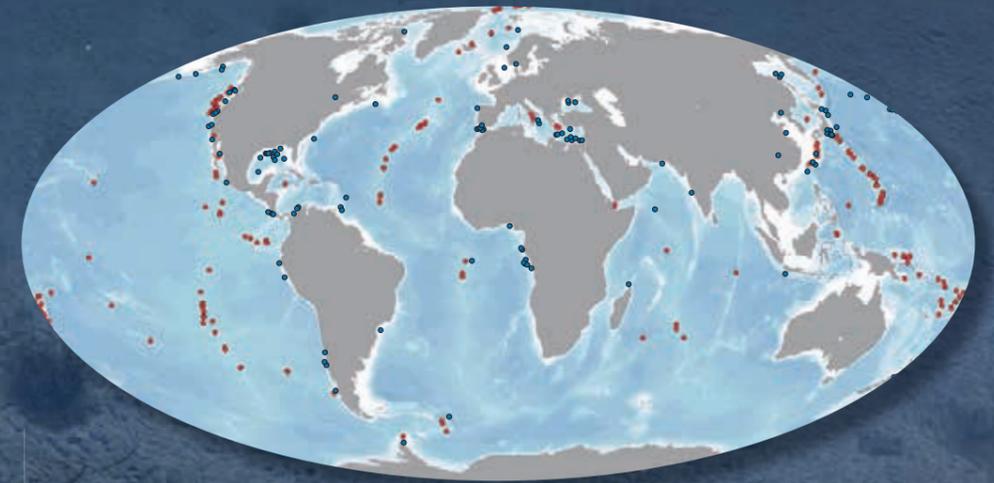
サンパウロ海嶺の調査を終えた「よこすか」は、リオデジャネイロに寄港した後、サンパウロ海台の調査を行う。サンパウロ海台を含むブラジル沖には南大西洋最大の海底油田が広がっており、すでに石油生産が行われている。この海域で外国の調査船が科学調査を行うのは初めてである。

海底油田といえば、メキシコ湾が有名だ。メキシコ湾の海底油田域では、海底の岩塩が溶け出してできた高塩分の海水がたまっている場所があり、その周りにシンカイヒバリガイやハオリムシなど、湧水性の化学合成生物群集が見られる。一方、サンパウロ海台は、海底下1,000mのあたりに厚さ1,000mの

岩塩の層があり、岩塩ドームが海底付近まで上昇してきているところもある。また海底には、すり鉢形のくぼ地が無数にあると思われる。この地形はポックマークと呼ばれ、メタンガスなどが噴き出した跡だ。そうした状況から、サンパウロ海台には、メキシコ湾で見られるような湧水性の化学合成生物群集

が生息している可能性が高い。

南大西洋では、まだ化学合成生物群集についての知見がほとんどない。「QUELLE 2013」に大きな期待がかかっている。しかも、サンパウロ海台の海底油田域は広大であることから、世界最大規模の化学合成生物群集の発見となる可能性もある。



これまでに発見された化学合成生態系の分布

赤丸は熱水域、青丸は湧水域を示す。化学合成生態系が初めて発見されたのは、1977年、東太平洋ガラバゴス諸島近くの熱水活動域である。その後、北大西洋、インド洋でも発見されたが、南大西洋ではまだ発見されていない。現在のところ、化学合成生物群集は東太平洋で生まれ、西太平洋、南を回ってインド洋、そして大西洋へと広がっていったと考えられている。化学合成生物群集の進化や伝播経路を明らかにするには、南大西洋での発見が欠かせない (ChEss/CoMLの資料を改変)

サンパウロ海台の想像イラスト

海底には、ポックマークと呼ばれる、すり鉢形のくぼ地が無数にある。メタンガスなどが噴き出した跡である。その周辺に化学合成生物群集が生息している可能性がある

イラスト：本多冬人

ブラジル沖のサンパウロ海台の調査を終えた「よこすか」は、ブラジルのサントス、プエルトリコのサンファンに寄港し、カリブ海の英領ケイマン諸島周辺へ向かう。

ケイマン諸島沖には中部ケイマン海膨がある。2009年から2010年にかけてアメリカとイギリスの共同研究チームがその海域を調査し、水深5,000mで世界最深の熱水活動域を発見。その熱水活動域は、「ピープフィールド」と名付けられている。写真も撮影されたが、遠隔操作無人探査機（ROV）

によるもので、有人潜水船での調査は行われていない。そこで、「QUELLE 2013」で「しんかい6500」による潜航調査を行うことになった。カリブ海の調査は6～8月に実施する予定だ。

これまで中部ケイマン海膨周辺で発見されている熱水活動域は2カ所だ。どちらも熱水に含まれる水素濃度が高い。それは、インド洋のきれいフィールドの熱水をしのぐほどである。そこにはハイパースライムが生息しているのではないかと期待されている。しかし、水深が5,000mを超えるため、

熱水の温度は500°C近い。そのような極限環境で生息できる生物がいるのだろうか？ まさに、生命の限界に迫る調査となる。

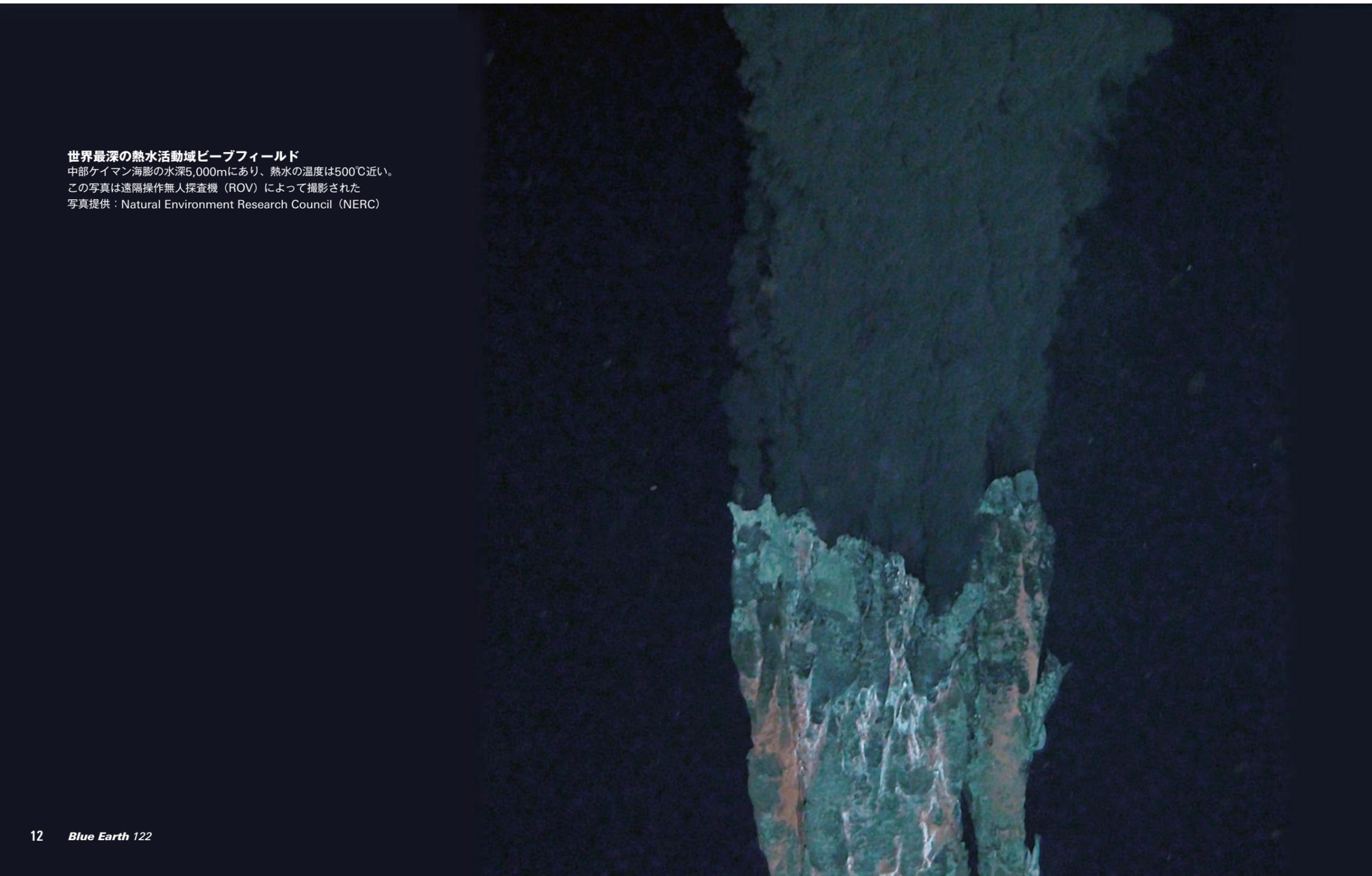
熱水活動域に生息する生物の多くは、微生物と共生関係にある。特殊な環境に生きる微生物の解析は非常に難しいが、JAMSTECにはそうした微生物を網羅的に解析する高い技術がある。さらに「QUELLE 2013」のカリブ海調査では、新型チムニー回収装置や海底化学固定装置、現場培養器を駆使し、生命の生息限界と生き残り戦略を明らかに

