



海と地球の情報誌

ISSN 1346-0811
2004年3月発行
隔月8回発行
第16巻 第2号 (通巻70号)

BlueEarth

Japan Marine Science and Technology Center

特集

極限環境に潜む
生命の謎を探る

3・4 2004 月号

JAMSTEC Report

海洋・地球環境情報の集積・発信拠点 子どもたちも楽しく学べる
国際海洋環境情報センター

Blue Earth Museum

自然界で初めて見つかったアマクサクラゲのポリプ

2004年4月1日

Independent Administrative Institution,
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

独立行政法人 海洋研究開発機構 新たなる出航

海洋を中心とした地球システム研究によって
海洋国家・日本の明日を担う研究機関として社会に貢献

海洋科学技術センターは、2004年4月1日、東京大学海洋研究所の研究船ならびにその運航組織と統合して、独立行政法人海洋研究開発機構（Independent Administrative Institution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology: JAMSTEC）となり、新たな一歩を踏み出します。海洋研究開発機構は、海洋国家・日本の明日を担う研究機関として、海洋科学技術の推進および学術研究への協力を通じて人と社会に奉仕することをめざします

【海洋研究開発機構の使命】

海洋を中心とした地球システムの研究開発を通じて

- 海洋が大きく関わる地球環境変動から人類の持続的な発展を守る。
- 海底地殻変動による災害から国民の生命と財産を守り安全安心を確保する。
- 海洋生命圏の理解、技術開発等により経済と生活の向上に資する。
- 海洋を中心とする地球についての知を深め人類の知的資産を豊かにする。

海洋研究開発機構は、上記の4つの使命を果たすために、海洋を中心とした地球システムの研究・技術開発の学際的・総合的な推進、積極的な国内外機関との連携、効率的・効果的な事業運営、活動への理解を得るための情報発信・普及広報の推進、安全性・信頼性の確保を行いながら、地球と共生する人類の豊かな未来を実現するために活動してまいります。



Blue Earth

3・4月号／2004

Contents

2 特集 極限環境に潜む生命の謎を探る
極限環境に生命の起源を探り、バイオテクノロジーの未来を開拓す。

4 極限環境に生きる生物の不思議を解明し、
地球や生命を見つめ直す。

8 深海環境における高温・高圧の極限状態
超臨界水とその不思議を解明す。

12 生物細胞のもつ機能の限界が
深海という極限環境から見えてくる。

16 圧力生理学によって明らかにされる細胞機能の不思議

18 研究成果を産業界との連携で社会に役立てる
深海バイオベンチャーセンター

20 Blue Earth Museum
自然界で初めて見つかった アマクサクラゲのポリプ

22 JAMSTEC Report
地球システム・地球進化ニューイヤースクール

25 JAMSTEC Report
海洋・地球環境情報の集積・発信拠点 子どもたちも楽しく学べる
国際海洋環境情報センター

30 JAMSTEC Report
ブルーアースシンポジウム

31 JAMSTEC Report
FRSGC/FORSGC 合同シンポジウム

32 Face Staffの横顔
総務部総務課 秘書室 富田 恵子さん

34 Marine Science Seminar
～日本の地震研究の現状～「ナマズと地震の話」

38 BE Room
世界の海洋観測システムの更なる発展をめざす
横浜研究所で「POGO第5回会合」開催

40 Present / 編集後記

41 賛助会会員名簿

表紙：「キライクラゲ」

※表紙についての詳しい説明は裏表紙をご覧ください。

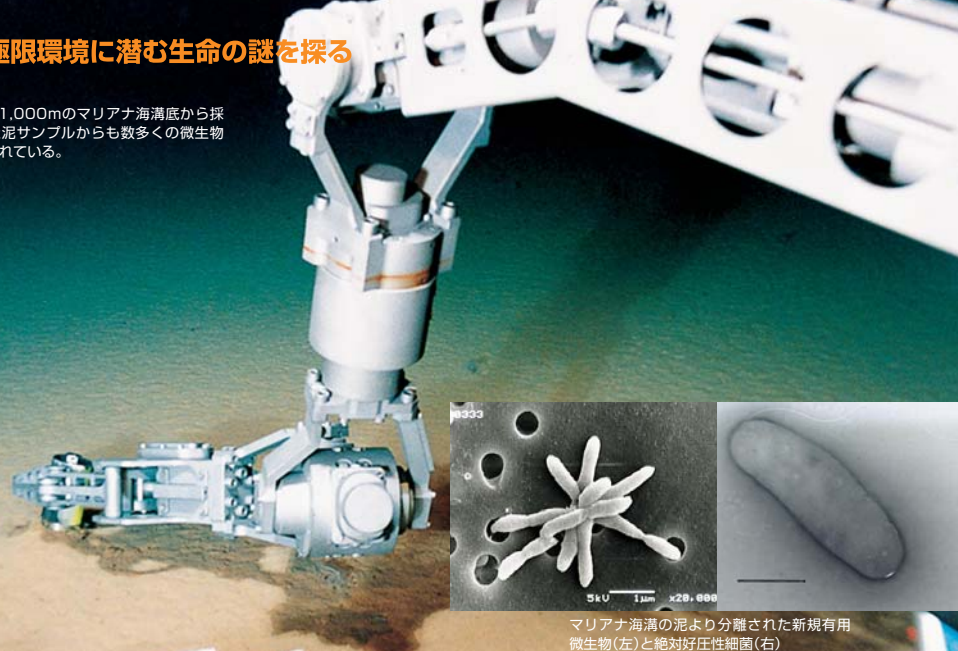
極限環境に生命の起源を探り、 バイオテクノロジーの 未来を開拓する

深海から地殻内へ。生命の不思議を解明する鍵を握る
極限環境とそこに生きる生物たちを追う

取材協力：
極限環境生物フロンティア研究システム

大深度での探査が可能な潜水調査船や無人探査機の開発、そして、現在建造が進められている地球深部探査船「ちきゅう」などの科学掘削船の運用によって、極限環境に棲息する生物たちの謎にようやく光があてられようとしている。これまでの調査・研究によって、世界最深のマリアナ海溝チャレンジャー海淵(約11,000m)の海底泥から、数多くの微生物が分離されている。さらに、陸地や海底下の地殻内にも微生物が存在していることが明らかになってきた。太陽の光がとどかない暗闇、きわめて薄い酸素、1,000気圧を超える圧力、2~4℃の低温、熱水噴出孔などでは100℃を超える高温、このような想像を絶する極限環境にも、生物は棲息しているのだ。このことから、火星をはじめとする地球外生命の存在についても、大きな可能性をもって語られるようになった。地球最後のフロンティアともいわれる深海や地殻内の極限環境と、そこに棲息する生物に関する研究で世界の最先端を突き進む極限環境生物フロンティア研究システムでは、この極限環境にどのような生物が棲んでいるのか、それらはどのような特徴を持っているのか、そして、極限環境生物を私たちの生活や産業に役立たせることができないか、といった観点から研究を行ってきた。そして、生命の起源や極限環境への適応メカニズムの解明といったサイエンスに貢献する研究と同時に、新規有用微生物や酵素の開発など、バイオテクノロジーの未来を開拓するための応用的な研究分野でも大きな成果をあげている。

水深約11,000mのマリアナ海溝底から採取された泥サンプルからも数多くの微生物が分離されている。



マリアナ海溝の泥より分離された新規有用微生物(左)と絶対好圧性細菌(右)

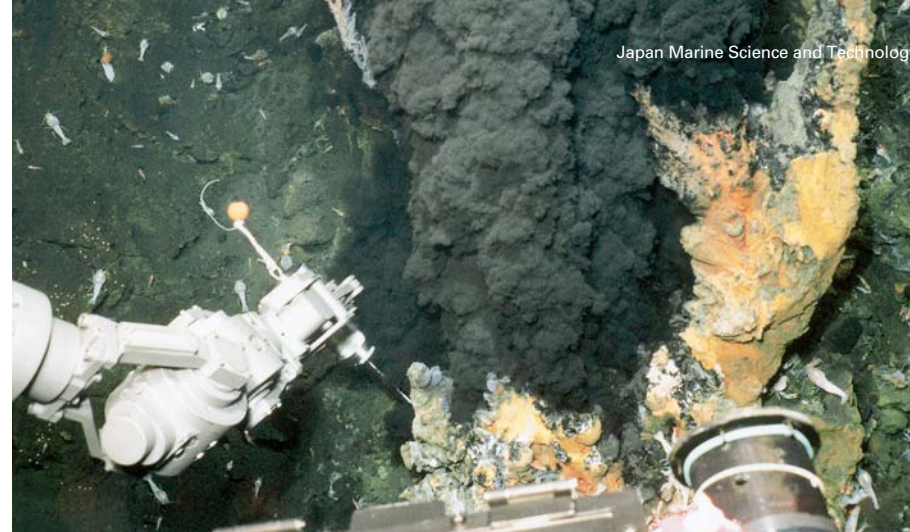
極限環境に生きる生物の不思議を解明し、地球や生命を見つめ直す

極限環境生物フロンティア研究システムが迫る未知の環境とそこに棲む生き物たち

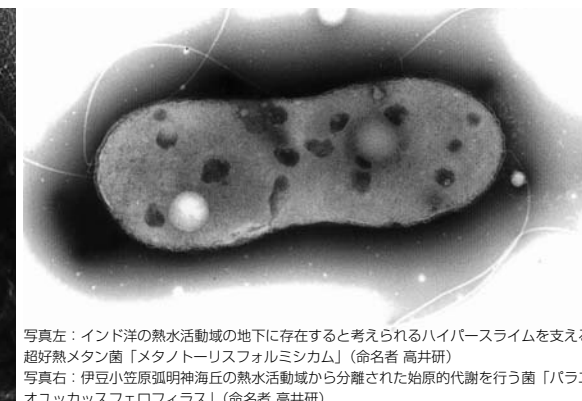
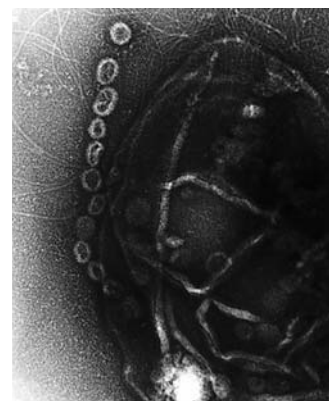


取材協力：
掘越 弘毅 システム長
極限環境生物フロンティア
研究システム

極限環境生物フロンティア研究システムは、2001年4月、それまでの深海環境フロンティアから改組によって設立された。1990年10月に発足した深海環境フロンティアは、深海に生きる新たな微生物を数多く発見するとともに、それらの微生物が極限環境に適応するための機構を明らかにするなど、大きな成果を残した。そして、新たにスタートした極限環境生物フロンティア研究システムでは、深海生物の環境応答研究、深海生物の代謝・適応機能研究、ゲノム解析研究など、これまでの研究を継続して行う深海微生物研究領域(2005年終了予定)に加えて、始原的微生物の探索と生命起源の研究に寄与することをめざして、極限好圧・好熱微生物の探索と、その生理学的・分子生物学的な研究を行う地殻内微生物研究領域が設置された。さらに、新規有用微生物の発見・利用を促進し、研究成果を産業に結びつける活動を行う深海バイオベンチャーセンターも発足。また、近い将来、生命情報工学分野の研究にも進出する予定だ。深海研究に大きな成果をあげてきた海洋科学技術センターの設備や実績を活かしながら研究を進め、バイオベンチャーという新たな分野を開拓しようとする極限環境生物フロンティア研究システムの現在と今後の活動について、掘越システム長にお話をうかがった。



熱水噴出孔周辺の海底下には超好熱性の地殻内微生物生態系が存在する可能性が高い。(写真はインド洋中央海嶺で発見された熱水噴出孔)



写真左：インド洋の熱水活動域の地下に存在すると考えられるハイパースライムを支える超好熱メタン菌「メタノトリスフォルミシカム」(命名者 高井研)
写真右：伊豆小笠原弧明神海丘の熱水活動域から分離された始原的代謝を行う菌「パレアオユッカッスフェロフィラス」(命名者 高井研)

深海生物研究の新たな展開
Blue Earth編集部(以下BE) 極限環境とは、どのような世界ですか。

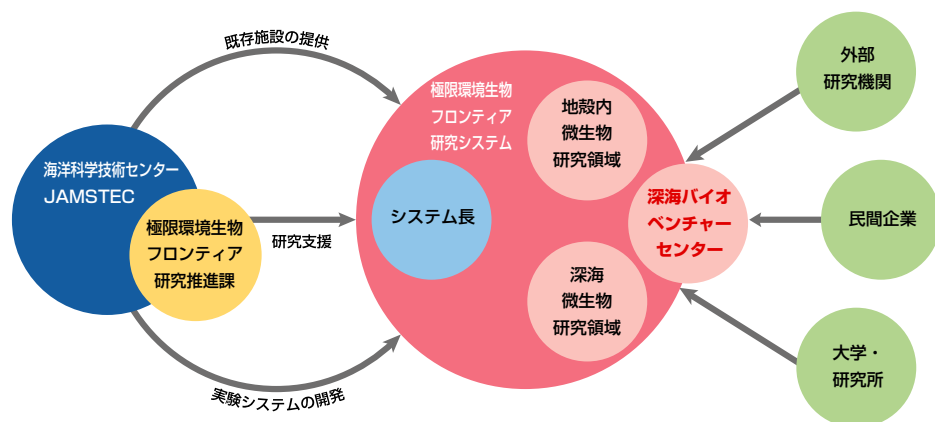
掘越 深海底やその下にある地殻内など、人間が暮らすことのできない苛酷な環境を、一般に極限環境と呼んでいます。たとえば、深海は暗闇と高圧力、低温(約2~4℃)の世界で、さらに、海底から熱水が噴き出す熱水噴出孔付近には100℃を超える超高温の世界も存在します。さらに、地殻内は低水分、低酸素、貧栄養である上に、深さ7,000mの地殻内の環境は約2,000気圧、温度300℃と予想されています。考えてみれば、人間が生きていける環