することを狙う。

かつて太平洋と大西洋はつながっていて生物の交流があった。しかし300万年前、北と南のアメリカ大陸が陸続きになり、海洋生物の交流は絶たれた。太平洋に起源を持つ生物が、大西洋でどのように進化しているのかを調べ、生命の適応や進化について探ることも、この海域での調査の重要な目的である。

世界最深の熱水活動域ピープフィールド

中部ケイマン海膨の水深5,000mにあり、熱水の温度は500°C近い。この写真は遠隔操作無人探査機（ROV）によって撮影された
写真提供：Natural Environment Research Council（NERC）



トンガ海溝・ケルマディック海溝

世界で2番目に深い海淵へ。そして沈み込む海山から生物の変遷や生き残り戦略を探る。

カリブ海の調査を終えた「よこすか」は、パナマのクリストバルに寄港した後、パナマ運河を抜けて太平洋に出る。そして8月上旬に一時帰国する。これは、「しんかい6500」の電池交換のためである。そしてグアム、フィジーのスパに寄港した後、10～11月にトンガ海溝・ケルマディック海溝の調査を行う。

トンガ海溝の最深部であるホライゾン海淵は、水深1万850mである。これは、マリアナ海溝チャレンジャー海淵の1万911mに次いで、世界で2番目に深い。JAMSTECでは、マリアナ海溝チャレンジャー海淵の調査を繰り返し行い、超深海にはユニークな生物群が生息していることを明らかにしてきた。しかし超深海は、低温、高圧であり、さらに

そこにたどり着く有機物は分解されにくいものばかりで栄養に乏しい。そうした極限環境に生息するには、何らかの戦略が必要なはずだ。たとえば、マリアナ海溝チャレンジャー海淵に生息するカイコウオオソコエビはセルロースを分解する特殊な酵素を持っていることが、2012年にJAMSTECの研究から明らかになっている。カイコウオオソコエビはその酵素を使うことで、難分解性のセルロースを多く含む木くずや植物の種子さえも食べて分解し、栄養を吸収することができるのだ。

では、水深1万mを超える超深海は、どこも同じような環境で、同じような生物群がいるのだろうか? 「QUELLE 2013」では、深さが世界2位のトンガ海溝ホライゾン海淵を調査し、1位のマリアナ

海溝チャレンジャー海淵と比較することで、その問いに答えを出すことを目指す。しかし「しんかい6500」が潜航できるのは水深6,500mまでである。トンガ海溝の調査では「ランダー」という装置を使う。ランダーは水深1万1000mまで潜航可能で、海水や堆積物の採取、ビデオの撮影ができる。

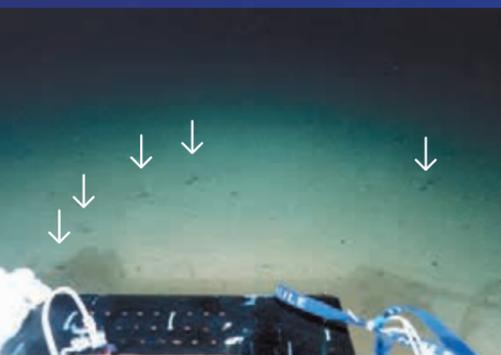
トンガ海溝の調査を終えた「よこすか」はトンガのヌクアロファに寄港した後、最後の調査海域であるケルマディック海溝に向かう。この海域で特に注目しているのが、ルイビル海山列である。ルイビル海山列は、長さ4,300mにわたって70以上の海山が連なっている。それらの海山は、プレートの移動とともに水深1万47mのケルマディック海溝に次々と沈み込んでいき、終焉を迎える。近年の海洋生

物の調査から、海山はさまざまな海洋地形のなかでも特に生物多様性が高い場所であることが分かってきた。ルイビル海山列のそれぞれの海山にも多様な生物群が生息していることだろう。海山が育む生物の多様性を明らかにすることが、1つの目的である。また、海山は沈み込みに伴って次第に水深が深くなる。そのとき、生物群はどのように変わっていくのだろうか? 水深の異なるいくつかの海山を調査することで、水深による生物の変遷や適応を明らかにすることも、大きな目的である。

すべての調査を終えた「よこすか」は、ニュージーランドのオークランドに寄港した後、帰路に就く。横須賀への帰港は12月上旬の予定である。



トンガ海溝・ケルマディック海溝



マリアナ海溝チャレンジャー海淵の海底
水深は1万911m、水温は2℃、水圧は約1,000気圧である。これは1cm²に約1トンの重さがかかっているほどの圧力である。写真は1995年に「かいこう」が撮影したもので、ウシナマコ的一种（矢印）が見えている



カイコウオオソコエビ
体長3～5cm。植物性多糖であるセルロースを単糖のグルコースに分解するには複数の酵素が必要だが、カイコウオオソコエビが持つセルラーゼは、その酵素だけでセルロースをグルコースに分解することができる。このセルラーゼを利用すれば、木材や廃紙などを常温で分解してグルコースをつくり、それを原料にしてエタノールを効率よく生産できることから、応用利用に向けた研究が進められている

ケルマディック海溝に沈み込むルイビル海山列の想像イラスト
ルイビル海山列は、プレートの移動に伴ってケルマディック海溝に沈み込んでいく

イラスト：木下真一郎

なぜ地球は生命に満ちあふれた惑星になり得たのか—「QUELLE 2013」はその問いに答える。

取材協力

北里 洋

海洋・極限環境生物圏領域 領域長



—「しんかい6500」世界一周航海「QUELLE 2013」が目指すこととは？

北里：なぜ地球は生命に満ちあふれた惑星になり得たのか。この疑問に答えることが、「QUELLE 2013」の大きな目標です。その答えの鍵は、熱水活動域や湧水域、孤立した海山や海台、超深海など、深海の極限環境にあると考えています。私たちは深海の極限環境を調査して、微生物との共生など生物のしたたかな生き残り戦略や、生物の存在限界を知ること、生命の起源と進化の謎を解き明かしていきます。極限環境に生息する生物や生態系の機能を調べていくと、たとえばカイコウオオソコエビから見つかった新しいセルロース分解酵素のように、私たちの生活に役立つ発見もあるでしょう。「QUELLE 2013」は人類の知的好奇心に応え、さらにその成果を社会に役立てることも目指しています。

—調査海域は、どのようにして決められたのでしょうか。

北里：2000年から10年をかけて、世界の海のどこに、どのような生物が、どれだけ生息しているかを調べる「海洋生物のセンサス (Census of Marine Life、

CoML)」という大規模な調査が行われました。80を超える国々から3,000人も研究者が参加しました。その結果、海洋生物の多様性や分布、個体数については、ずいぶん分かってきました。一方で、2,500m以深の深海域や、陸から離れた外洋、特に南大洋の大半が未調査海域であることも明らかになりました。

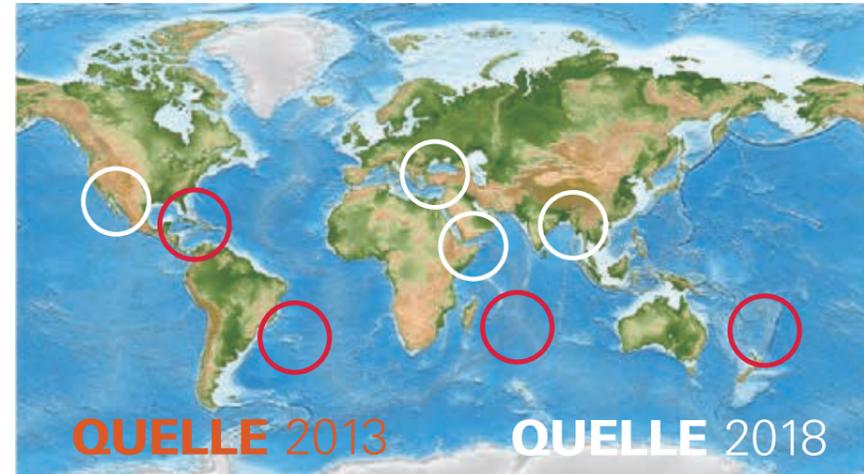
次にやらなければいけないのは、調査の空白域を埋めていくことです。そして、生命の限界に迫ることができる場所。そういう観点で4つの海域、インド洋海嶺、ブラジル沖、カリブ海、そしてトンガ海溝・ケルマディック海溝を選びました。

—それぞれを単独の航海で調査するのではなく、世界一周航海としたのはなぜでしょうか。

北里：日本の場合、近くて行きやすい西太平洋海域での調査が多くなりがちです。しかし、言葉は悪いですが、そんなちまちました調査ばかりではいいのでしょうか。世界の海には、まだ誰も行ってない場所がたくさんあります。そこを調べたいと、研究者であれば誰もが思うことでしょう。ときには地球の裏側まで出掛けていくような大航海もしたい。そういう声が、海洋研究者のコミュニティからも上がっていました。「よこすか」と「しんかい6500」による世界一周航海は、1998年の「MODE '98」以降、実施されていません。そこで、2010年ごろから世界一周航海の実現を目指して議論を重ねてきました。3年ほどかけて生まれたのが、「QUELLE 2013」です。

—2013年1月5日、JAMSTEC横須賀本部の岸壁を出航する「よこすか」を、たくさんの人が見送りました。世界一周航海は、JAMSTECを挙げての一大事業ですね。

北里：研究航海は、研究者だけの力ではできません。まして世界一周航海となると、より多くの人々の協力が必要です。「しんかい6500」と「よこすか」は、1990年の就航以来、無事故で数々の調査を行ってきました。JAMSTECには船舶と潜水調査船を安全・確実にオペ



2013年 1月5日	1月~3月	4月~5月	6月~8月	8月~9月	10月~11月	12月
横須賀本部岸壁出港 JAMSTEC	インド洋海嶺調査	ブラジル沖調査	カリブ海調査	「しんかい6500」電池交換のため一時帰国	トンガ海溝・ケルマディック海溝調査	横須賀本部岸壁帰港 JAMSTEC

「QUELLE 2013」の調査海域と航海スケジュール

「QUELLE 2013」は、インド洋海嶺、ブラジル沖、カリブ海、トンガ海溝・ケルマディック海溝の4つの海域を調査する(赤い丸)。航海スケジュールは、気象、海象などの事由により、今後変更される可能性がある。白い丸は、「QUELLE 2018」として提案している調査海域

レーションする技術があり、高い研究能力を持った世界最先端の研究者がいて、現場を支える人たちがいます。みんなの力と思いが1つになってこそ、世界一周航海が実現できるのです。

このような世界一周航海をできる機関は、世界にいくつもありません。「QUELLE 2013」は世界からも注目を集めています。この航海を成功させ、JAMSTECの海洋研究と調査技術の力を世界に示したいと思っています。

—「QUELLE 2013」に参加するのはJAMSTECの研究者だけですか。

北里：いいえ、日本中からたくさんの研究者が参加しています。また、一部の調査は国際共同研究として行います。たとえば、インド洋海嶺はモーリシャス海洋研究所、ブラジル沖はブラジル地質調査所とサンパウロ大学海洋研究所とブラジル石油公社ペトロプラス、トンガ海溝・

ケルマディック海溝はニュージーランド国立水質大気研究所と南デンマーク大学などが参加します。

ブラジルやニュージーランドのように海洋海底調査にこれから力を入れようとしている南半球の国々と連携を強めることは、とても重要です。日本がこれからの海洋調査を主導できるだけでなく、南半球の国々に調査技術を移転することで調査の空白域がなくなり、生命の理解が進むことになるのです。

—ブラジル沖とトンガ海溝の調査には、北里領域長も乗船します。

北里：ブラジル沖は、これまで本格的な科学調査は行われていません。誰も行ったことのない場所で、誰も見たことがない世界を見ることができると、何が見えるのか、いまからわくわくしています。

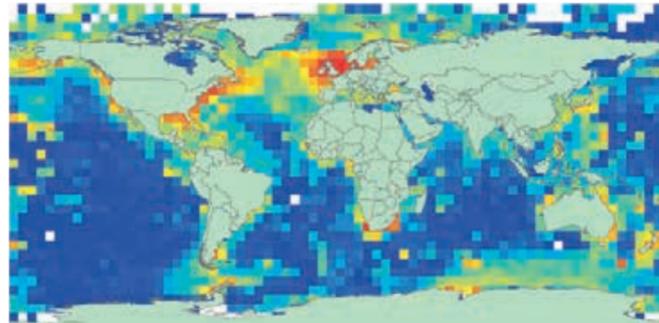
自然は、いろいろな実験をやってくれています。300万年ほど前、北アメリカ

大陸と南アメリカ大陸が陸続きになり、太平洋と大西洋が分断されました。これは、交流を絶たれた生物たちが異なった場所と環境でどう進化していくかを知ることができる実験です。これほど壮大な実験は、人間にはできません。ルイビル海山列がケルマディック海溝に沈み込むのも、水深と生物の変遷を知ることができる実験といえるでしょう。私たちは、「生命の限界に迫る」と、自然に挑戦するような言い方をしています。しかし、人間は自然がやった実験の結果を一生懸命もといっているにすぎないのです。自然に遊んでもらっている、といった方がいいかもしれません。

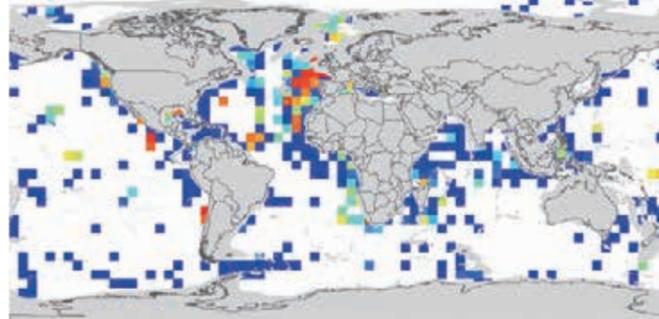
—「QUELLE 2013」が始まったばかりですが、次の世界一周航海も考えているのでしょうか。

北里：「QUELLE 2013」が目指すのは、生命の起源と初期進化の解明です。それは、細胞に核を持たない、原核生物を中心とした世界です。私たちヒトは、細胞に核を持つ真核生物です。次にやるべきことは、原核生物から真核生物への進化を解き明かすことです。そのために、「QUELLE 2018」を提案しています。原核生物から真核生物への進化を探るには、黒海やメキシコ沖、紅海などがターゲットになります。硫化水素の濃度が高い海域や治安が悪い海域もあるため、新しい観測装置の開発をはじめ、十分な準備が必要です。「QUELLE 2013」よりはるかに難しい航海ですが、ぜひ実現したいと思っています。 **BE**

全データ



水深2,500m以深



海洋調査の現状

「海洋生物のセンサス」などの調査によって得られているデータ量を示している。赤はデータが多い、青はデータが少ない、白はデータがないことを示す。陸から離れた外洋や2,500m以深の深海域の大半は、データがないか少ないという状況にある

(提供：CoML)



「QUELLE 2013」ホームページ

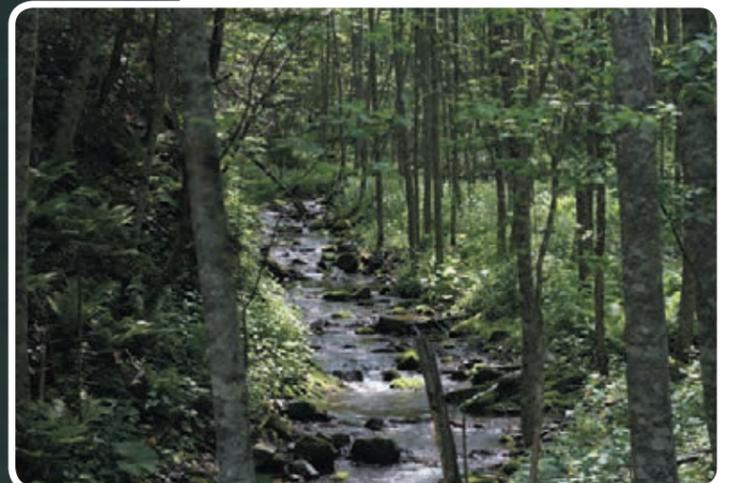
<http://www.jamstec.go.jp/quelle2013/index.html> 「よこすか」の位置や、船上の様子など、最新情報を紹介している



フロストフラワー。空気中の水蒸気が氷の表面に凍り付いて花びらのように広がる現象。凍る水槽の表面で、朝一番に見られることがある



北海道の美しい河群林を見せようというのが、この水槽のコンセプトの1つ。夏の水槽で、右側に大きく写っているのがニジマス、左側の小さいのがヤマメ



水族館周辺の自然環境。こうした河川の様子を、自然環境を巧みに利用し再現している

水族館の庭を掘ることで作られた凍る水槽。冬場、気温-10℃近くにまで下がる自然環境を、暖かい水族館の中から観察できる。氷下で繰り広げられる世界を体験できる世界初の試み。中央の魚はアメマス。リニューアル前、年間2万人ほどだった来場者数が、わずか8ヵ月で18万人を突破した



冬の魚たちの活動度は、夏に比べぐっと落ちる。“凍る水槽”に放たれているのは、ニジマス、ヤマメ、オショロコマ、ウグイ、ブラウントラウト、アメマス。すべてが北海道の河川で見られるタイプの淡水魚だ。ニジマスやヤマメはそれでも少しは動く方。ほかのものたちは底の方でじっとしている。冬の間は餌も必要としない。自然環境でも、おそらくこんなふうに冬をやり過ごすのだろう。