境というのは、地球上のごく一部でしかありません。そして、私たちはどうしても人間中心にものごとを考えがちで、かつては、極限環境は生物が存在しない死の世界だと信じてきました。しかし、探査技術の向上に伴い、こうした極限環境にも微生物をはじめ、たくさんの生き物が棲息していることが明らかになってきました。深海には微生物だけでなく、魚、貝、エビの仲間などの高等生物も生きています。私たち極限環境生物フロンティア研究システムでは、こうした極限環境にどのような生物がいるのか、その生物はどのような特徴をもっているのか、さらに、

その生物を私たちの生活や産業に役立てることはできないだろうか。こうした観点から研究を行っています。

BE どのような研究が行われているのですか。

掘越 深海微生物研究領域では、先行して深海環境フロンティアで進められてきた研究の継続的な研究が行われています。極限環境微生物のゲノム解析では、深海微生物のゲノム構造を明らかにするとともに、微生物の進化や生命の成り立ちに関する興味深い成果や有用物質生産などへの応用にも広がりを見せています。私たちが提唱した圧力生理学の分野では、深海の数百気圧



極限環境生物フロンティア研究システムの組織図

という条件を好んで生育する微生物の、生きるための戦略を明らかにするとともに、陸上の生物についても、圧力に対する反応などに関する幅広い研究が行われています。また、世界最深部海域・マリアナ海溝チャレンジャー海淵の海底泥サンプルからは、これまでに約3,000株の微生物の分離が行われ、その性質の解明を進めることにより、たんぱく質分解酵素や糖質分解酵素などを生産する有用微生物の分離・活用に成功しています。極限環境に棲息する多細胞生物についても、サンプリングして飼育する水槽を開発し、圧力等の細胞レベルでの応答メカニズムなどの研究が進められています。さらに、極限環境のなかでも高圧・高温の極限である超臨界水の研究では、極限環境の水を実験室で再現して微生物等の観察もできる高温・高圧光学顕微鏡を世界で初めて開発し、微生物の溶解現象などの観察や物質の挙動の解析を行っています。これらの研究は、2005年で終了の予定ですが、その研究と成果は、バイオベンチャー関連など、その後も様々な形で活かしながらかつていきたいと思います。

深海から地殻内へと広がる研究領域

BE 極限環境生物フロンティア研究システムへの改組とともに始まった地殻内微生物研究領域は、現在、海洋科学技術センターが建造を進めている地球深部探査船「ちきゅう」の運用により、大きな進展が期待されると思います。

掘越 海底下ではまだ深さ1,000mほどまでしか微生物は見つかっていませんが、陸域では地下3,200mから微生物が分離されています。「ちきゅう」による深海底掘削が行われれば、海底下の最深記録が更新されるのは間違いないでしょう。また、米国の研究者の試算では、全地球の潜在微生物量の90%以上が地殻内に存在し、地球最大の生物圏といわれています。実際に、地殻内微生物研究領域で熱水噴出孔周辺の研究を始めると、次々にいろいろなものが出てきます。初期の段階ですから、分離や培養に難しい問題もあり、まだ分からないこともたくさんありますが、巨大かつ未知の地殻内微生物圏には、私たちの想像を超えるような多様な微生物が存在している可能性もあります。地殻内微生物研究領域は、この微生物の存在量・分布・特性などを明らかにすることをめざしてい

ます。もちろん、遺伝子資源としても、大きな成果が期待できると思います。そのためには、「ちきゅう」が動き出したら、できるだけ早くサンプルを分析して、きちんと「ここにこんな微生物がいました」と報告することが必要です。確かな証拠を出さなければ世界は認めませんからね。また、いち早く結果を出すことが、日本が地殻内微生物研究のリーダーシップをとるためにも重要です。さらに、地殻内微生物の研究は、生命の起源や進化を解明するなど、サイエンス的な興味からも大きな意味を持ちます。たとえば、生命的なものは、いままでも深海で誕生しているかもしれません。ところが、まわりにたくさん生物がいる環境では、食べられて見つかりにくくなっている可能性もあります。しかし、地殻内の活性的な低い環境のなかでは、それを見つけることができるかもしれません。少なくとも、生命の起源を求めて火星を探索するより、費用が安く済むことは間違いないありません(笑)。

深海生物研究の新たな展開

BE 生命の起源に迫るということは、極限環境生物フロンティア研究システムのめざす目標のひとつといっ



深海環境の圧力と温度を保持したまま深海微生物を採取し、分離・培養が行える深海微生物実験システム。左は培養槽、右は希釈装置。

のでしょうか。

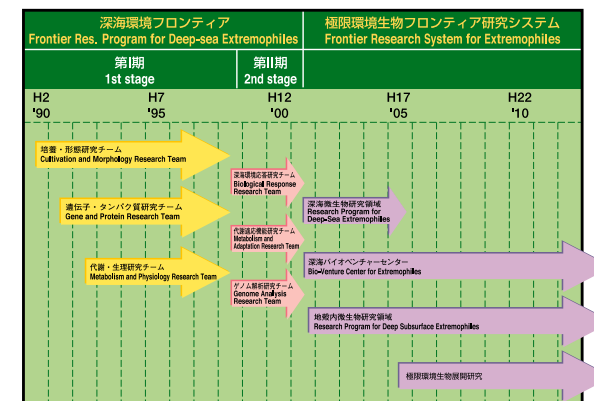
掘越 いい方はいろいろあると思いますが、最終的にはどのようにして生命が誕生したのか、いい換えれば、生命とは何かを明らかにすることは、私たちがめざす大きな目標のひとつです。現在、生命の定義については、多くの先生たちがみんな勝手なことをいっています。まあ、どのように定義しても構いません。要するによく分からないのです。たとえば、DNAを持っているものが生命であるという人がいます。では、ウイルスはどうか。DNAは持っていない、宿主のたんぱく質合成能やエネルギーを利用しなければ、ウ

イルスは自己増殖できません。自己増殖できないものが生命といえるのでしょうか。結局のところ、有機物から生命体までは連続しているといってもよいかもしれません。どこに線を引くかは、その人の感覚の問題といってもよいくらいです。とはいえ、生物はどうやって生まれたのか、それを解明することはサイエンスにとって大変なロマンであることは間違いありません。また、私たちはこれまで海底やその下の海底地殻を研究していますが、海の底だけをやっていけばよいという思いはありません。海底から地球、さらには火星などの別の惑星に生命が存在する

かどうかということも含めて考えながら、極限環境とそこに存在する生物に関する研究を行っています。ですから、この先もしもどこかの国が火星の石を地球に持ち帰ったとき、「この研究には極限環境生物フロンティアの協力が必要だ」、「あそこの研究者に来てもらいたい」といわれるようにになりたいですね。若い研究者たちにも、深海底を潜航したり、地殻内を掘削してサンプルを採取するという、ここでしかない研究や技術を大いに発展させて、「あなたがなければ、この研究はできない」というものを確立することをめざしてほしいと話しています。



地球深部探査船「ちきゅう」の運用によって、地殻内微生物圏に関する研究の大きな進展が期待されている。



プロジェクト全体計画



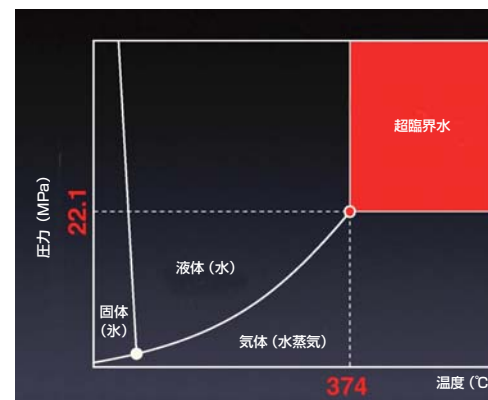
深海環境における高温・高圧の極限状態 超臨界水とその不思議を解明する

生命の起源に重要な役割を果たした可能性もある 超臨界水と化学反応場としての熱水噴出孔

水や二酸化炭素など様々な物質を高圧下でその温度を高めていくと、やがて気体とも液体とも異なる状態になる。この物理化学的な性質が大きく変化する境目を臨界点といい、臨界点を越えた状態を超臨界流体という。これまで超臨界流体は、その高い分解活性や物質をよく溶かし込むといった性質を活かして、環境浄化などのグリーンケミストリー（環境にやさしい化学）分野等で研究が進められてきた。だが、地球の極限環境の研究が進むなか、深海の高い圧力下で300℃を超える熱水噴出孔が次々と発見され、さらにその周辺環境から超好熱菌も見つかっていることから、極限環境生物フロンティア研究システムでは、微生物を取り巻く極限環境における高圧・高温の極限状態としての超臨界水に着目し、その性質を理解するための研究を行っている。さらに、深海の熱水噴出孔や海底下の地殻内部に超臨界水が存在する場合、どのような物理化学現象が出現するのか、生命の起源や化学進化との関連も視野に入れながら研究を推進している。



取材協力：
出口 茂 サブリーダー
極限環境生物フロンティア研究システム
深海環境応答研究グループ



水の相図
水は218気圧、374℃で気体と液体との境目がなくなり、超臨界流体となる。

液体でも気体でもない 超臨界水の不思議

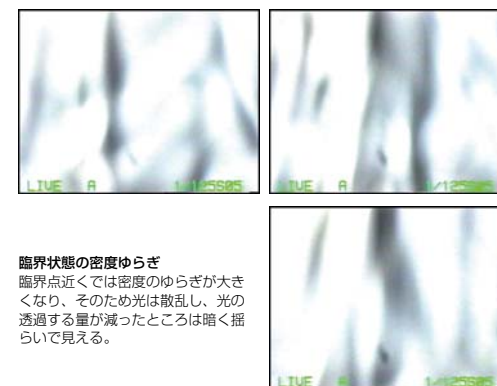
一般に、水は温度が0℃より高くなると氷（固体）から水（液体）になり、100℃で沸騰して水蒸気（気体）となる。ところが、水の沸点が圧力によって変化することを、私たちは生活のなかで体験している。たとえば、標高の高い山に登って調理しようとするとき、煮炊きに失敗することがある。気圧が低いために、100℃より低い温度で湯が沸騰してしまうためだ。反対に圧力鍋を使うと料理は早くできる。鍋の内部の圧力を高めることで、水の沸点を100℃以上にすることができるからだ。つまり、圧力を高くしていけば、水の沸点（液体と気体の境界となる温度）は上昇していく。そして、高温・高圧があるにまて達すると、水は気体と液体の区別がつかなくなり、物理化学的にそのどちらでもない状態に変化する。この限界点を臨界点といい、臨界点を超えた物質状態（超臨界流体）にある水を超臨界水と呼ぶ。

水の臨界点は、温度が約374℃、圧力が約218気圧（22.1メガパスカル）だ。超臨界水になると、水が持つ物性も大きく変化する。密度は臨界点で0.6g/cm³程度まで低下し、界面は消失し、密度の熱的なゆらぎが大きくなり、光も散乱してゆらいで

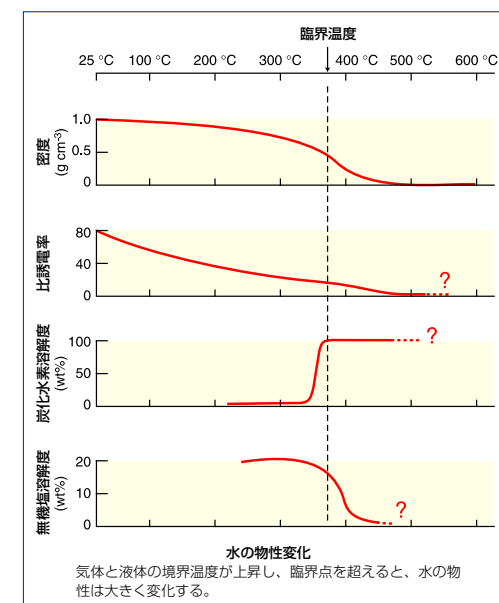
見える。さらに、比誘電率も非常に低くなる。比誘電率は極性の度合いを示すパラメータとして見るができる。水は超臨界状態になると比誘電率が低くなり、極性がないトルエン、ベンゼンなどの有機溶媒のような振る舞いを見せる。つまり、水のなかに入れると分離する油も、超臨界水とは自由な割合で混ぜることが可能になる。

一方、水にはよく溶ける塩化ナトリウムのような無機塩類は、逆に超臨界水にはほとんど溶けなくなってしまう。

超臨界水のこうした特性を活用した研究は、現在、化学工学の分野を中心に進められている。たとえば、有害物質として問題になっているPCBやダイオキシンを、超臨界水を使って安全に処理する研究もそのひとつだ。難分解性の有害物質を、超臨界