2012年7月、おんねゆ温泉・山の水族館は、開館以来34年ぶりにリニューアルを行うことになった。予算はなんと、通常の水族館再建のおよそ20分の1。いったい何ができるだろう。水族館では、著名な水族館プロデューサー中村元さんにリニューアルを手伝ってほしいと打診した。日本の名だたる水族館を次々と手掛けた中村さんが、予算の乏しい水族館リニューアルを手伝ってくれるのか、半信半疑だった。

現地調査にやって来た中村さんは、おんねゆ温泉で湯に漬

かった。そのとき、温かい温泉に入っているにもかかわらずバリバリと髪の毛が凍っていく様子を体感してしまう。そして、ひらめいたそうだ。「この極寒の状況を利用しよう！北海道ならではの寒さを利用しない手はない」。こうして凍る水槽のアイデアが誕生した。中村さんがなぜ本気になってくれたのか、本当の理由は分からない。でも、たぶん中村さんがもう1つライフワークにしている“町づくり”と、この水族館の再建が密接に関わっていたからかもしれない。

凍る水槽は職員が石を運び、モルタルで固めてつくった。職員の祖父の形見の庭石も、その石のなかには入っている。低予算で面白い展示をつくろうと、せっせと汗を流した。

秋にはヤマメが水槽で産卵を始めた。これには少しばかり驚いた。水槽でのヤマメ産卵の報告数はあまり多くない。自然環境そのままの日照条件が、おそらくヤマメの産卵にはよかったのだろう。水槽に敷いた砂利を掘り、いくつものペア

が産卵をしていた。

12月下旬、初めて氷が張り始めた。「凍っている！凍っているよ！」ガラス面から最も遠いところから氷は張りだしていた。いまかいまかと待ちわびていた氷の季節。氷の下で魚たちがどのようにしているのかも興味があった。冬がこれほど待ち遠しいことは、いままでなかったのではないだろうか。

しかし、結氷してからの掃除は一苦労だ。ドライスーツを着て、わずかに1ヵ所だけ氷が張らない場所から水槽のなかに入り、掃除する。ガラス面に付いた藻を丁寧にぬぐっていく。2℃という水温での、身を切られる作業だ。

朝一番には、取って置きのお楽しみがある。陽が高くない時間帯、開館して30分くらいまでだろうか。凍る水槽が見せるもう1つの顔をのぞく。フロストフラワーだ。氷面に空気中の水蒸気が凍り付き、花びらのように成長する。日中ならば、水面下から氷を通して緩やかな太陽の陽を感じ、陽の光

に照らされた氷には雪の結晶のような構造も見ることができる。厳しい冬のなかで、ともすると見失いがちな自然の姿と、その変化の様子をこの水槽は語り掛ける。自然を見るという当たり前の行為にちりばめられた宝物を、凍る水槽は見せてくれている。そんな気がするのだ。

厚く張った氷の下では、6種類の魚たちが静かに春を待ちわびている。

取材協力：山内 創／おんねゆ温泉・山の水族館学芸員

■ Information: おんねゆ温泉・山の水族館
〒091-0153 北海道北見市留辺蘂町松山1-4
TEL 0157-45-2223
URL <http://onneyu-aq.com/>

取材協力 浜野洋三 地球内部ダイナミクス領域 上席研究員
(NPO法人地学オリンピック日本委員会 理事長)
熊谷英憲 地球内部ダイナミクス領域 技術研究副主幹
(NPO法人地学オリンピック日本委員会 運営委員)
小俣珠乃 地球深部探査センター 技術主任
(NPO法人地学オリンピック日本委員会 アルゼンチン大会随行人)

地学オリンピックで世界を目指せ！

世界の高校生たちが地学の知識や実技の力を競い、交流を深める国際地学オリンピック。2012年のアルゼンチン大会では、日本代表の4人の選手が金1個、銀3個を獲得する活躍を見せた。地学オリンピックの活動を支える海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の関係者に、その目的や意義を聞いた。

■ 地学に関心を持つ高校生を増やしたい

— 国際地学オリンピックはいつから始まったのですか。

浜野：国際科学オリンピックは、1959年の数学に始まり、物理、化学、情報、生物学、地理の各分野で実施されてきました。地学は2007年に韓国で第1回目の国際大会が開かれ、日本は翌年のフィリピン大会から参加しています。

2011年のイタリア大会には26ヵ国104人、翌年のアルゼンチン大会には17ヵ国66人の高校生が参加しました。各国4人ずつの選手が筆記と実技試験で競い、成績上位10%に金、20%に銀、30%に銅の各メダルが与えられます。

— 日本は、どのような目的で国際地学オリンピックに参加しているのですか。

浜野：物理、化学、生物、地学という高校理科の4教科のなかで、地学の履修率は最低です (2011年度で約7%)。地学の授業を行っていない高校も多数あります。興味を持つ高校生を増やす必要性は、ほかの3教科よりも地学において切実なものです。そのために、国際地学オリンピックにぜひ参加しようということになりました。

ほかの科学オリンピックのように、優秀な研究者を育てることと並んで、地学に関心を持つ高校生を増やすことそのものも大きな目的です。多くの高校生に、地学に関心を持ってもらいたいです。

— なぜ、多くの人が地学に関心を持つ必要があるのですか。

熊谷：人類社会の活動が地球環境に大きな影響を与えています。私たちの日々の活動が社会を動かし、それが地球環境に悪影響を及ぼして人類の生存を危うくするかもしれないし、逆に子孫に豊かな地球環境を残すことにつながるかもしれません。日々の活動が地球環境にもたらす影響を考えるには、地球そのものを対象とする地学、さらには自然科学全般を学ぶ必要があります。多くの人が地学をはじめとする自然科学に興味を持つことが、人類社会の存続、そして自分の身を守るためにも欠かせません。

小俣：地学で学ぶ地震や台風などの自然災害の仕組みは、防

災の観点からも、理科系・文科系を問わず、広く国民の教養として必要です。

浜野：地学の対象は、天気や地震などとても身近な現象です。私たちの生活に関係するさまざまなことが地学に関係しています。身近な現象の仕組みを、知識としてだけでなく感覚的に理解することが重要です。それにより自然災害が起きたときに、身を守る行動を取ることができます。

そもそも、身近な現象の仕組みを知りたいという欲求は、人間の本能です。小学生のころに地学に興味を持つ人は多いと思いますが、中・高と進むうちに受験科目の関係もあり地学への関心が薄れてしまっているのが現状だと思います。

■ 個人や文科系志望の参加者も多数

— 国際地学オリンピックに挑む4人の代表選手はどのように選ばれるのですか。

小俣：2013年は9月にインドで国際大会が開かれます。その代表選手を選ぶ予選への参加者を昨年9月1日～11月15日に募集し、12月16日にマークシート方式の試験を各都道府県の59会場で行いました。その成績上位57人が3月下旬に開かれる本選に進みます。そこから10人に代表候補を絞り込み、5月の最終選考で英語力を問う実技試験と面接により4人を決定します。そして通信研修や合宿研修を行います。国内本選やその後の研修で現役の研究者と直接交流を持ち、学校ではできない実習を経験できることは、大きな魅力だと思います。

浜野：今回、予選への応募者が1,011人と、初めて1,000の大台に乗りました。

小俣：私は2012年のアルゼンチン大会にオブザーバーとして選手たちと同行して、各国の関係者と話す機会がありました。参加国のなかには、国内大会を開いて代表選抜を行うことが難しい国もあるようです。国内大会で広く参加者を募り選抜を行う体制を整えていること、その参加者が順調に拡大していることは、日本の大きな強みです。

— 応募者は、高校で地学の授業を履修している生徒が多いのですか。

熊谷：地学の授業を受けていて、大学入試のセンター試験を地学で受験する生徒に、先生が予行演習として地学オリンピック予選への応募を勧める例があるようです。ただし、高校で地学の授業を受けていなくても、応募する人も多数います。たとえば、2011年のイタリア大会で金メダルを獲得した



2012年国際地学オリンピック (アルゼンチン大会) でメダルを獲得した日本選手団 左から、丸山純平さん (聖光学院高等学校)、松尾健司さん (灘高等学校)、中里徳彦さん (横浜サイエンスフロンティア高等学校)、島本賢登さん (広島学院高等学校) 写真提供: NPO法人地学オリンピック日本委員会

生徒は、予選のときは中学3年生で、本格的な地学の授業は受けていませんでした。

地学部などの部活動の一環として地学オリンピックに応募する例もありますが、個人参加も多いですね。地学オリンピックは、文科系志望の参加者が多いことも特徴です。それは、センター試験を地学で受験する人が、文科系志望者に多いからでしょう。