臨界状態の密度ゆらぎ
臨界点近くでは密度のゆらぎが大きくなり、そのため光は散乱し、光の透過する量が減ったところは暗く揺らいで見える。



水の物性変化
気体と液体の境界温度が上昇し、臨界点を越えると、水の物性は大きく変化する。

水に溶かし込んで分解（無害化）させようとしている。また、生活廃水の処理に超臨界水を活用する研究もすでに実用化されている。

極限環境としての 超臨界水に注目

極限環境生物フロンティア研究システムが、この超臨界水に注目したのは、自然界

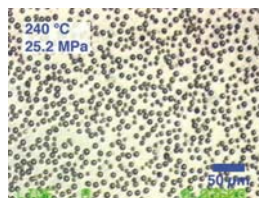


超臨界水研究のために新たに開発された高温・高圧光学顕微鏡。



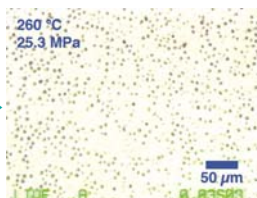
結晶性セルロースの亜臨界水への溶解

常温・常圧では水に溶けないセルロースも約250気圧、330℃（右）で溶解し始めた。



熱水中で崩壊する深海酵母

通常の酵母菌に比べて非常に強固な細胞壁を持つ深海酵母菌は、約250気圧、240℃（左）では球形の細胞構造を保っていたが、260℃（右）ではほとんどが崩壊した。



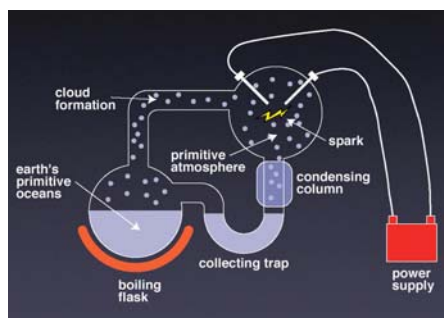
にも超臨界状態にある水が存在するのではないかという予測に基づいている。海洋の平均水深は約3,700m。圧力は、深度10mごとに1気圧ずつ高まるため、超臨界水の圧力条件（218気圧）は、平均水深より浅い深度約2,200mでクリアしていることになる。また、深海の温度は2～4℃でほぼ一定しているが、深海底の海嶺と呼ばれるプレート生成域や海底火山の周辺には、非常に高温の水が噴き出す熱水噴出孔が存在し、そこでは360℃を超える高温の熱水も確認されている。現在のところ、水の臨界温度である374℃を超える温度の記録はないが、熱水噴出孔やその下の地殻内に、超臨界状態の水が存在する可能性は極めて高いといえる。一方、極限環境生物フロンティア研究システム・地殻内微生物研究領域の研究では、300℃を超える熱水を噴き出す熱水噴出孔環境で採取された試料から、新規超好熱菌が分離されている。水の臨界条件（374℃、218気圧）は、生命活動にとって過酷ではあるが、超臨界水が生物と無縁の場所とは言い切れなくなっている。高温・高圧の極限環境と生物の関係を考える上で、超臨界水を避けて通ることはできない。そこで、極限環境生物フ

ンティア研究システムでは、極限環境としての超臨界水そのものの物理化学的特性を把握するとともに、超臨界水を含めた高温・高圧環境の水のなかで、微生物などの生き物や生体関連物質はどのような挙動・化学反応を見せるのかといった研究を展開している。

高温・高圧状態を観察する顕微鏡システムを開発

超臨界水と生命現象とを関連づけた研究を行っていくために、出口 茂サプリーダーらが取り組んだのは、高温・高圧中の微生物や生体高分子を観察するための高い光分解像を持つ高温・高圧光学顕微鏡システムの開発だった。試料を入れるセルおよびその窓は、高温・高圧に耐える物理的強度に加え、超臨

界水による腐食を考慮して選択する必要があった。セル本体には耐腐食性に優れたニッケル超合金（インコネル600）、光学窓には天然ダイヤモンドが使われている。また、セル本体と窓は熱膨張率の違いによる圧力漏れを防ぐために、チタン製の部品を使った特殊なシーリングが施されている。このほか、セルには精密な圧力制御、温度調節を実現するために様々な工夫が凝らされている。高温・高圧光学顕微鏡システムの開発によって、超臨界水のなかで、微生

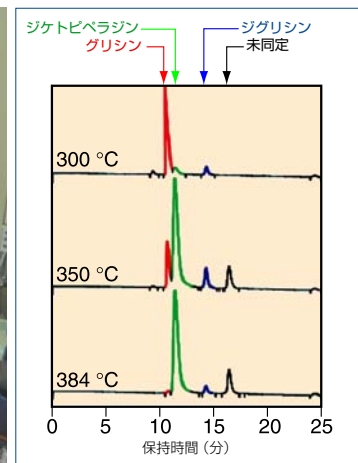


S.L.ミラーの実験

左下のフラスコは原始海洋、右上はメタン、アンモニア、水素の混合気体からなる原始大気。海洋から蒸発した水蒸気が雲となって大気と混ざり、そこで雷の放電をおこす。冷えて雨となった水の中にはアミノ酸が含まれていた。



熱水噴出孔がタンパク質生成の化学反応場になったことを実験で再現するためにつくられた流通型反応装置。



実験で得られたグリシンの反応挙動

物や生体高分子がどのような振る舞いを見せるかを詳しく観察することが可能になった。

出口サプリーダーらは、この顕微鏡システムを活用して、高温・高圧下の水のなかで微生物がどのように変化するかを、水深6,500mの深海底から分離された酵母菌の一種を用いて観察した。その結果、約250気圧で200℃を超える温度でも、細胞構造はしっかりと維持されていた。さらに加熱すると、250℃で細胞構造が急激に崩壊する様子が観察された。さらに、地球上最大のバイオマスで細胞壁の主構成多糖であるセルロースを水に入れて、高温・高圧下での挙動を観察した。約250気圧、290℃から徐々に温度を上昇させると、320℃を超えるあたりからセルロースは結晶構造が融解し、その後直ちに溶解した。

生命誕生の鍵を握る超臨界水

実験から、物質を長時間にわたって高温・高圧状態に置くと分解が進んでいくことが分かった。では、瞬間的に高温で加熱するとどのようなことがおきるだろう。出口サプリーダーらは、熱水噴出孔で冷たい海水が噴き出す熱水に混ざり、瞬間的に温度が上昇した後に、再び冷やされるとい

う状況のなかで何がおきるのかを実験装置で再現しようとした。熱水噴出孔が化学反応場としてどのような効果を持つのかを探ってみようと思ったのだ。

生命の起源を解明するための実験としてよく知られるのは、1954年、S.L.ミラーの実験だ。彼は、原始地球の大気としてメタン、アンモニア、水素の混合気体を用意し、そこに水蒸気を送り込み、そのなかで放電を行い、水蒸気が冷えて水になったとき、そのなかにグリシン、アラニンなどのアミノ酸ができているのを見つけた。つまり、原始大気から無機的にアミノ酸が生まれる可能性を示した。確かにアミノ酸は化学進化にとって重要だが、さらにアミノ酸が脱水反応によってつながり、タンパク質になることが、さらに重要なのだ。生体高分子といわれるタンパク質、DNA、多糖は、いずれもこの脱水反応によって生まれる。ところが、自然の水のなかでは、一般にこうした反応はおきにくい。そこで、熱水噴出孔で高温・高圧の超臨界水に瞬間的に接することで反応が起きるのではないかと、出口サプリーダーらは考えたのだ。

このための反応装置を開発し、実際に実験を行った。圧力は臨界圧力をやや上回る219気圧、一時的（約10秒間）に高める温度は300℃、350℃、384℃に設定した。

300℃では、グリシンだけが出てほとんど何もおきなかった。350℃に高めると、グリシンのピークは減り、ジケトピペラジンという物質のピークが高まり、384℃の超臨界状態ではほとんどがこの物質だった。グリシンがタンパク質になるプロセスは、脱水反応によってジグリシンになり、さらにトリグリシンになるという反応が続いてつながっていくのだが、実験では、第1段階の脱水反応によってジグリシンになったものの、第2段階の脱水反応ではジグリシンが自分のなかで反応して別の物質となり、反応が止まってしまったことを示していた。確かに、実験によって超臨界の水によって脱水反応は進み、アミノ酸が結合することは確認できた。結合する量が増えれば、タンパク質が生まれる可能性がある。そして、熱水噴出孔から噴き出した超臨界水が、タンパク質をつくり出すための触媒として機能した可能性もある。

今はまだ、生命の起源において超臨界水が重要な役割を果たしたかどうかは分からない。それ以前に、超臨界水の性質そのものも分からないことが多い。その不思議が明らかになったとき、生命誕生の謎が解明されるかもしれない。



サンプルバスケットに搭載された
ディープアクアリウム。

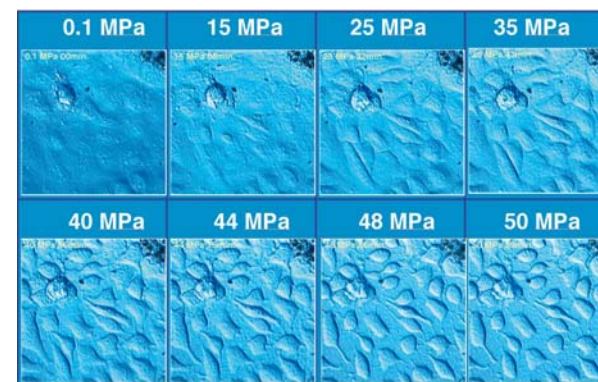
生物細胞のもつ機能の限界が 深海という極限環境から見えてくる

生物の種類によって違う 深海圧力への細胞耐性

極限環境生物フロンティア研究システムは、最初は微生物のみを看板に掲げていた。真の極限環境には微生物しか存在しないからである。しかし微生物は一つの細胞で完結してしまうため、微生物だけに研究を限定すると生物の重要な機能をいくつか見落としてしまう。そこで微生物という枠を取り払って生物全般に目を向けることとなった。なかでも注目しているのは、単細胞の微生物から多細胞へと進化した時に獲得した、多細胞独自のメカニズムだ。深海環境応答研究グループでは、その解明を目指す過程で得られるノウハウを蓄積しながら、生物の細胞に秘められた特性を研究中である。



取材協力：
三輪 哲也 グループリーダー
極限環境生物フロンティア研究システム
深海環境応答研究グループ



人間の培養細胞であるHeLa細胞に圧力をかけたときの変化。
単位はMPa（メガパスカル：1メガパスカルは深度100mの圧力に相当する）

深海環境におかれると 細胞レベルでは何が起こるか

単細胞の微生物と多細胞生物との違い。それは劇的に生物の進化を変えたイベントでもあるが、その変化を引き起こした中味についてはほとんど分かっていない。極限環境下においても多細胞化できるのか、多細胞が環境適応できるのか、多細胞生物の持つ特性について世界中の研究者が新たな興味をもって研究しはじめている。

細胞が多細胞化するには、細胞内に新たな機能が必要となる。まず細胞同士がくっつきあわなければ多細胞にならないので、どうやってくっつくかという「接着」の問題が生じる。接着すると同時に、一つの生物としてふるまうためには細胞同士で情報交換する「応答特性」という機能が必要だ。そして最後に、細胞同士が複数くっついて形をつくるときに細胞の「骨格形成」がどのように行われるのか。この3つがもっとも興味深い多細胞生物の研究ターゲットである。

また極限環境に限らずあらゆる生物で見られることはあるが、多細胞生物が増殖するときには、細胞の遺伝子のスイッチが切り替わり、ある発現から別の発現に細胞が切り替わる「分化」という現象が起きる。極限環境の生物も、そういうスイッチングの機能を持っているはずである。深海環境応答研究グループでは、深海底や熱水噴出孔付近の生物を生きた

まま採取し、極限環境の多細胞生物が持つこれらの特有の機能を明らかにすることを具体的なテーマとしている。

古くから海洋科学技術センターでは、人間が深海底で掘削等の作業を行うことを前提に、人間の潜水耐久（どのくらいの深度まで潜水に耐えられるか）に関して先駆的な生理医学研究を行ってきた。それでは人間以外の陸上生物や、浅い海に生息している生物はどのくらいの深さに耐えられるのだろうか。深海に潜るにつれ、どのあたりの深さで、どういう種類の細胞内スイッチが切り替わるのか。これは生物の根源に関わるテーマの一つである。浅い海の魚、昆虫など人間とは呼吸系の違うものを深海に持っていったらどうなるか、ナメコジやウミウシ等の原生動物はどうかなど興味は尽きない。同グループでは4年前グループが立ち上がった直後に、まず細胞単位で観察する研究を行っている。

生物そのものを深海環境に持っていったのでは結果として殺すことになってしまふ。それはいたたまれないので、高等生物の研究をするときには単一細胞単位で実験を行う。そこでは組織培養技術で実験を行う。生物を組織培養によって単一細胞単位にばらばらにし、微生物と同じように取り扱うのである。このように、多細胞生物を扱いながらも微生物のテクニックを使った生物研究と同等であり、視点としては細胞単位のものとなるのが



深海と同じ条件の圧力をかけながら細胞を観察できる顕微鏡

この研究手法の特徴である。

たとえば多くの研究に使用され、その特性が理解されているヒトの培養細胞を深海環境に導いたとき、深度に応じてどのような応答をするかという実験を行った（ただし厳密に考えると、自立して生きてはいけなない同一状態の培養細胞と実際の「ヒト」を構成する細胞を同じものと見なせるかどうかは難しい問題である）。

といっても細胞を実際に深海に置くわけではない。深海環境の環境再現装置を作り、顕微鏡の視野の中で細胞一個にターゲットを絞って連続的な観察をする方法をとった。一番最初の実験対象は「HeLa（ヒール）細胞」（最も古いヒト由来培養細胞の一つで、標準化された細胞として比較の原点に利用されている。黒人患者（Henrietta Lacks）に由来する子宮頸がん由来の細胞）である。深度3,000〜4,000m相当の圧力をかけると細胞が丸くなり、本来は培養プラスチック基板上について扁平している細胞の形が真球になるという現象が見られた。丸くなるのは細胞の骨格構造が壊れるからと考えられ、ヒト細胞の限界がそこにあると思われる。人間に限らず、マウス、ラット、その他の動物細胞で実験を行ったが、だいたい3,000mくらいで丸くなる現象が始まり、5,000mくらいで真球になるというのが共通の現象として捉えられた。このあたりではサイトカインと呼ばれる細胞が放出する情報分子も観測される。



減圧によって水槽内のコンゴウアナゴの体からガスの気泡が出始める様子。
左：深度999m、右：深度59m（どちらも潜水調査船「しんかい2000」の浮上中に観察）



捕獲&飼育用装置作りから始め 深海魚の細胞培養に成功

だが深度5,000mにも深海生物が生息している。陸上の生物は共通して5,000mより浅い深度で壊れていくのに深海生物の細胞はなぜ壊れないのか。ひとつには、深海魚の場合、細胞の骨格構造を決める重要なたんぱく質・アクチンの構造が異なるため、圧力をかけても壊れにくい骨格を作っているのではないかと考えられている。しかし、これだけでは生物が深海に適応していったメカニズムをすべて知り得ることは出来ない。陸上の生物の細胞の限界をはかるに超

えたところに棲んでいる深海生物の細胞は、他にもいろいろな面白い機能を隠し持っているのではないかと期待されるのである。

やはり深海に生息する生物をもっと採取し環境応答特性を研究することが必要である。そのために、まず深海生物を生きたまま採取する技術に取り組む必要があった。死んだ生物からは細胞機能の情報を計測し難いのであり、これまでのほとんどの深海生物は深海から船上に上った段階で生きていない状況にあったからだ。

実際に潜水調査船で深海魚をつかまえて観察した結果、上昇時のある深度において

暴れ始め口や腹からガスを放出し、変化が急すぎると臓腑が破裂すること、たまたまガスの発生がすくなくとも潜水病状態に陥り、死んでしまうことがわかった。そこで深海生物を圧力変化から守るため「ディーブアクアリウム」という水槽を作成し、相模湾で深海生物の採取を行ってみた。生物を生きたまま持ってくる事をはじめには、センターに近い深海で、何度も潜航して生物種が良くわかっている海域が望ましいためであった。

2002年の秋に相模湾の初島沖で潜航し、水深1,200mからコンゴウアナゴという深海性のアナゴと、エビや巻貝を捕獲。3ヶ月の加圧飼育に成功した。

3ヶ月の加圧飼育のうち1ヶ月は採取環境とおなじ圧力で保圧して、次に徐々に減圧して弱るようなしぐさを見せたらまた加圧するという作業を繰り返しながら、2ヶ月で徐々に大気圧にまで減圧した。水槽を操作するメンバーはディーブアクアリウムの生物にエサをやるために休みもとれず、保守点検時に停電すると急激な圧力低下で生物が死んでしまうので、控室のソファに泊まりこんで手動で電源を切り替えるなど、飼育にも多大な苦勞をしている。生きたまま大気圧まで適応させないと、組織を培養することができないからだ。苦勞のかいあって、コンゴウアナゴの組織から細胞を単離し、初代・

継代培養に成功した後、特許生物として登録した。

1,200mの水深に生息するコンゴウアナゴの培養細胞による実験からは、耐圧性能がずいぶん異なることがわかった。たとえば細胞が壊れる深度も、地上生物より1,000mくらい深い。

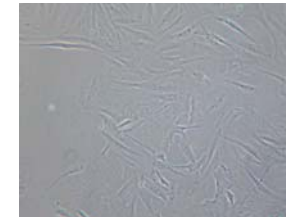
また細胞骨格が形成される以前に加圧すると細胞の増殖が止まるが、その深度にも違いがあった。たとえばラットは深度1,000m、10MPaの圧力付近で細胞増殖が止まる傾向にあるが、コンゴウアナゴは深度3,000m、30MPaあたりで止まる。コンゴウアナゴのように比較的浅い深海に生息する生物であっても、地上生物に比べて細胞のもつ応答性能が変わってきているのがわかる。

いまのところ培養に成功しているのはコンゴウアナゴの細胞だけだが、さらに研究を進めるためには異なった種類の深海生物の培養細胞が必要だ。陸上生物との比較で顕著な差が出る深海生物は深度5,000mより深い海に棲んでいるため、困難は予想されるが、今後はそれらの捕獲と飼育、培養を狙っていきたいという。

大気圧環境下に慣れた深海生物は深海環境での細胞応答と全て同じかどうかは疑問があるにせよ、少なくとも深海に対する応答性能、たんぱく質構造が変わらなければ、培養細胞を利用するには大きな利点がある。最大の利点は自在に保存し増殖することができるので、使い切ってしまうことがないことである。時系列的にいろいろな研究ができるため、もう少しサンプル数が増えれば研究は飛躍的に進むだろう。これから海洋科学技術センターが深海生物細胞のライブラリーを増やし、深度別や温度別のバリエーションを揃えて世界中の研究者に提供できるようにすれば、他にないユニークな研究施設として極限生物研究に大いに寄与することができる。

水族館と提携して 深海魚飼育の共同研究

通常、培養実験の研究はカタログで注文した細胞が届いたところから始められる

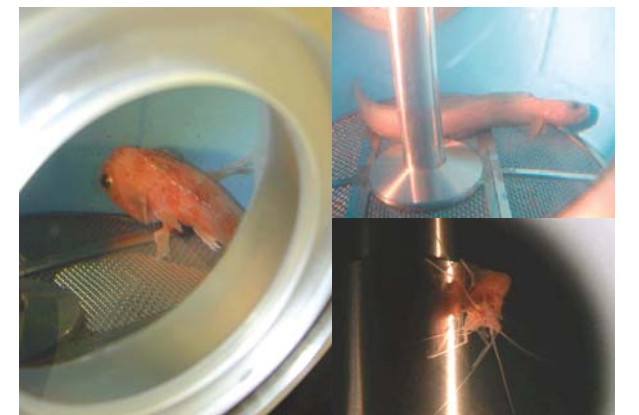


世界で初めて培養に成功したコンゴウアナゴの細胞

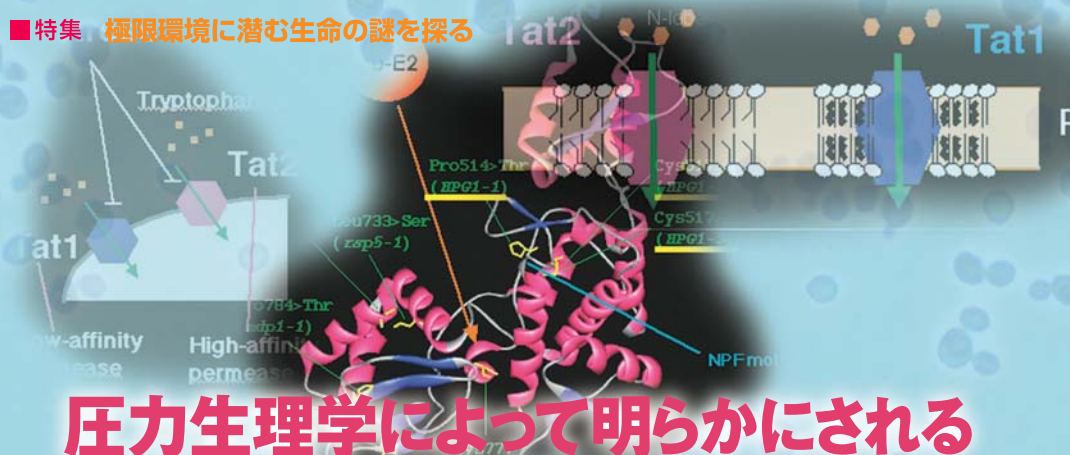
が、深海生物はまず海域図を見て潜航場所を考えるとそこからスタートする。捕獲装置も飼育も少ないメンバーで分担し、非常に遠回りの作業であるが、それだけに装置開発、飼育、培養のノウハウが蓄積されている。そこで現在、同グループでは海洋生態・環境研究部とともに、深海生物そのものを飼育・展示することを目指して、4月にリニューアルオープン予定の新江ノ島水族館と共同研究を行っている。多くの水族館の将来目標の一つに深海魚や深海生物の常設展示があるが、定期的に飼育管理するためには分からないことが多すぎるようである。そこに同グループの「研究のために深海魚の飼育が必要」という目的とリンクしたのである。

深海の生物種は、発見されていても記載はされていない場合が多い。未記載種の研究では論文を出せないことも現在の深海生物研究の制約になっている。記載するには遺伝子を調べたり、統計的に形を調べたりする必要がある。豊富にサンプルがあれば記載も簡単で、そのあとの研究も継続的にできるが、環境保護の観点からは無制限に捕獲してくるわけにはいかない。動物園ですでに、希少種については同じ種を交換して繁殖させ、種の保存を行っている。深海生物も長期保存のあとはお互いに交配させたり発生させたりする必要が生じてくる。海洋科学技術センターや単独の水族館だけで深海生物を飼育・保存するのではなく、センターを中心にいろいろな水族館と深海生物を共有して種の保存を行うことが次のステップとなるだろう。

生物の保存ができ、サンプル数が確保できれば、その下で基礎研究が一気に進む。飼育可能な深海魚は水族館ネットワークを利用して分散して飼育し、一般の人には、観賞し楽しみながら深海魚への理解を深めてもらい、研究者は豊富なサンプルをもとに研究を進めるという時代がすぐそこまで来ているかもしれない。



高圧環境飼育中の深海生物。ユメカサゴ・3MPa（左）、ゲンゲの一種・10MPa（右上）、オハラエビ・10MPa（右下）



圧力生理学によって明らかにされる細胞機能の不思議

圧力生理学の提唱とその研究業績により
極限環境微生物学会 研究奨励賞を受賞

極限環境生物フロンティア研究システム・阿部文快グループリーダー（以下、GL）が、平成15年度極限環境微生物学会研究奨励賞を受賞した。これは優れた研究業績をあげた40歳以下の若手研究者に贈られる賞であり、阿部GLが取り組んできた「圧力生理学(Piezophysiology)の提唱とその研究業績」に対して贈られた。「何か面白いことをやりなさい」。これが、1994年に研究員として採用された阿部GLへの掘越弘毅 現システム長からの最初の業務命令だったという。それまで大学院で発生生物学を研究していた阿部GLも、新しいことに取り組みたいという思いがあり、軽い気持ちで「それでは、圧力でもやってみます」と答えた。「まさか、それから10年間も圧力研究に没頭することになるとは、夢にも思いませんでした」と話す。そのころ、細胞生物学において、とりわけオルガネラ(細胞小器官。細胞内で分化して一定の機能を担う有機的な単位(総称))から細胞を対象とした圧力研究はほとんど未開拓だった。そこで、阿部GLらは「圧力生理学」という研究分野を提案し、地道に研究を進めてきた。

圧力研究推進の大きな転機

白紙の状態から研究をスタートさせた阿部GLにとって、初期の5年間は試行錯誤の連続だった。深海微生物の圧力耐性機構に関心があつた阿部GLだが、研究ではあえて深海生物の解析を行うのではなく、すでに全ゲノムが明らかになっており、生化学の膨大な知見がある出芽酵母を用いて、圧力というファクターが細胞にどのような影響を及ぼすのかをテーマに研究に臨んだ。そして、増殖や糖

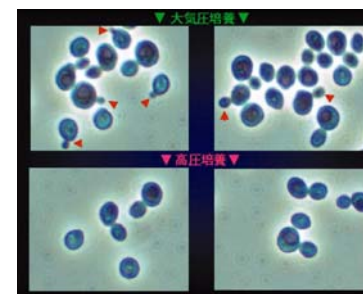
代謝、細胞内のpH維持と圧力の関係を、細胞生理学的な手法によって調べる研究を行った。1999年、研究に大きな転機が訪れた。きっかけは、顕微鏡で見た酵母菌の小さな形態変化だった。高圧力下(15~25MPa)で培養した酵母菌は、数時間後にどれも細胞周期のG1期、つまり細胞分裂が終了して次のDNA合成を始めるまでの間にあり、増殖を停止していた。なぜこのような現象がおきた



取材協力：
阿部 文快 グループリーダー
極限環境生物フロンティア研究システム
代謝・適応機能研究グループ

のか、細胞への圧力効果を考える上で、この現象に重要なヒントが隠されているのではないかと、そう考えた阿部GLは、増殖を停止した原因を突き止めるために、様々な実験を行った。

細胞周期のG1期は、様々なストレスに対して耐性のある時期であることが分かっている。細胞は、温度変化や栄養源の枯渇などといった増殖に不利な条件にさらされると、細胞分裂へむけてのDNA合成期(S期)に進まず、

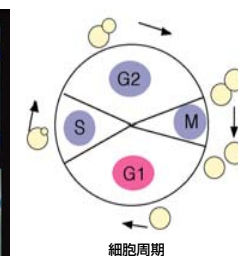


出芽酵母は、大気圧下の培養では増殖する(S期~M期の酵母が存在)が、高圧力下では、数時間後にG1期で停止する。この観察が研究の出発点となった(▲は細胞分裂を始めた酵母菌)。