小俣：2012年アルゼンチン大会を含め、いままでの国際大会の選手のなかにも文科系志望者がいました。

熊谷：逆に、文科系志望だった生徒が、地学オリンピックの代表となり、地学への興味を深めて理科系志望に変わった例もありましたね。

— 国内大会には中学生も参加できるのですか。

熊谷：国際大会も国内大会も試験問題は高校地学とその発展のレベルです。そして国際大会への参加資格は高校生なので、12月の予選では中学3年生から高校2年生が対象になります。中学1～2年生は代表選手に選ばれませんが、国内大会には参加できます。応募の約1割は中学生です。これまでの代表選手のなかにも、中学生のときから腕試しで国内大会に参加していた人がいます。

■ 国内大会をさらに盛り上げたい

— さらに応募者を増やすには、どのような取り組みが必要ですか。

浜野：国内予選を勝ち抜いて行われる本選をもっと盛り上げたいですね。本選は「グランプリ地球にわくわく」と題して

3日間にわたる合宿形式で行っています。選抜試験だけでなく研究施設の見学や、研究者による「とっぷ・レクチャー」を行っています。

— 国内本選へ進むことが、野球の甲子園出場のように注目されれば、予選の応募者も増えますね。

浜野：そうです。国内本選をさらに脚光を浴びる舞台にしていきたいのです。

熊谷：予選への応募人数を都道府県別に見ると、偏りがあることも課題です。1人でも応募すれば試験会場を設定していますが、0～2人といった地域がかなりあります。都道府県単位で大学の研究者の方々に地区コーディネーターとして、予選会場の設定などをお願いしています。さらに地域の高校の先生たちとの交流を深めていただくことにより、都道府県別の応募人数の偏りをなくしていくことが、地学が広く国民の教養として受け入れられる上でも重要です。

小俣：JAMSTECの本部がある神奈川県は地学教育がとても盛んです。2012年、アルゼンチン大会に参加した4人の日本選手のうち2人は神奈川県の高校生で、うれしいことに2人ともJAMSTECの地球深部探査船「ちきゅう」を見学した経験がありました。選手たちは地学にもともと関心があり、「ちきゅう」の見学など地学関連の課外活動によって興味をさらに深めることで、地学オリンピックに自ら参加することにつながったのだと思います。また、多くの高校生に対しても、JAMSTECのアウトリーチ活動は、海洋学と共に地学への関心を促す効果があると思います。JAMSTECなどの研究

国内大会から国際地学オリンピックへ (2012年)

写真提供：NPO法人地学オリンピック日本委員会

国内大会



国内本選2012開会式

選抜された選手たちに対する合宿研修

アルゼンチン大会



各国の高校生やスタッフと交流する日本選手

各国の参加選手たちとの記念撮影



ITFI発表の様子

2013年選考の流れ

申込期間

2012年9月1日～11月15日
(参加資格：中学生・高校生)



国内予選

12月16日 (マークシート方式)



成績上位57人が本選に出場

国内本選 (グランプリ地球にわくわく)

2013年3月24日～26日 (記述式)



10人の代表候補を選出・表彰

国内最終選考

2013年5月11日～12日
(英語力を問う実技試験と面接)



4人の代表選手を選出

代表選手研修

5～8月 通信研修、8月 合宿研修



国際地学オリンピック

9月11日～19日 (インド・マイソール)

*申し込み案内や国内大会・国際大会の過去問題など地学オリンピックに関するあらゆる情報が、国内大会を主催するNPO法人地学オリンピック日本委員会のホームページ (<http://jeso.jp/>) に掲載されている

2016年、国際地学オリンピックを日本で開催!



写真は、東北地方太平洋沖地震が起きる前々月の2011年1月、地球深部探査船「ちきゅう」を見学する横浜サイエンスフロンティア高等学校の生徒たち。このなかから2012年アルゼンチン大会の金メダリストが誕生した。2016年の日本大会は、各国の代表選手たちに日本の地球科学の研究の現場をアピールする絶好の機会となる

機関がアウトリーチ活動をさらに進めていくことは、地学オリンピックの応募者を増やすなど、地学や自然科学への関心を若い世代へ広めることにつながるはずだ。

浜野：高校生の応募者を増やすには、小中学生への働き掛けも必要です。そこでNPO法人地学オリンピック日本委員会では、「地球にわくわく小・中学生自由研究コンテスト」を始めました。小学3年生から中学生を対象に、地球や宇宙、環境に関する自由研究をレポートにまとめて送ってもらい、審査を行い表彰します。

世界の高校生と競い、交流を深める国際大会

—国際大会はどのように行われるのですか。

小俣：国際地学オリンピックの大きな特徴は、メダルの対象となる筆記・実技試験のほかに、国際チームで野外での地質調査などを行い、考察結果を発表するITFI (International Team Field Investigation: 国際協力野外調査) を実施していることです。同じ国の生徒が重ならないように振り分けられて、数人ごとの国際チームが組まれます。

アルゼンチン大会では、最近洪水を起こした、会場付近のタパルク(Tapalque)川の河川域を調査しました。そして、その地形と洪水との関係を論じよ、という課題が出されました。チームで協力して調査し、議論し、その結果をまとめて最終日に発表します。もちろんチームのメンバーとの会話や発表は英語です。ただし、英語さえできればいいわけではありません。発表のとき、英語圏から参加している生徒でも、途中で言葉につまることがありました。流ちょうな英語より、簡単な英語でも論理立てて自分の考えを主張することが求められます。それは、将来どのような職業に就いても必要な能力です。—日本選手の様子はどうか。

小俣：日本をはじめ、台湾、韓国などアジアの生徒たちは筆

記試験は抜群に得意ですが、ITFIプレゼンテーションの場では、欧米とインドの生徒の発表が印象に残りました。英会話の能力というより、筆記重視かプレゼンテーション重視かという各国の国民性や教育方針の違いを感じました。

熊谷：それは大人の世界でも一緒かもしれません。英語力の前に、“発言する意志”が必要です。

小俣：一方で、日本選手たちは各国の選手たちと交流を深め、とても仲よくなったようです。「英会話について必要以上に恐怖心を持つ必要はなく、文法が崩れたり発音が少し違っていたりしても理解してもらえた」と感想を述べていました。各国の高校生に接することで、自分たちの能力の優れているところ、あるいは、まだ足りないところがよく分かったと思います。このような国際交流による教育効果はとても大きいと思います。

熊谷：オリンピックという競争形式に反対する人もいますが、国際地学オリンピックでは、競争と交流の両方を重視しています。

小俣：アルゼンチン大会に参加した生徒の1人も、「国際地学オリンピックは、試験の場というより、国際交流の場だった」と感想を述べていました。

2016年、日本で国際大会を開催!

—2016年に日本での国際地学オリンピック開催が決定しました。

浜野：2013年はインドのマイソール、14年は米国のボストン近郊、15年はロシアのサンクトペテルブルク、そしていよいよ2016年には日本の三重県で開催します。地学を広くアピールする絶好の機会です。できるだけ多くの国々の高校生たちに日本に来てもらい、選手以外の日本の高校生たちとも交流する機会を設け、日本の文化や技術を紹介したいと思います。

小俣：ぜひ、各国の代表選手たちをJAMSTECの研究の現場に招待したいですね。私たちには、ぜひ見てもらいたい現場がたくさんあります!

BE



海洋調査船「なつしま」



深海潜水調査船支援母船「よこすか」



海洋地球研究船「みらい」



海洋調査船「かいよう」



深海調査研究船「かいらい」



学術研究船「白鳳丸」



地球深部探査船「ちきゅう」

図1 JAMSTECの研究船

JAMSTECのホームページの「研究船・探査機」には、主要目や経歴など詳しい情報が掲載されている (<http://www.jamstec.go.jp/j/about/equipment/ships/index.html>)。また「ムービー集」では、船舶や探査機の動画を見ることができる (http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/web_movie/menu_index.html)

世界の中の JAMSTEC Fleet

2012年1月21日 第139回地球情報館公開セミナーより

海洋研究開発機構 (JAMSTEC) は、研究船と有人潜水調査船、多種多様な無人探査機を保有し、それらを組み合わせて運用して海洋の調査研究を行っている世界有数の研究機関です。

JAMSTECの研究船や探査機の特徴や機能を、海外との比較も織り交ぜながら紹介します。

ズの解明のためにいち早く活躍したのが、この「かいらい」です。

● 海洋地球研究船「みらい」

「みらい」は、海洋だけでなく気象など大気の観測も行う海洋地球研究船として、1997年に建造されました。原子力船「むつ」を改造してつくられており、船体の前半分は「むつ」時代からのものです。

全長128.5m、幅19m、総トン数8,687トンの大きさは海洋研究船としては世界最大級で、大きな船体とハイブリッド減揺装置による優れた堪航性は、荒れた北太平洋や南大洋での調査観測を可能としています。さらに耐水構造になっているため、夏の北極海での調査観測も行っています。大きな船体に、水中の塩分や温度の分布を測るCTD、任意の深度の海水を採取できる採水システム、雲などを観測するドップラーレーダー、ラジオゾンデ放球システム、気象観測装置など、多種多様な調査観測装置が搭載されており、まさに「浮かぶ研究所」のようです。また、トライトンブイという定点観測ブイを西太平洋やインド洋で保守整備する役割も担っており、そのため船内には、ブイを保管し保守整備ができる設備があります。

● 学術研究船「白鳳丸」「淡青丸」

「白鳳丸」は東京大学海洋研究所 (現

JAMSTECの研究船

タイトルにある「Fleet」とは、船隊や船団という意味です。JAMSTECでは現在、海洋調査船「なつしま」「かいよう」、深海潜水調査船支援母船「よこすか」、深海調査研究船「かいらい」、海洋地球研究船「みらい」、学術研究船「白鳳丸」、地球深部探査船「ちきゅう」という7隻の研究船を所有・運用しています (図1)。

「ちきゅう」は、海底下を掘削して地下の構造などを調べる科学掘削船で、2005年に建造され、JAMSTECの地球深部探査センターが運用しています。そして、「ちきゅう」以外の研究船6隻と有人潜水調査船・無人探査機を、私が所属している海洋工学センターで運用しています。それら6隻の研究船について、簡単に紹介していきましょう。

● 海洋調査船「なつしま」

「なつしま」は、1981年に有人潜水調査船「しんかい2000」の支援母船として

建造された、JAMSTECで一番古い研究船です。整備用格納庫や着水・揚収用のクレーンを船尾に備え、潜水船専用の支援母船として最初から設計建造されたのは、この「なつしま」が世界で初めてでした。海底の深さを測る精密音響測深機、水中の潜水船や探査機の位置を測る音響航法装置、海底の地形を計測するマルチビーム音響測深機、計量科学魚群探知機などを搭載。2002年に「しんかい2000」の運用が停止された後は無人探査機「ハイパードルフィン」の母船として、船齢30歳を超えたいまでも深海調査研究の最前線で活躍しています。

● 海洋調査船「かいよう」

「かいよう」は、深海飽和潜水実験「ニューシートピア計画」における海中作業実験船として1985年に建造されました。海中で活動するダイバーを安全確実にサポートするために、揺れにくく甲板面積の広い半没水型双胴船という特殊な船体

形状を採用し (図3)、自動的に船舶の位置を定点に保つことができるDPS (自動船位保持システム) も搭載しています。

「ニューシートピア計画」の終了後は潜水実験用の機器を撤去し、海底下数十kmまでの詳細な構造を知ることができるマルチチャンネル反射法探査システムや、各深度における流れを計測するADCP (音響ドップラー流向流速計) などを搭載し、甲板面積の広さを活かした汎用の海洋調査船として活躍しています。

● 深海潜水調査船支援母船「よこすか」

「よこすか」は有人潜水調査船「しんかい6500」の支援母船として、1990年に建造されました。潜航中の「しんかい6500」の位置を知るための音響航法装置や、「しんかい6500」と通信するための水中通話機などを搭載しており、支援母船としての充実した装備から深海巡航探査機「うらしま」の母船としての役割も担っています。また、海底地形を計測

するマルチビーム音響測深機やADCPなどを搭載し、「よこすか」単独でも海洋調査船として活動することができます。

● 深海調査研究船「かいらい」

「かいらい」は1997年、無人探査機「かいこう」の支援母船として建造されました。「よこすか」の準姉妹船で、「よこすか」の設計図をもとに、運用経験から得たノウハウや利用者の意見を反映して設計・建造されました。この2隻の外観がよく似ている (美人姉妹?) のは、そのためです。

「かいこう7000-II」の支援母船として活躍する一方、海底下深部の構造探査を行うマルチチャンネル反射法探査システムや、海底の堆積物試料 (コア) を採取するピストンコアリングなどを行うための観測ウインチを搭載し、総合的な深海調査を行う海洋調査船としても活躍しています。2011年3月の東北地方太平洋沖地震発生直後に現場海域に赴き、地震による海底地形の変化や巨大津波発生メカニ



海洋工学センター 運航管理部
運航・工務グループ
サブリーダー (技術副主幹)
川間 格

かわま いたる。1970年、東京都生まれ。1991年、大島商船高等専門学校卒業。海洋科学技術センター (現・海洋研究開発機構) 「しんかい2000」運航チーム配属。整備士、パイロットを務める。その後、「しんかい6500」運航チームに移り、パイロット、整備長などを経て2011年より現職。現在は海洋工学センターが運用する研究船などの保守整備を担当



大気海洋研究所)が1985年に建造した学術研究船で、2004年にJAMSTECに移管されました。総トン数3,991トンの大型研究船で、CTD、マルチビーム音響測深機や各種の観測用ウインチなど多彩な観測機器と多くの研究室が装備されており、多種多様な調査研究を行う研究船として世界中の海で活躍しています。2011年にマリアナ海域でウナギの卵が発見されたことがニュースになりましたが、その調査を行ったのが「白鳳丸」です。学術研究船の航海では、大学の研究者と一緒に学生が乗ることが多く、洋上の研究現場で研究者の卵を鍛錬するという重要な役割も担っています。

「白鳳丸」と一緒に学術研究船「淡青丸」も東京大学海洋研究所から移管されました。「淡青丸」は1982年に建造され、総トン数610トンと小型です。主に日本近海で海洋調査研究活動を行っていましたが、2013年1月に退役しました。

研究船と探査機を 組み合わせて幅広く対応

JAMSTECの大きな特色として、7隻の研究船のほかに、有人潜水調査船「しんかい6500」や無人探査機「かいこう

7000-II」、深海巡航探査機「うらしま」などの深海を調査する探査機群を運用していることが挙げられます(図2)。2012年には、深海探査機「じんべい」「おとひめ」「ゆめいるか」が新たに加わり、さらに試験開発段階のものには、大深度小型無人探査機「ABISMO」、マリン・ロボット「MR-X1」、深海生物追跡調査ロボットシステム「PICASSO」、浅海用ハイブリッド型無人潜水機「MROV」などがあります。1つの研究機関でこれだけ多くの研究船と探査機を保有しているのは、世界中を見てもJAMSTECくらいではないかと思えます。

アメリカ・ウッズホール海洋研究所やフランス国立海洋開発研究所に代表されるように、海外にも多くの研究機関や研究船がありますが、研究船に関しては地下構造探査用の船を除けば基本的に汎用性の高い船が多く、装備されている機器にも大きな差異はありません。一方、JAMSTECの研究船はそれぞれ目的が特化しており、搭載装備はそれぞれ異なりますが、そうした研究船と多様な探査機などを組み合わせることで、あるときは地下構造探査、あるときは海洋観測、さらには地震の震源域調査、トライトンプ



図3 「かいよう」と「よこすか」の定期検査工事の様子 ドライドックに入って、船底および船底機器の状態の検査と修繕工事を行っているところ

イの設置、海底地形の精密調査、生物調査……というように、ありとあらゆる研究ニーズに1つの研究所のファシリティーだけで対応できる、それがJAMSTECの大きな特徴です。

また、JAMSTECの研究船は、年度によって差はありますが、年間およそ270~300日は航海に出ています。研究船は毎年必ず造船所で検査工事を行います(図3)、それに30日ほどかかることを考えると、ほとんど休みなく運航していることになります。調査海域も、日本近海だけでなく、インド洋や北極海、ときには大西洋や南大洋と、世界中の海に広がっています。

保守整備担当の苦勞

このようにJAMSTECは世界でも類を見ない海洋研究機関ですが、研究船の保守整備担当として切実に感じているのが、研究船や探査機の老朽化の問題です。30歳を過ぎた「なつしま」を筆頭に、船齢が20歳を超える研究船が多くなり、機器の故障や不具合の発生がどうしても多くなってきています。アメリカにも1970年代に建造され、いまま現役で活躍している研究船がありますが、アメリカの場合は30~40年運用することを前提につくられ、多くの場合建造から20年ほどたったころに大改装を行います。もちろんJAMSTECの研究船は毎年入念に検査工事をしているので航行上の安全に問題ありませんが、自家用車や家電製品と同じで、船齢が高くなってくると故障が発生しやすくなり保守整備に手が掛かるようになってきます。いかに性能を維持していくかが、今後の課題です。

一方で、研究者や現場からさまざまな

要望が上がってきます。頻繁に使う機器なのでもっと作業性をよくしてほしい、もう少しレスポンスがよいともっと細かい操縦ができるのに、研究室の機器を更新してほしい、コンピュータが古過ぎて新しいソフトが使えない……などです。なかには研究成果に直結するような案件もあり、JAMSTEC内の関係部署、研究船の運航会社、造船所、各装置のメーカーなどと共に、現場の要望に応じて機能を向上させるべく、常に検討を続けています。船の老朽化対策としての性能維持と、これらの機能向上要望をうまく組み合わせる——非常に難しいところですが、逆にそれが腕の見せどころでもあります。