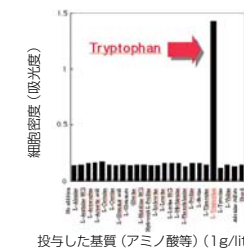
G1期のまま増殖を停止する。阿部GLは、圧力が細胞に対してどのようなストレスを与えているのかを見つけるための実験の一環として、培地にアミノ酸や糖類などを高濃度に加え、高圧力下(25MPa)で酵母菌を培養した。圧力の影響が栄養源の枯渇に似ているのではないかと予測に基づいての実験だった。すると、驚くような結果が出た。培地にトリプトファン(アミノ酸の一種。タンパク質を構成する20種類のアミノ酸のなかでは、天然における存在量が最も少ない)を単独で加えるだけで、酵母菌は高圧下で良好に増殖したのだ。このことから、圧力は、特にトリプトファンの取り込み(輸送)系に致命的な影響を及ぼすことが予想された。これを裏付けるために、細胞外からトリプトファンを効率よく細胞内部に輸送する、出芽酵母のトリプトファン輸送体(Tat2)を高発現する形質転換体(Tat2をコードする遺伝子TAT2を酵母に多コピーベクターで導入)を用いて、これを高圧力下で培養した。その結果、Tat2タンパク質を高発現する形質転換体は、非常によく増殖することが分かった。つまり、酵母の高圧増殖にとって、トリプトファンを利用できるかどうかはとても重要であり、圧力によって直ちに悪影響を受けるのがトリプトファンの取り込みであるらしい。また、研究によって、圧力だけでなく低温条件下でも細胞の生体膜の流動性は低下し、トリプトファン輸送が著しく阻害されることが分かった。

圧力生理学の新たな取り組み

続いて、阿部GLは、酵母菌のなかから、



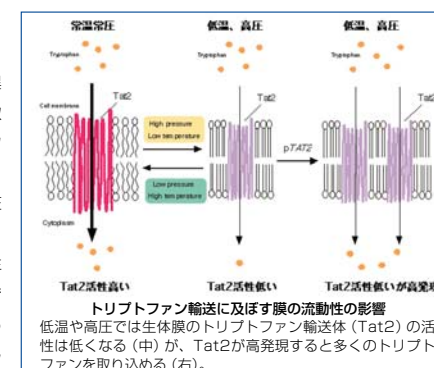
細胞周期
S期(DNA複製期)からM期までに細胞分裂が行われる。G1期は次の増殖までの期間。



投与した基質(アミノ酸等)(1g/liter)

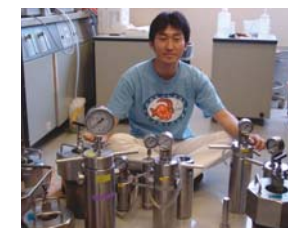
24時間培養後の細胞密度

出芽酵母は、培地にトリプトファンを大量投与したときにだけ、高圧下でも増殖した。



高圧でも増殖する変異株を見つける作業に取り組んだ。トリプトファンの取り込みというひとつの理由で、高圧下で増殖できるかどうかが決まるなら、野生株のなかに高圧増殖できる変異株が見つかるのではないかと予想したのだ。1年かけて4

種類の高圧増殖変異株を分離した。そして、これらを研究するうちに興味深いことが分かった。通常の野生株では、Tat2のようなアミノ酸輸送体の分解を促進し、その量を制御する機能(選択的タンパク質分解機能:ユビキチンシステム)を果たす特殊なタンパク質が存在しており、高圧増殖変異株のひとつを詳しく調べると、このタンパク質にある種の変異が入っていることが確認された。この変異のためにTat2は分解されずに細胞内にたまり、トリプトファンを積極的に取り込むことが可能になったのだ。阿部GLは、このタ



様々な微生物を高圧力下で培養するために、自ら実験装置も開発した。

ンパク質の変異の部位をモデルでマッピングすることにも成功している。さらに現在、他の高圧増殖変異株についてもその機能の解析が進んでいる。

阿部GLは、深海の生き物の圧力適応機構を理解するために、出芽酵母をモデル生物として用いて、圧力の影響を細胞レベルで調べてきた。さらに、圧力をパラメーター(圧力は反応に伴う体積変化量を算定できる唯一のパラメーター)として利用し、それを指標として生きた細胞内でおきるタンパク質間の相互作用や物質代謝を理解しようとしている。こうした取り組みが、阿部GLの提唱する「圧力生理学」だ。

阿部GLは、今後もこうした研究を続けることによって、深海生物の圧力適応機構を理解するための分子生物学的なバックボーンを構築することに加え、ユビキチンシステムに関する医学面への応用研究、圧力パラメーターを活用した細胞内の機能・構造の解析、生産系や反応系への圧力制御の産業界への応用などに取り組んでいく考えだ。



研究成果を産業界との連携で社会に役立てる 深海バイオベンチャーセンター 極限環境は有用・貴重な生物資源の宝庫

バイオベンチャーセンターは、極限環境生物フロンティア研究システムにおいて得られた研究成果を産業界に提供し、共同研究によって社会に還元していくことを目的に、2001年4月に設置された。バイオベンチャーセンターでは、企業からのニーズに基づき共同研究や試験研究の提案を行い、これを指導・支援する体制を用意している。すでに、極限環境で採取された微生物から見つかった有用酵素が洗剤や人工甘味料の生成に活用されるなど、着実に成果を上げている。また、企業のニーズをサポートするためのツールとして、深海微生物のゲノムバンクの作製、有用深海微生物のゲノムの配列決定、ゲノム情報解析ソフトの開発・活用などにも力を入れるなど、研究から得た様々なシーズ（実用化等の可能性を秘めた発見や研究成果）を有効に活用してもらうことにより、社会への貢献を果たすための重要な役割を担っている。



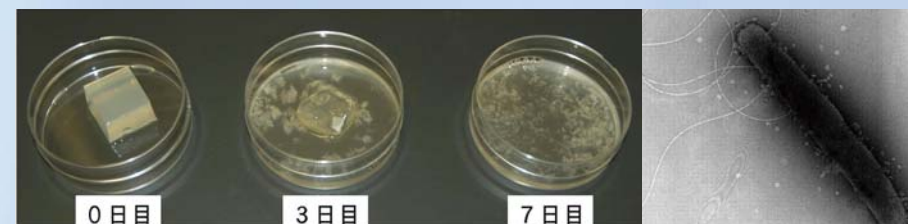
取材協力：
伊藤 進 プログラムディレクター
極限環境生物フロンティア研究システム
深海バイオベンチャーセンター

シーズとニーズを 結ぶ役割を果たす

これまで、土壌や海岸部をはじめ、火山や温泉、アルカリ湖など陸上の特異環境（極限環境）に生息する微生物から様々な有用酵素などが見つかり、バイオ技術に活用されてきたが、すでに陸上環境では開拓され尽くした感があ

る。ところが、深海底や地殻内の極限環境は、ほとんどが未知の世界であり、手つかずのまま残されている。実際に陸上では見つかることのできない微生物の新属や新種が、深海底から数多く発見されている。海洋科学技術センターでは、保有する有人潜水調査船や無人探査機を活用して、世界最深のマリ

アナ海溝チャレンジャー海淵（水深約11,000m）をはじめ、日本海溝、沖縄トラフなどの深海底から泥サンプルを数多く採取し、微生物の分離・培養を行ってきた。極限環境生物フロンティア研究システムでは、すでに深海底から約3,000株の分離に成功し、100種類を超える新種を発見している。こ



アガラゼ生産菌（右）を振りかけると、寒天は徐々に酸分解され、アガロオリゴ糖に変換される。

した極限環境に存在する微生物のなかには、好圧性、好熱性、好アルカリ性、好酸性、好塩性など、様々な特性を有するものが数多く存在し、有用な遺伝子や酵素を生産する微生物も次々に見つかっている。バイオベンチャー産業にとって、極限環境はまさに生物資源の宝の山といえる。

深海バイオベンチャーセンターは、極限環境生物フロンティア研究システムで得られた研究成果や生物資源、ゲノムなどの生物情報を提供し、産業界で活用してもらうための橋渡し役を担っている。そうしたシーズとニーズを結びつける場となっているのが、毎年開催される「深海バイオベンチャーフォーラム」だ。3回目を迎えた昨年7月のフォーラムには、63の企業・大学関係者らが参加し、約150名の入場者が研究者の講演・発表に熱心に耳を傾けた。

共同研究の推進で バイオ産業に貢献

深海バイオベンチャーセンターは、企業からの提案を受けて、企業側の研究員の受け入れや研究施設の提供など、共同研究・試験研究の指導・支援を行う。現在も企業からおおよそ30件の申請があり、このうちの十数社と契約を結び共同研究を行っている。共同研究を進めている業種は、バイオベンチャー関連をはじめ、製薬、食品、化粧品関連、さらには製紙、廃棄物処理関連と多彩だ。その研究内容については詳しく紹介できないが、すでに研究成果として公開されているものに、人工甘味料のトレハロース生成に利用される酵素がある。この酵素は、相模

湾沖水深約1,200mの海底から採取された微生物から見つかり、食品会社との共同開発により工業化に成功した。従来では10種類ほどの酵素を使用し、できるまでに約1週間かかっていたが、新規微生物由来の2種類の酵素を使うと、わずか数時間でトレハロースをつくることができる。

同じく相模湾沖の海底から採取された別の微生物からは、オリゴ糖を生産する酵素も見つかっている。その微生物は、寒天を多く含む海藻を食べると考えられ、これを消化するための酵素を持っていた。発見された酵素は、寒天を分解して良質のオリゴ糖を効率よくつくり出す働きを持っており、生成されたオリゴ糖は、がん抑制効果や活性酸素抑制作用、保湿作用、美白効果などが期待されており、現在、健康食品や化粧品への商品化に向けて、企業との共同研究を行っている。

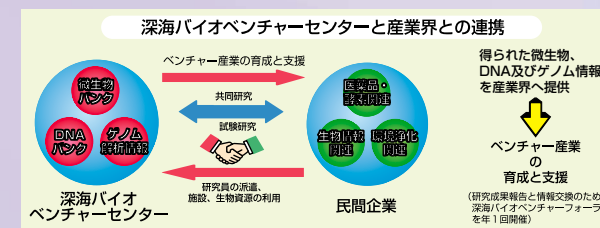
このほかにも、鹿児島湾沖の海底で採取された微生物からは、コンニャクを分解する酵素が見つかった。分解によって生成されるマンノオリゴ糖は、整腸作用や高血圧改善の効果が期待されている。また、マリアナ海溝の海底から採取された微生物は、非ステロイド系の抗炎



人工甘味料のトレハロースを生成する酵素（マルトースホスホリラーゼ、トレハロースホスホリラーゼ）を生産する微生物は、相模湾沖の海底から見つかった。

症作用があり、免疫機能を改善する有機化合物を分泌することが分かり、アトピー性皮膚炎などの治療に役立つ可能性があることから、製薬会社との共同研究を進めている。

極限環境には、このような有用な生物資源がまだまだ大量に存在していると推定されている。今後、地球深部探査船「ちきゅう」の運用が開始されれば、地球最大の生物圏といわれる地殻内からも、新たな生物資源が発見される可能性は高い。産・学・官の協力によってバイオベンチャーの未来を開拓する深海バイオベンチャーセンターの役割は、これからますます重要になっていくに違いない。



水深100mのハオリムシに付着 自然界で初めて見つけた アマクサクラゲのポリプ

取材協力
三宅 裕志 特別研究員
海洋生態・環境研究部

漁業などに被害を与えるとして、しばしば報じられるクラゲの大量発生。何の前触れもなく海を埋め尽くすクラゲたちは一体どこからやってくるのだろうか？ クラゲは雌雄異体で、受精した卵はプラヌラという幼生となり海中を浮遊する。プラヌラは海底などに付着するとポリプに変態し無性生殖でどんどん増え、やがてたくさんのエフィラに分裂し、再び浮遊生活するクラゲとなる。しかし、自然界におけるクラゲのポリプの確認例は非常に少なく、繁殖についてまだまだわからないことが多い。

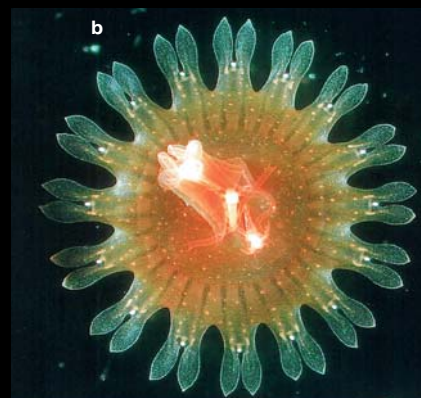
1999年、鹿児島湾福島沖海底のサツマハオリムシのコロニーで三宅研究員は小さな付着物を発見した。「ドルフィン-3K」で撮影してみると体長わずか1mmほどのクラゲのポリプだった。採取して水槽で飼育を続けたところ、アマクサクラゲのポリプであることが判明。自然界で見つけたアマクサクラゲのポリプ第1号という快挙となった。コロニーの場所は水深100m。小さなポリプにとって、深い海域は競合する付着生物も少なく、水温や環境も安定した楽園と考えられる。しかし、アマクサクラゲはごく浅い海域に生息しており、このポリプがどうやってここにたどり着いたのかはまだわからない。また、ハオリムシのコロニーには多数のポリプが生息しているにも関わらず、この近海でアマクサクラゲはそれほど多く見かけない。ポリプから放出されたエフィラはどこへ行ったのか？

深い海で繁殖したクラゲたちは、大洋のどこかで息をひそめ、海面へ浮上する機会を伺っているに違いない。



サツマハオリムシの管の上に付着するポリプ。

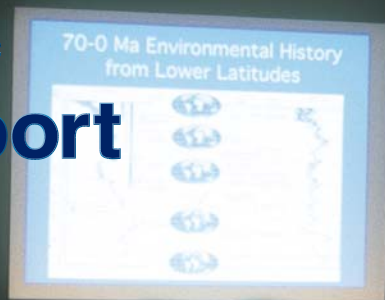
ハオリムシのコロニー周辺には、火山性ガスの噴気は見られたが、熱水の湧出は見られなかった。白くぼつぼつと見えるのがポリプ。