実際に工事が終わって研究者や乗組員から「ありがとう、よくなった」といわれたときは、予算作業で書類に追われた苦勞や、真冬のドック工事で寒風吹きすさぶなか毎日遅くまで現場対応した苦勞などがいっぺんに吹き飛ぶくらい、充実感と達成感を得ることができます。

新船の建造と 「しんかい」の系譜

久しぶりにJAMSTECに新しい船が誕生します。東北海洋生態系調査研究船「新青丸」です。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって環境が激変した東北三陸沖の海洋生態系を調査するための研究船として建造中で、2013年2月15日に進水式を終え、同年秋に運用を開始する予定です。さらに、海洋資源調査研究を行う海底広域研究船(仮称)の建造にも着手します。1997年の「かいらい」「みらい」以来、JAMSTECでは海洋研究船の建造がな

く、新しい研究船を設計し建造する技術の伝承が絶たれると危惧していましたが、ぎりぎりつなげることができました。

問題は有人潜水調査船です。「しんかい6500」の完成が1989年。それ以来有人潜水調査船の開発は一切しておらず、建造を知る技術者の多くはすでにリタイアしており、有人潜水調査船を開発・建造する技術の伝承、「しんかいの系譜」が徐々に絶たれ始めています。

その一方で、中国は「蛟竜号」を開発し、2012年6月に水深7,020mの潜航に成功しました。科学調査研究用として開発された有人潜水調査船としては最深の潜航であり、長らく「しんかい6500」が保持してきた記録(6,527m)がとうとう塗り替えられることになりました。そのほかの国でも有人潜水船開発の検討が始まっているとの話が聞こえ始めています。また、研究機関ではありませんが、2012年3月に映画監督で探検家でもあるジェームズ・キャメロン氏が開発に参画した「ディープシー・チャレンジャー号」がマリアナ海溝チャレンジャー海淵の水深1万898mに到達するというニュースもありました。このように、世界的には新たな有人潜水船開発の機運が高まりつつあり、「ディープシー・チャレンジャー号」のように新たな技術と斬新なアイデアが、深海調査研究の世界にも取り入れられつつあります。

JAMSTECが世界有数の海洋研究機関として海洋研究をリードし続け、また有人潜水調査船のパイオニアとしての多くの知識と経験を発展させ、さらなる技術開発力の飛躍を目指すためにも、新しい次世代有人潜水調査船の開発に向けて、努力を続けています。 **BE**

図2 JAMSTECの探査機

JAMSTEC海洋工学センターのホームページ「深海調査システム」に詳しい情報が掲載されている
(http://www.jamstec.go.jp/maritec/j/ships/deep_sea/)



「よこすか」「しんかい6500」が久しぶりに世界一周の大航海(QUELLE 2013)に出発しました。この航海では「生命の限界に迫る」という大きなテーマを掲げ、生命が深海のような極端な環境にどのように適応してきたかを探るということです。「しんかい6500」が初めて南大西洋に潜航し、世界最大規模の化学合成生物群集の発見を目指しています。今回の特集で、これらの研究の意義をご理解いただければ幸いです。この航海での日々の活動記録がJAMSTECホームページの「QUELLE 2013」特設ページに衛星通信を使って掲載されています。研究者の本音や苦労が感じ取れる実に楽しい内容です。ぜひご覧ください。

さて、この航海で主役となる「しんかい6500」のような有人深海潜水調査船は、世界に6隻しかありません。研究者以外で潜水調査船に乗るのは、なかなか大変です。深海オタクと自他共に認める映画監督のジェームズ・キャメロン氏が『タイタニック』の製作秘話を、いま話題のTED (Technology Entertainment Design) の講演会「TED Conference」で自ら語っています。監督はロシアの潜水船「ミール」に乗りたがために、プロデューサーに映画の製作を持ちかけたというのです。冗談半分だとしても、潜水船に乗った自身の体験がなければ、映画冒頭のあの印象的な潜水船のシーンは撮れなかったでしょう。この講演の後、ついに監督自ら潜水船「ディープシー・チャレンジャー」を建造し、マリアナ海溝の世界最深处に潜ってしまいました。まさに深海オタクの面目躍如です。「TED Conference」はアプリを入れるとスマートフォンでも見られますので、キャメロン監督の楽しい講演をぜひご覧ください。(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(124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。

海と地球の情報誌 Blue Earth

第24巻 第6号(通巻122号) 2013年3月発行

発行人 鷲尾幸久 独立行政法人海洋研究開発機構 事業推進部

編集人 満澤巨彦 独立行政法人海洋研究開発機構 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(p24-27)/鈴木志乃(p1-21, p28-31, 裏表紙)/坂元志歩(p22-23)

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.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。

賛助会(寄付) 会員名簿 平成25年3月15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IHI	沖電気工業株式会社
あいおいニッセイ同和損害保険株式会社	株式会社カイショー
株式会社アイケイエス	株式会社海洋総合研究所
株式会社アイワエンタープライズ	海洋電子株式会社
株式会社アクト	株式会社化学分析コンサルタント
株式会社アサツディ・ケイ	鹿島建設株式会社
朝日航洋株式会社	川崎汽船株式会社
アジア海洋株式会社	川崎重工株式会社
株式会社アルファ水工コンサルタンツ	株式会社環境総合テクノス
泉産業株式会社	株式会社関電工
株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所	株式会社キュービック・アイ
株式会社エス・イー・エイ	共立インシュアランス・ブローカーズ株式会社
株式会社エスイーシー	共立管財株式会社
株式会社SGKシステム技研	極東製薬工業株式会社
株式会社NTTデータ	極東貿易株式会社
株式会社NTTデータCCS	株式会社きんでん
株式会社NTTファシリティーズ	株式会社熊谷組
株式会社江ノ島マリンコーポレーション	クローバテック株式会社
株式会社MTS雪氷研究所	株式会社グローバルオーシャンディベロップメント
有限会社エルシャンテ追浜	KDDI株式会社
株式会社OCC	京浜急行電鉄株式会社
	株式会社構造計画研究所
	神戸ペイント株式会社

広和株式会社	住友電気工業株式会社
国際気象海洋株式会社	清進電設株式会社
国際警備株式会社	石油資源開発株式会社
国際石油開発帝石株式会社	セコム株式会社
国際ビルサービス株式会社	セナーアンドバーンズ株式会社
五洋建設株式会社	株式会社損害保険ジャパン
株式会社コンボン研究所	第一設備工業株式会社
相模運輸倉庫株式会社	大成建設株式会社
佐世保重工業株式会社	大日本土木株式会社
株式会社サノヤス・ヒシノ明昌	ダイハツディーゼル株式会社
三建設備工業株式会社	大陽日酸株式会社
三洋テクノマリン株式会社	有限会社田浦中央食品
株式会社ジーエス・ユアサテクノロジー	高砂熱学工業株式会社
JFEアドバンテック株式会社	株式会社竹中工務店
株式会社JVCケンウッド	株式会社竹中土木
財団法人塩事業センター	株式会社地球科学総合研究所
シチズン時計株式会社	中国塗料株式会社
シナネン株式会社	中部電力株式会社
清水建設株式会社	株式会社鶴見精機
ジャパンマリンユナイテッド株式会社	株式会社テザック
シュルンベルジェ株式会社	寺崎電気産業株式会社
株式会社商船三井	電気事業連合会
一般社団法人信託協会	東亜建設工業株式会社
新日鉄エンジニアリング株式会社	東海交通株式会社
新日本海事株式会社	洞海マリンシステムズ株式会社
須賀工業株式会社	東京海上日動火災保険株式会社
鈴鹿建設株式会社	東京製綱繊維ロープ株式会社
スプリングエイトサービス株式会社	東北環境科学サービス株式会社

東洋建設株式会社	日立造船株式会社
株式会社東陽テクニカ	株式会社日立プラントテクノロジー
トビー工業株式会社	深田サルベージ建設株式会社
株式会社中村鐵工所	株式会社フジクラ
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
株式会社ニシヤマ	富士通株式会社
日油技研工業株式会社	富士電機株式会社
株式会社日産クリエイティブサービス	古河電気工業株式会社
ニッスイマリン工業株式会社	古野電気株式会社
日本SGI株式会社	松本徽章株式会社
日本海洋株式会社	マリメックス・ジャパン株式会社
日本海洋掘削株式会社	株式会社マリン・ワーク・ジャパン
日本海洋計画株式会社	株式会社丸川建築設計事務所
日本海洋事業株式会社	株式会社マルトー
一般社団法人日本ガス協会	三鈴マシナリー株式会社
日本興亜損害保険株式会社	三井住友海上火災保険株式会社
日本サルヴェージ株式会社	三井造船株式会社
日本水産株式会社	三菱重工株式会社
日本電気株式会社	株式会社三菱総合研究所
日本ヒューレット・パカード株式会社	株式会社森京介建築事務所
日本マントル・クレスト株式会社	八洲電機株式会社
日本無線株式会社	郵船商事株式会社
日本郵船株式会社	郵船ナブテック株式会社
株式会社間組	ヨコハマコム・マリン&エアロスペース株式会社
済中製鎖工業株式会社	
東日本タグボート株式会社	
株式会社日立製作所	