海底などに付着したプラヌラはポリプに変態する。成長したポリプは横にくびれが生じてストロビラという状態になり、エフィラを形成し始める(写真a)。ストロビラのくびれから遊離して浮遊をはじめた幼生をエフィラと呼ぶ(写真b)。エフィラはやがてクラゲに変態する。アマクサクラゲは10cmほどのクラゲで、日本近海でもよく見られる(写真c)。

JAMSTEC

Report



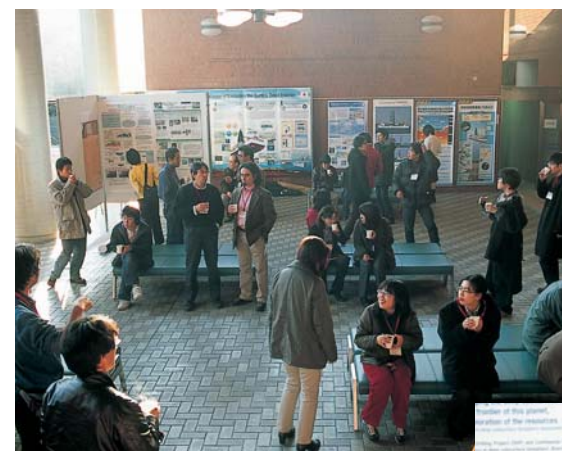
地球システム・地球進化ニューイヤースクール

「Earth, Ocean, and Life」をテーマに
著名な研究者から学生までが集合
世代や分野を超えて
研究成果や問題意識を共有した

古海洋学・古気候学の若手研究者の勉強会から始まった「21世紀の地球科学を考える会」主催（海洋科学技術センターからは、固体地球統合フロンティア研究システム地球システム変動研究領域、むつ研究所が共催）の地球システム・地球進化ニューイヤースクールが1月6日、7日の両日、つくば・産業技術総合研究所で開催され、基礎から最先端まで19のレクチャーが行われた。6日には「サイエンスとともに生きる」と題し、今後の進路に悩む院生やポストドクター向けの夜間セッションもあり、レクチャーの合間にも世代や専門分野を超えて活発な議論が交わされた。



ニューイヤースクール主催責任者：
固体地球統合フロンティア研究システム・坂本 竜彦 技術研究員



レクチャーの合間に、和やかに談笑する参加者たち。
女性の参加も目立つ



全国各地から178名の参加者が
訪れた（受付の様子）。



ニューイヤースクール主催スタッフ：
むつ研究所・原田尚美研究員



スクールの頼もしい助言者でもある海洋科学技術センターの
山本啓之研究主幹（左）と北里洋領域長（右）

日本の地球科学研究を
もっと活性化したい

今回で3回目となるニューイヤースクールは、専門領域にとどまらず広範囲な研究者と連携し、分野を超えて自由闊達に議論できる仕組みを作りたい、そして、まだ専門の定まっていない学生たちに地球科学の面白さを伝えたい、との強い思いから2002年より開催されている。年々参加者が増え、今回は全国各地から参加者総数178名。うち学部生からポストドクターまでが96名と全体の54%を占めた。参加者の研究分野は古海洋学・古気候学以外にも現代海洋学、モデ

ル、環境など80分野にわたり、研究者ばかりではなく、理科教育関係者、研究マネージメント、海洋技術者など多彩な人々が参加した。「21世紀の地球科学を考える会」は、忙しい研究の傍らボランティアで会の運営を担っている。

昨年スタートした統合国際深海掘削計画（IODP）には広い分野の研究者が集い、日本人研究者にも年間100名の乗船枠が用意されている。そこで総合レクチャーはIODPについて学び、これを盛り上げようという企画となった。6日には最初のレクチャーで東京大学海洋研究所・Millard F.Coffin教授（固体地球統

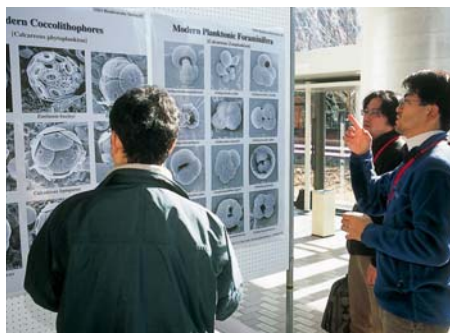
合フロンティア研究システム・アドバイザー）がIODPの科学プラン全体を熱く語り、7日には海洋科学技術センター深海研究部・斎藤実篤研究副主幹、同地球深部探査センター・倉本真一グループリーダー、IODP-SASオフィス・江口暢久サイエンスコーディネーターによる「統合国際深海掘削計画をいかに盛り上げるか？」をテーマとしたレクチャーがトリを飾った。

盛りだくさんのプログラムと
相互交流を楽しんだ参加者たち

今回のスクールは「物質循環の仕組み



プリンストン大学から真鍋淑郎理事(右)が来日・講演した

東京大学海洋研究所・Millard F. Coffin 教授
(固体地球統合フロンティア研究システム・アドバイザー)

ロビーの掲示物を前に活発に議論

テーマ	サブテーマ	講師(敬称略)	所属
「IODPの科学プラン」	「Earth, Ocean, and Life」	Millard F. Coffin	東京大学海洋研究所
「現代の地球システム変動」	「現代の気候変動」	松本 淳	東京大学大学院理学系研究科
	「大気エアロゾルがもたらした、海、生物」	橋本光夫	東京大学海洋研究所
「現代の地球システム変動」	「海洋の大循環」	須賀利雄	東京大学大学院理学系研究科
	「海洋の生物生産と鉄」	津田 敦	東京大学海洋研究所
「近過去の地球システム変動」	「近過去の気候変動全般」	川越 隆	産業技術総合研究所
	「氷床コア解析によって明らかにされた過去の気候変動と気候変動」	青木周司	東北大学大学院理学研究科
「地球史を通じた地球システム変動と進化」	「堆積物コアに記録された最終氷期の深層水」	松本克美	産業技術総合研究所
	「過去の生物生産と物質循環」	中塚 武	北海道大学低温研究所
「地球史を通じた地球システム変動と進化」	「地球・生命・環境の共進化」	北里 洋	海洋科学技術センター-固体地球統合フロンティア研究システム
	「海洋リソスフェア学入門」	小原 泰	海上保安庁海洋情報部
「固体地球システム内部の物質循環」	「Large igneous Provinces (LIPs) 岩石学」	佐野貴司	富士宮県立大学環境防災学部
	「地球マントル中での水・二酸化炭素の循環」	小野重明	海洋科学技術センター-固体地球統合フロンティア研究システム
「Oceanic response to large changes in atmospheric carbon dioxide」	「Salt switch between glacial and warm oceans」	興銀 淑郎	Atmospheric & Oceanic Science Program, Princeton University / JAMSTEC
	「地質発生帯の地球システム」	南高 正	海洋科学技術センター-深海研究部
「地球システムにおける生物圏の広がり機能」	「生物圏の広がり機能」	山本啓之	海洋科学技術センター-海洋生態研究部
	「地球システムにおける生物圏の広がり機能」	山本啓之	海洋科学技術センター-海洋生態研究部
「統合国際深海掘削計画(IODP)をいかに盛り上げるか?」	「IODPの科学プラン」	森田 実	海洋科学技術センター-深海研究部
	「IODPの科学プラン」	森田 実	海洋科学技術センター-深海研究部
「国際戦略」	「「ちきゅう」戦略」	倉本 真一	海洋科学技術センター-深海研究部
	「国際戦略」	江口 裕久	IODP-SASオフィス

をよく理解すること」がねらいである。そこでレクチャーは「循環」と「気候変動のメカニズム」を中心に構成されており、現代と過去の地球システム変動について最先端の研究者が講師に招かれていた。

6日は基礎レクチャーがざっしり。会場には学生達に混じって、海洋・気候研究の世界的権威・真鍋淑郎海洋科学技術センター理事の姿があった。主催者側の「現代と過去の気候変動をつなぐ視点から、数値モデルの研究者を招きたい」という希望と、「過去の堆積物を取り扱う古海洋研究者と議論したい」という真鍋理事のリクエストが合致したのだ。真鍋理事は7日、「数値モデルで見ると、長い時間スケールの中で大気中の二酸化炭

素の変化が海洋の変化にどのように影響を与えているか」というテーマでレクチャーを行い、学生や若手研究者に多大な刺激を与えた。

7日はさらに最先端のテーマが並んだ。海洋科学技術センターからは、固体地球統合フロンティア研究システムから「地球史における地球システム変動と進化-地球・生命・環境の共進化」について北里洋領域長、「地球マントル中での水・二酸化炭素の循環」について小野重明研究員、深海研究部からは「南海トラフ地震発生帯の掘削計画」について木下正高研究副主幹、海洋生態・環境研究部から「地球システムにおける生物圏の広がり機能」というテーマで山本啓之研

究主幹がレクチャーを行った。プログラムは地球システム研究のいまが理解できるバランスのよい構成である。

今回初企画の夜間セッションでは、研究と家庭との両立、今後IODPでポストも増えるであろうサイエンスマネージメントやテクニシャンとしての生き方など、将来に悩む学生のためのテーマを幅広く設定。充実したレクチャーに刺激を受けながらのセッションは、将来、地球科学に携わろうという学生たちを勇気づけたことだろう。

なおスクールの詳細は下記のURLで公開されている。

(<http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~earth>)

JAMSTEC Report



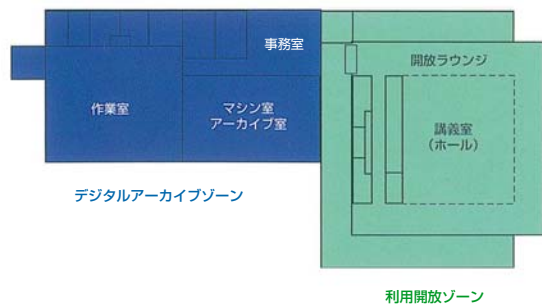
海洋・地球環境情報の集積・発信拠点 子どもたちも楽しく学べる 国際海洋環境情報センター

施設利用で、インターネットで
多くの人々に海洋・地球情報を提供

取材協力：
国際海洋環境情報センター

2001年11月にオープンした国際海洋環境情報センター(GODAC/ゴダック)は、沖縄県名護市から海洋科学技術センターが運営・管理を委託された施設。ここでは国際的な海洋・地球環境情報に関する様々なデータや、海洋科学技術センターが保有する深海映像や研究報告・資料などの電子化を行い、収集した大量の情報を利用しやすいように加工・提供する海洋・地球科学の情報拠点としての役割を果たしている。さらに、研究者だけでなく、学生や一般の方々にも海や地球について知識を深めてもらうとともに、海洋科学技術や情報科学等を理解してもらうための展示や見学対応などにも力を入れている。



国際海洋環境情報センター見取り図
(GODAC/ゴードック)

マシン室に設置された容量400テラバイトのストレージサーバ(大容量記憶装置)。



ビデオ映像や研究報告の電子化を行う作業室。

楽しみながら 海について学ぶ場を提供

沖縄県名護市は、那覇市の北東約50kmにある、沖縄本島の北部地域を代表する都市。1月末に「さくら祭り」が行われる街としても知られる。市街地は名護湾に面した西岸に広がっているが、その反対側、東岸の緑豊かな場所に国際海洋環境情報センター(ゴードック)はある。すぐ隣には、IT事業に力を入れる名護市の情報拠点ともいえる名護市マルチメディア館が並んでいる。

2004年1月18日、ゴードックに子どもたちのにぎやかな歓声が広がった。地元名護市の羽地小学校PTA文化部の親子連れが、体験プログラムと施設見学に訪れたのだ。参加者は約40名、海洋科学技術センターの活動への理解と興味を高めること、そして、地球環境を考え、よりよい環境を守っていききたいという気持ちを育てることを目的に申し込んだという。

ゴードックは、海洋・地球環境情報の集積・発信拠点としての役割に加えて、こうした一般の人々に、海や地球

について関心を持ってもらうことなどをねらいとした施設利用を進めている。そのため、施設内には広い利用開放ゾーンが設けられ、利用者を案内する専門のスタッフが配置されている。利用開放ゾーンの中心には、最大100名を収容するホール(講義室)がある。この天井部には、かつての九州・沖縄サミットのアメニティセンターに使われた美しい木組みの梁がそのまま移築されている。ホール前方の大型プロジェクタでは、有人潜水調査船「しんかい6500」の3D映像なども見ることがで



展示コーナーには深海生物の標本や潜水調査船・支援母船の模型もある。



3D映像で「しんかい6500」の操縦が体験できるパーソナルVRステーション。



小さな子どもも使えるタッチパネル操作のパソコンが3台設置されている。



科学雑誌や海洋・地球に関する書籍が揃う図書コーナーも自由に利用できる。

きる(専用の眼鏡をかけると映像が立体視できる)。

ホールのまわりには、展示コーナー、図書コーナー、パソコンブースが設置され、見学者は深海生物の展示物を見たり、探査機の模型を操作したり、大型ディスプレイに映し出される超高感度ハイビジョンカメラで撮影した神秘的な深海映像を楽しんだりすることができる。パソコンブースでは11台のパソコン(ウィンドウズ5台、マック6台)が利用開放されており、海と地球の不思議を理解するための教育用コンテンツも用意されている(他に研究者・学生向けの高性能パソコンも設置)。また、マウス操作に不慣れな子どもたちも利用できる、タッチパネル操作のパソコンも3台置かれている。このほか、3D映像で有人潜水調査船「しんかい6500」の疑似操縦体験を満喫できるパーソナル・バーチャルリアリティ・ステーションなどもあり、まさに楽しみながら海洋のことや、海洋科学技術センターの活動が分かる仕組みになっている。