独立行政法人海洋研究開発機構の事業所

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)

「よこすか」からの便り——インド洋海嶺

いま、有人潜水調査船「しんかい6500」を載せた「よこすか」は、世界一周航海中である。最初の調査海域はインド洋海嶺だ。熱水活動域の潜航調査や地下構造探査を実施。大海原に行く「よこすか」からは、航海の様子を伝える「QUELLEレポート」が届く。潜航を前にしたワクワク感と緊張、海況に翻弄され計画通りに進まないいだち、クスッと笑える船上生活のひとつこま……。乗船研究者が船上でつづるレポートや写真は臨場感にあふれている。船上レポートは、JAMSTECホームページの「QUELLE 2013」特設ページに掲載している。インド洋海嶺の次は、南大西洋・ブラジル沖だ。世界一周航海「QUELLE 2013」は12月まで続く。(→2ページ)



「QUELLEレポート」より

「QUELLE 2013」特設ページ
<http://www.jamstec.go.jp/quelle2013/index.html>

生命の限界に迫る 「しんかい6500」世界一周航海 QUELLE 2013

クヴァエレ



「よこすか」から海面に降ろされた「しんかい6500」

「QUELLE」とは？
「しんかい6500」世界一周航海のキャッチフレーズである「生命の限界に迫る」の英語、「Quest for [Limit of Life]」の略語で、「クヴァエレ」と読みます。「QUELLE」はドイツ語で、「起源」「源泉」の意味があります。

世界一周航海は初めて？

「しんかい6500」とその母船である「よこすか」による世界一周航海は、1998年の「MODE '98」(Mid Oceanic ridge Diving Expedition) に次いで2回目です。「MODE '98」では東回りのルートを取り、パナマ運河を通過して大西洋中央海嶺で調査を行い、スエズ運河を経て南西インド洋海嶺を調査しました。インド洋における有人潜水船調査は、「MODE '98」の「しんかい6500」によるものが世界初です。

なぜ南？なぜ深海？

2000年から10年をかけて「海洋生物のセンサス (Census of Marine Life)」が行われ、80を超える国々の研究者が参加し、海洋生物の多様性や分布、個体数の理解が進みました。一方で、2,500m以深の深海域や、陸から離れた外洋、特に南大洋の大半が未調査領域として取り残されていることが分かりました。そのため、南半球の深海を調査することにしました。



有人潜水調査船「しんかい6500」

「しんかい6500」は、深度6,500mまで潜ることができる有人潜水調査船です。パイロット2名と研究者1名が乗船します。

1989年に完成し、日本近海だけでなく、太平洋、大西洋、インド洋などで、海底の地形や地質、深海生物などの調査を行い、これまでに1,300回以上の潜航を行っています。

2012年3月、建造以来最大となる改造を終えました。船尾の主推進器を旋回式大型1台から固定式中型2台に変更し、水平スタスタを後部に1台増設、またすべての推進器のモーターを高性能なものに取り替え、運動性能が大きく向上しました。

支援母船「よこすか」

「よこすか」は、「しんかい6500」の支援母船として深海底の調査を行います。



Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

〒237-0061 神奈川県横浜須賀野市夏島町2番地15

TEL : 046-866-3811 (代表) FAX : 046-867-9025

http://www.jamstec.go.jp/

2013.3

2

リオグランド海膨・サンパウロ海台

初めて南大西洋に「しんかい6500」が潜ります

リオグランド海膨は、海底からの高さが5,000mを超える巨大な海山です。水深や地質によって生物がどのような変化するかを明らかにします。きっと多様な生物が生息していることでしょう。

サンパウロ海膨では、マントルに由来する物質が海面に出てきています。最近、リアーナ海溝でも同じような環境が発見され、その周辺に化学合成生物群集*が発見されました。ここにも同様の生物群集が生息しているのでしょうか。

サンパウロ海台では、広大な天然ガス・油田が見られることから、世界最大規模の化学合成生物群集が存在する可能性がります。化学合成生物群集が発見されれば、南大西洋初となります。

*化学合成生物群集：熱水噴出孔などから出るメタンや硫化水素などをエネルギーとする生態系につくられる生物群集のこと。

3

カリブ海英領ケイマン諸島周辺 500°Cの熱水域に生物はいるの？

ケイマン海膨では、500°Cにもなる熱水が湧いているといわれています。生命の生息限界を調べ、微生物との共生など極限環境における生き残り戦略を明らかにします。

かつて太平洋と大西洋はつながっていて、生物の交流がありました。しかし300万年前、南と北のアメリカ大陸が陸続きになり、生物の交流は絶たれました。太平洋に起源を持つ生物が大西洋でどう進化しているかを調べ、生命の適応や進化について探ります。

4

トンガ海溝・ケルマディック海溝 世界で2番目に深い海淵へ

JAMSTECでは、これまでに世界で最も深いマリアナ海溝チャレンジャー海淵(水深1万911m)の調査を行いました。世界で2番目に深いトンガ海溝(最深部の水深1万850m)はまだ調査したことがありません。そこで今回、トンガ海溝を調査し、世界1位と2位を比較することによって超深海の生態系に迫ります。

トンガ海溝・ケルマディック海淵には、ルイベル海山列が次々と沈み込んでいます。いくつかの海山を調査し、深さの変化によって生物がどのように変わっていくのかを明らかにします。

10059.111111111111
沖繩県那覇市西の熱水噴出物



深海の極限環境を巡り、 生命の生息限界としたたかな生き残り戦略を明らかにします。

有人潜水調査船「しんかい6500」を搭載した「よこすか」は、2013年1月5日、横須賀を出発。インド洋、南大西洋、カリブ海、そして南太平洋をおよそ1年かけて巡る、世界一周航海「QUELLE 2013」に挑みます。
「しんかい6500」は、熱水域や湧水域、超深海など極限的な環境を訪れ、生命の生息限界としたたかな生き残り戦略を明らかにします。
なぜ地球は生命に満ちあふれた惑星になり得たのか——「QUELLE 2013」は、私たちにその答えを示してくれることでしょう。

1

中央インド洋海嶺・ロドリゲス三重点周辺 初期の生命進化を探ります

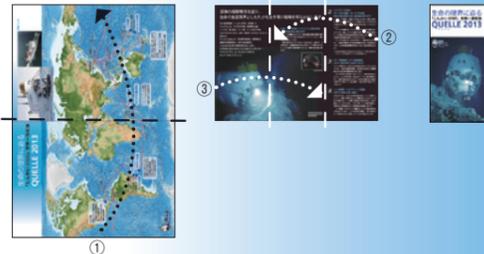
中央インド洋海嶺とロドリゲス三重点周辺は熱水活動が活発で、硫化鉄のうろこを持つ巻き貝スケーリーワットなど、特殊な生物が生息しています。

初期の生命のエネルギー源として有力なのが、水素です。この海域には、水素濃度の高い熱水が噴出している場所があります。そこに生息する生物を調べることで、初期の生命進化を探ります。



スケーリーワット

ピンセットなどでホチキス針を立ててこのページを取り出し、下の図のように折ると、「QUELLE 2013」のリーフレットになります。取り出した後、ホチキス針は戻してください。ホチキス針だけがをしたりしないように十分ご注意ください。



生命の限界に迫る 「しんかい 6500」世界一周航海 QUELLE 2013

クヴェレ



有人潜水調査船「しんかい 6500」



支援母船「よこすか」



**カリブ海
英領ケイマン諸島周辺**
 ・世界最深を誇る多様性に富んだ深海熱水域
 ・太平洋と大西洋をつなぐ特異な生物群集

3 サンファン寄港
6月中旬

クリストバル寄港
7月上旬

リオデジャネイロ寄港
5月上旬
 サントス寄港
5月下旬

2 サンパウロ海台
 リオグランデ海嶺

・海底からの高さが5,000mを超える巨大海山が生み出す特異な海洋環境
 ・水深3,000mの大深度に広大な海底油田が存在

ケープタウン寄港
4月上旬

ポートルイス寄港
3月下旬

1 中央インド洋海嶺
 ロドリゲス三重点周辺

スケーリーフットなど極めてユニークな化学合成生物群集が生息する深海熱水域

START
 横須賀出港
 2013年1月5日

一時帰国
 (「しんかい6500」の電池交換)
 8月上旬

GOAL
 帰港
 12月上旬

グアム寄港
9月中旬

スバ寄港
10月上旬

4 トンガ海溝

ヌアロファ寄港
10月下旬

ケルマディック海溝

・世界で2番目に深い海淵(水深1万850m)を持つ活動的なプレート収束域
 ・トンガ海溝・ケルマディック海溝に沈み込むルイビル海山列
 ・活動的な背弧部の海底火山活動