水中カメラロボットの 操縦を体験

この日、ゴードックにやってきた羽地小学校PTA文化部の親子たちは、まず、ホールに集まり、海洋科学技術センターの活動を紹介するビデオや迫力ある3D映像を楽しんでから、ROV(水中カメラロボット)の操作法について話を聞いた。ゴードックでは、館内の見学や利用に加えて、CCDカラーカメラを搭載した小型のROVを実際に海中に潜航させて、海中の映像を見ながら参加者に操縦してもらって体験プログラムを用意している(事前の申し込みが必要)。使用するROVは、小型とはいえ4基のスラスターを備え、実海域での生物観察にも利用できる本格的なものだ(最大で深度150mまで潜航可能)。今回メインプログラムとして、このROV操縦体験が行われることになって

いる。

ROVの説明を受けた後、参加者たちは2つのグループに別れ、ひとつはROVが待つ海岸に向かった。もうひとつのグループは、先にセンター内を見学したり、有人潜水調査船「しんかい6500」のバーチャル操縦を体験したり、用意されたペーパークラフトや模型づくりを楽しんで、後半にROVを体験することになっている。

ゴードックから草地を抜けて、車で約10分。豊原海岸のクンジダ浜と呼ばれる砂浜にテントが張られ、ROVやモニターが準備されていた。参加者たちが到着すると、まずは職員らがROVを浜から沖に出し、潜航を開始した。沖合いにリーフが広がっているため、波は静かだ。また、この付近は海底が遠浅の砂地で、岩礁にROVのケーブルが引っかかる心配もなく、初心者でも安心して操縦を体験できる。子どもたちは、モニターに映し出される海底の様子を食い入るように見つめている。そして、一度ROVを浮上させると、今度はジョイスティックコントローラーを参加者に渡し、ひとりずつ交代でROVを操縦してもらった。子どもも大人も、白い砂地の海底に海草が揺れる美しい海のなかの映像を眺めながらROVを操縦し、モニターのなかで海中散歩を楽しんだ。

昼の12時に始まったプログラムは、4時半過ぎに終了した。再びホールに集まった参加者たちには、ROVの体験操



ホールでROVの操縦法などについて説明を受ける参加者。



展示コーナーで説明員から海の深さと圧力について説明を聞く子どもたち。



親子で「しんかい6500」模型などのクラフトを楽しむ。



子どもたちも浜辺に出て、本物のROVの操縦を体験した。



カメラ映像を見ながらコントローラーでROVを動かす。

ROVは海洋調査にも使われる本格的な機種。



縦修了証や「しんかい6500」操縦免許証などの記念品が手渡された。

海洋・地球情報の発信拠点として科学の普及に貢献

オープンから2年が過ぎた昨年12月、ゴードックの来館者が2万人を越えた。利用者は、ここで紹介したような体験プログラムや施設見学を希望する団体だけではなく、ホールには30台のノートパソコンを設置することもでき、これらを活用した学校の総合学習も行われている。また、ここで情報関連業務・見学対応業務などを体験して、情報産業やIT技術、さらに社会人として知っておくべきことを学ぶ職場体験学習を実施する学校もある。このほか、職員研修などの各種研修の場としても利用されている。利用者の多くは沖縄県内だが、長野県の高校が職場体験学習を行ったり、修学旅行などで県外からやってくる学校も出てきている。

こうした利用開放ゾーンよりもはるかに多くの人々に活用されているのが、デジタルアーカイブゾーンで制作され



26名のスタッフによって映像や文書のデータベース化が進められている。

公開されているWebサイトだ。ゴードックの中心的な業務は、海洋科学技術センターが収集した膨大な深海調査記録映像や研究報告・定期刊行物などの文書情報をデジタル処理し、データベース化すること、さらに世界中の研究機関などが公開している地球観測情報を集積し、これらを“海洋・地球環境情報”として一般向けに公開・提供することだ。これを行うため、400テラバイトの容量（CD-ROMおよそ60万



ゴードックのHPトップ画面。
アドレスは、<http://www.godac.jp>

枚分に相当）を持つストレージサーバ（大容量記憶装置）をはじめ、世界の観測データを収集するデータベースサーバ、インターネットを通して情報を提供するためのWeb・APサーバなど多くの高性能マシンを導入してシステムを構築。作業室では26名のスタッフがデジタルアーカイブ作業や地球観測情報の可視化処理などにあたっている。

すでに文書データベースでは海洋科学技術センターの刊行物がインターネットで公開されており、深海映像データベースでも有人潜水調査船「しんかい2000」等で撮影された映像の一部などが公開されている。検索画面で潜水船名や潜航年月日、海域などで検索すると深海画像が現れ、さらに迫力のある映像をリアルストリームビデオとして見る事ができる。

これまでに海洋科学技術センターが有人潜水調査船や無人探査機を使って収集した深海映像は、テープにして約17,000本以上に及び、これを電子化



ゴードックの心臓部ともいえるマシン室。
アーカイブされた情報はインターネットで一般に公開されている。



「サンゴ礁ネットワークWEBシステム」では美しい沖縄のサンゴ礁画像を紹介。WEBイベントも計画中。

するには膨大な時間がかかる。さらに、これらに画像説明をつけ、研究者等のチェックを受ける作業が加わるため、すべてがデジタルアーカイブ化されるのはまだ先になる見込みだ。

世界の研究機関が公開する地球観測情報については、ホームページの「バーチャルアース」というデータシステムで調べることができる。これを利用するには利用者情報を登録し、専用のソフトをダウンロードする必要があるが、海洋・環境・災害・観測・気象など幅広いジャンルの詳しい地球情報を瞬時に入手することができる。気象衛星が撮影した雲の画像から、世界各地の地震情報、海洋観測のデータをはじめ大量の情報が、一般の人々でも検索しやすいように整理されている。また、海面温度や海面高、風向風速全球データを地球画面に貼り付けるなど、可視

化にも工夫が凝らされている。

他にも、沖縄の珊瑚礁の画像を紹介する「サンゴ礁ネットワークWEBシステム」がつくられ、サンゴ礁画像データベースの構築を進めている。また、ここでは海の写真コンテストなど、オンラインのWebイベントなども計画されている。

ゴードックへのインターネットによ

るアクセスは、1ヶ月に5万件に達し、海外からのアクセスも20%以上を占めるなど、インターネット利用者も施設利用者数同様に増加している。ゴードックではより多くの人々に活用してもらえるよう、デジタルアーカイブ化の作業に力を入れるとともに、より利用しやすいためのシステム開発を続けている。



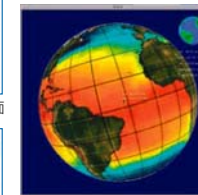
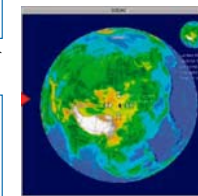
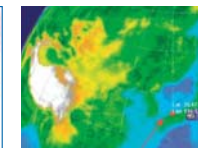
地球環境ポータルサイトのトップ画面



映像情報データベース検索画面



文書データベース検索画面



バーチャルアースでは世界中の地球観測情報を手軽に検索し閲覧することができる。データをパソコン画面上の地球儀や世界地図に貼り込むことも可能だ。



100名を収容するホールは研修や会議にも利用されている。



職場体験で文書のデジタル化作業を学ぶ学生たち。



ノートパソコンを使いインターネットを活用した総合学習も行える。



ゴードック主催の「地球環境セミナー」も年に4回開催されている。



JAMSTEC

Report



深海研究、海洋研究の最新成果を発表 ブルーアースシンポジウム

1月15日(木)、16日(金)の2日間にわたって、神奈川・パシフィック横浜会議センターにおいて「ブルーアースシンポジウム」が開催された。前回と同様に、「第20回しんかいシンポジウム」と「第7回みらいシンポジウム」の合同開催であり、海洋・地球科学分野の研究者、一般参加者延べ1,100名が集った。

「しんかいシンポジウム」は、有人潜水調査船「しんかい6500」などで得られた深海域の調査・研究に関する最新成果を発表するもので、今回は「北西太平洋・日本海溝」「南西諸島・鹿児島周辺」「南海トラフ」「マリアナ・フィリピン海」など海域別に7つのセッションに分かれて、29テーマの成果の口頭発表が行われた。「みらいシンポジウム」では、海洋地球研究船「みらい」の観測によって得られた海洋調査・研究についての最新成果の発表が行われ、2003年8月から2004年2月まで半年以上にわたって実施された南半球周航航海観測の成果をいち早く報告した「BEAGLE観測結果速報」をはじめ、「西部北太平洋における生物・化学」「熱帯(赤道)域における大気・海洋変動」「大気・雲科学」「赤道域における基礎生産」など7

つのセッションに分かれて、27テーマの成果の口頭発表が行われた。

さらに、ポスターセッションにも「しんかい」、「みらい」併せて100テーマを超える発表があり、今年度から2日間ともポスター発表者に対応する時間を1時間もつけたこともあり、ここでも活発な意見交換や議論が交わされた。

また、特別研究発表として、2003年3月13日に有人潜水調査船「しんかい6500」で南西諸島海溝の水深6,500mへ潜航した日本科学未来館・毛利 衛館長が、同館ミッションスペシャリストと共に「深海の科学技術理解増進への応用」をテーマに潜航に伴って実施した60項目に及び興味深い実験等について発表を行った。1日目に行われたパネルディスカッションでは、「有人か無人か？」



ポスターセッションも盛況だった。



2日間のシンポジウムに延べ1,100名が参加した。

「一そのメリット・デメリット」と題して、深海研究および海洋観測研究における有人・無人観測のメリット、デメリットについて議論された。人間が調査・観測する意味について、機器の精度やシステムの問題、経費の問題など、様々な立場から意見が述べられた。パネラー以外に聴衆者からも興味深い意見が多数出され、司会を務めた研究業務部・門馬大和部長は「とてもまとめきれないが、重要な課題であり、今後も議論していかなければならない」と結んだ。



「有人か無人か？」パネルディスカッションでは、熱い議論が交わされた。



招待講演の岩谷忠幸氏



日本科学未来館・毛利 衛館長

気候変動予測をテーマに 最新の研究成果を分かりやすく解説

「異常気象のなぞを追って～気候変動予測への挑戦～」 地球フロンティア研究システム／ 地球観測フロンティア研究システム 合同シンポジウム

1月14日(水)、地球フロンティア研究システム、地球観測フロンティア研究システム(以下、地球フロンティア、地球観測フロンティアと呼ぶ)の合同シンポジウムが東京・日本科学未来館(みらいCANホール)において開催された。異常気象という、一般に関心の高い問題を取り上げたこともあり、平日午後の開催ながら、客席は満員の聴衆で埋まった。

シンポジウムでは、私たちの生活に多大な影響を与える異常気象のメカニズム解明と、気候変動予測の実現に向けて研究を推進する両フロンティアの4人の研究者および両システム長が壇上に立ち、最新の成果を交えて気候変動予測研究の現状について様々な角度から解説した。また、講演の前に挨拶に立った日本科学未来館・毛利 衛館長は、壇上で小さな紙切れを落として見せ、「気候変動を予測することは、この紙が落ちていく軌道を予測するのと同様に、非常に難しい。こうした研究に、あえて挑戦するみなさんに敬意を表したい」と変動予測の難しさを指摘した。

最初の講演者、地球フロンティア・地球温

暖化予測研究領域の時岡達志領域長は、日本の気候に大きな影響を与えるいろいろな変動現象を時間スケールでとらえ、それらに関する研究について説明。「気候変動予測を行うためには、ひとつのプロセスだけでなく、総合的に見ていくことが必要」とまとめた。続く地球フロンティア・水循環予測研究領域および地球観測フロンティア・水循環観測研究領域の安成哲三領域長は、日本の気候を理解する上で重要なアジアモンスーンについて講演し、「アジアモンスーンが地球全体の気候システムと大きく関わっている」ことを多くの研究成果から解説した。地球観測フロンティア・気候変動観測研究領域・竹内謙介領域長は、大気に比べて反応がゆるやかで、ばらつきが少なく、振舞いを予測しやすい海洋が、気候変動予測の大きな手がかりであることを、エル・ニーニョなどを例に解説し、「長期的な変動予測を可能にするには、地球規模で三次的にリアルタイムで海洋を観測するシステムが必要」と語った。地球フロンティア・国際北極圏研究センター・田中博研究員は、中・高緯度の異常気象を解明するための大気変動として重要視されている北極振動について、その仕組みや最新の研究を紹介し、「北極

振動も、ブロッキング高気圧も、ともに温帯低気圧などの大規模な大気の乱流現象によって引き起こされると考えられるが、これらをもたらす異常気象を予測するには、さらに研究が必要である」とまとめた。さらに招待講演として、気象予報士・キャスターとしてテレビ等で活躍する岩谷忠幸氏が、天気予報の現場から長期予報や異常気象を予報することの難しさについて紹介し、「研究機関との連携によって、的確で分かりやすい異常気象の情報を広く伝えていくことが可能になるのではないかと語った。

最後に、地球フロンティア・松野太郎システム長が、「地球シミュレータ」を活用した最新のシミュレーション研究について、地球観測フロンティア・杉ノ原伸夫システム長が、モデル研究を支援する観測研究の重要性について紹介した。



講演を行った4人の研究者

Face

Staffの横顔

富田恵子 さん
総務部総務課 秘書室忙しい役員を陰からサポート
手書きのメモが支える
JAMSTECの管制塔スケジュールの鍵は
1冊のノートにあり

海洋科学技術センターには、会長、理事長をはじめ多くの役員がいる。そのうち常勤役員は7名。大きな事業の取り決めや対外的な交渉ごとなど、センターのトップとして毎日忙しく飛び回っている。その役員を陰でサポートしているのが役員秘書だ。役員室のある8階のエレベーターを降りると、正面のカウンターには秘書室の看板。その立派なカウンターがお客様にとっての“秘書室”なのだろう。しかし、彼女たちの本当の仕事場はその裏手。カウンターの下にはパソコンとスケジュール帳、たくさんの名刺やメモ用紙、その奥の部屋には、資料に埋もれたデスク、そして給湯室にはいつでも美味しいお茶が出せるようにスタンバイがかかっている。今回は、その本当の“秘書室”でのお仕事を伺うことにした。

いきなりの異動にははじめは困惑

海洋科学技術センター横須賀本部、本館別館8階。晴れた日は遠く富士山まで見渡せる絶景が自慢のこのフロアに役員執務室がある。多くの来賓の方々をもてなすセンターの顔としても大切な場所だ。富田さんの仕事はここで役員の仕事をサポートすること。現在、2名の秘書が7名の常勤役員を担当している。

「神奈川で生まれ、現在の住まいもこのすぐ近くなんです。残念ながら、ここで仕事をするまでセンターのことは知りませんでした。大学は英米文学が専門、卒業後は銀行に就職したので理系の分野はあまり知識もなかったんです」

その後、海洋科学技術センターで事務職を経験。そこでの働きぶりが目に留まり、改めて総務部に配属され、2001年4月より秘書室へ異動となる。

「秘書の経験はありませんでしたから、最初にお話をいただいたときには、絶対に無理です、と申し上げたんです。銀行に勤めていた時もひたすら窓口担当は断り続けていまして…(笑)。英語もたまたま外国のお客様が見えたときに使うくらいでしたし、人と接するのは苦手なんです」

「専門的なお話は分かりません。研究内容についても概要は調べますが、なかなか時間がとれないのが悩みです。いい加減なことは言えませんし「たぶん」という言葉は禁句ですから」

ひたすら謙遜する富田さんだが、これも秘書の資質のひとつに違いない。

待機するのも大事な仕事

秘書室の主な業務は、役員宛の電話や来客の対応、スケジュールの管理、車や出張の手配、会議の資料準備など。海外在住の役員が来日した際には、その滞在中のサポートも行う。

「最初は、電話の対応に苦労しました。お話をいただく方は省庁関係の方が多く、部署名が長いんです。お名前にたどり着くまでが大変で、メモが追いつかないくらい。それを役員の方にお伝えするのにも、早口言葉になって舌をかんでし

まったりして、困りました」

海洋科学技術センターはご存じの通り、元科学技術庁、現在は文部科学省の所管となる。当然、仕事先は文部科学省関係の方が多い。そのため、部署名や肩書きをないがしろにしていると、人違いのミスにもつながる。

「会長は非常勤ですが、理事長は常勤で、通常は横須賀本部が東京連絡所に出動されています。日比谷セントラルビルにある東京連絡所は文部科学省にも近いので、会議や打ち合わせはあちらで行くことも多いですね。でも、私たち秘書が同行することはあまりありません」

待機するのも秘書の仕事、と富田さんは言う。新しい予定も大事な伝言も、秘書室に待機する2人に集約され、それがたった1冊のノートに書き付けられていく。

「このノートが命です。7人の方のスケジュールは、この1冊で全て管理します。個人別にするとかえって分からなくなってしまうので、とにかく何でも忘れないうちにメモしておくんです」

ノートの中を覗けばどのページもスケジュールで真っ黒だ。確かに、秘書同士が細かく情報を共有していないと思われぬダブルブッキングも招きかねない。また、忙しい中でも、役員から「さっきの、アレ」と言われれば、どちらが受けてもすぐにお出しできる、そんな気配りは欠かせない。これも、受付カウンターの内側にびっしり張られたメモによる連携プレーがなせる技だ。接客業務の合間をぬって、個人別のスケジュール表や運転手さんに渡す配車表もパソコンで作成する。予定管理をパソコンで行うことも考えたというが「もし、データが間違っただけでしまったらと思うと怖くて」なかなか



全ては切り替えられないようだ。

「私たちの仕事は基本的にここで調整をすることですから、全役員がご出席の場合以外は、個々の会議やイベントに出席することはありません。もっとお仕事の身を知りたいと思うこともあります。7名の方がいらっしゃいますから、現実的にはとてもそこまで把握できる時間がないですね」

緊張した陛下へのお茶出し

センターには日本の先端の海洋科学技術を視察するために多くの来賓がある。

「当日の私たちの対応はお茶をお出しするくらいで、後は各部署の方が引き継いで下さるんですが、普通でしたら私などがお会いする機会が絶対ないような方もずいぶんいらっしゃいます」

海洋科学技術センター創立30周年の2001年には、天皇皇后両陛下がノルウェー王国王妃両陛下をご案内になり視察された。この時には秘書室と総務部でお茶をお出ししたそう。

「宮内庁の方は普通の対応で結構ですとおっしゃるので、逆にどうお迎えしたらいいかわからず準備は大変でした。お出しするお茶も何度も練習しましたね。当日、お茶をお出した時にノルウェー国王陛下にはびっくりながらもなんとか笑顔をお返しできたんですが、天皇陛下のお顔は下を向いたまま拝見することができませんでした」

異動当初は、自分には向かない仕事だと思いこんでいた富田さんだが、最近ではすっかり慣れ、様々な知識に触れることを楽しんでいるようだ。唯一の不満は、外の空気に触れる機会がほとんどないこと。1日中、秘書室に座りっぱなしで、他の部署に行くこともほとんどない。だから、疲れたときには、ちょっとだけベランダに出る。

「海を見ながら深呼吸すると、本当にうっとりするんですよ」

窓からのすばらしい眺めは、富田さんたちの疲れを癒すのにも一役買ってくれているようだ。

～日本の地震研究の現状～

「ナマズと地震の話」

日本は世界でも有数の地震国です。特に西南日本の海域では、過去に何度も大地震に見舞われてきました。昔は大ナマズの仕業と信じられていた地震ですが、科学技術の進歩により海底のプレートの沈み込みが原因だと解明され、近い将来にはその震源域(地震発生帯)を掘り抜く計画も進んでいます。今回は、そんな最新の地震研究についてのお話です。

今日は、日本で我々がどう地震の研究をしているのか、お話しできればと思います。「ナマズと地震の話」と言う演題ですが、ナマズがどこまで出てくるかは若干不安です。私はナマズの研究家ではございませんので、誤解のないようお願いいたします(笑)。

●秀吉も怖れた地震の正体

昔から怖いものを「地震・かみなり・火事・おやじ」と言いますが、その中で最も怖れたのは地震でしょう。地震はいつ起こるかわからない。そして、その姿が目に見えないからです。その地震とナマズとの関係ですが、文献として残る最古のものは、私の調べたかぎり、豊臣秀吉が伏見城築城中に

家臣に「ナマズを大事にせよ」と送った書簡です。1586年の天正地震を秀吉は琵琶湖の大ナマズのせいだとして、築城中に再び地震が起きないようにと書いたようです。ちなみに、世界最大のナマズ、ピコオオナマズは体長約1.2m、体重20kgもあるそうです。さて、江戸時代になると今度は「鯰絵」が登場します。1855年の旧暦10月にマグニチュード(M)6.9の安政地震が起こりました。この時、大地震はナマズの仕業だと面白おかしく書いた瓦版が大流行し、ナマズが地震を起こすシンボルとして全国に広まりました。また、鹿島神宮の神様はナマズを懲らしめる神様として有名で、神社の境内には要石という石があります。その石をナマズの上に置いて押さえつけ、地震が起きないようにしている鯰絵もあり、鹿島神宮のある茨城県に大地震が起

きないのも、その要石のお陰だといえます。実際、ナマズが電気を感じる能力は人間の約100万倍もあるそうで、これは琵琶湖に乾電池を1個投げ込んだら、そこに住むナマズはすぐに感知するほどの能力です。大阪大学の研究ではナマズよりウナギの方がさらに電気に敏感だということですが、これ以上のことは専門外の私からは申し上げられません。

●地震の揺れを左右するもの

地震発生には大きく分けて2つのタイプがあります。地球の表層を覆うプレートはおよそ年間数cmから10cmの速さで移動していますが、海のプレートが陸のプレートの下に沈み込むあたり(例えば日本列島周辺)では、陸のプレートとの境界部に蓄えられたひずみエネルギーが一気に放出さ

(2003年4月19日 海洋科学技術センター横浜研究所 第7回地球情報館公開セミナー)

れます。こうして起きる地震が海溝型地震です。この型の地震は数十年から200年程度の比較的短い周期で発生します。

もうひとつは、やはりプレート運動によって内陸に蓄えられたひずみエネルギーが放出されて起きる内陸型地震で、これは何百年、何千年といった長い周期で繰り返して起こります。阪神大震災を引き起こしたのはこの型の地震です。地震の起こる仕組みを断層の動きで分類すると、岩盤がお互い引っ張りあう力によって起こる正断層型、少しずれた方向に岩盤が押し合う力が働いて起きる横ずれ型、岩盤が押しくらへ頭のように互いに押し合った結果、片方の岩盤がずり上がるような力が働く逆断層型の3つの型に分かれます。先ほどの海溝型地震は逆断層型が比較的多く、内陸の地震では横ずれ型や正断層型、逆断層型など地域によっていろいろな発生パターンがあります。

さらに、地震は震源から地球内部を伝わっていく実体波(P波とS波がある)と、地

西暦	破壊領域	発生間隔
684	A B	203年
887	A B	209年
1099	A B C D E	262年
1361	A B	137年
1498	A B C D E	107年
1605	A B C D E	102年
1707	A B C D E	147年
1854	A B C D E	
1944	C D	
1946	A B	
	南海地震 東南海地震 東海地震	

南海トラフ海域の過去の地震 南海トラフで過去に起こった地震の破壊域をA～Eの区域に分け、いつどの区域が破壊されたかを書き出したもの。



表付近を伝わる表面波があります。実体波のうちP波(縦波)は太鼓を叩いた時の膜の振動のように進行方向に押し引きをしながら進み、S波(横波)は例えて言えば怒ガラスを2つの直交する向きに拭きながら進行するように伝わる波です。こうした地震波を起こす地震の大きさは一般にマグニチュード(M)で表します。これは起きた地震自体の規模を表す単位で実際の揺れの大きさではありません。マグニチュードがひとつ違うとその規模は32倍違います。したが

って、M6の地震はM5の地震の32倍の規模、M7の地震はさらにその32倍ですから、M5の地震の約1,000倍の規模となります。

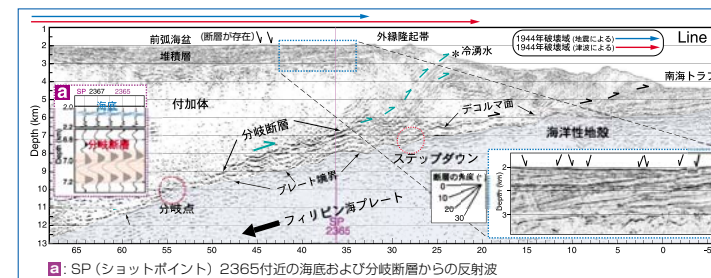
一方、実際に感じる揺れの大きさは震度で表します。地震による揺れ方は地盤の固さや建物の構造などによって揺れの感じ方は違いますし、マグニチュードの小さい地震でも近くで起きれば大きな揺れを感じます。このように、様々な条件が統合された結果としてわれわれは地震を体験している



茨城県鹿島神宮にある要石は地震のもと、大鯰を鎮めるといわれた。鯰の上に要石を置いた鯰絵が多く残る。



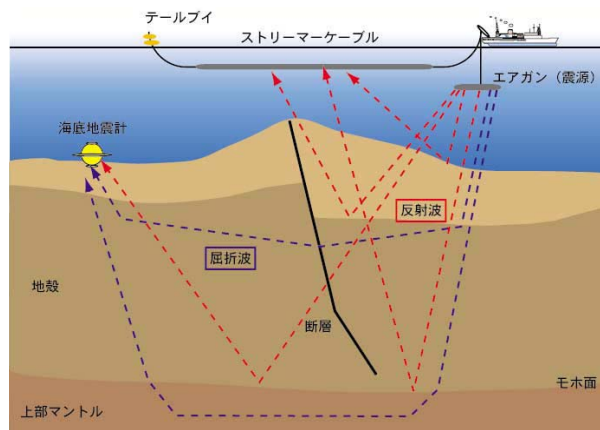
(図版 左右共に、東京大学地震研究所蔵資料)



(図1) 分岐断層の図解

地震発生時には沈み込みの深いところから割れ始め、プレート境界に沿って破壊が起こるが、ある部分からプレート境界から分岐して急角度になって海底に上がってくる。これが分岐断層であり、1944年の東南海地震でも動いたと考えられている。

(Park et al., 2002)



地震探査の図解 人工震源(エアガン)と海底地震計を用いて地下の境界を伝わってくる屈折波を観測し地下深部の構造を調べる

のです。

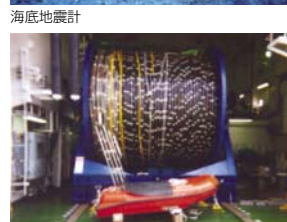
●海から探る地震研究

さて、私たち海洋科学技術センターでは、海を中心に地震研究を行っています。具体的には、海底下のどこでどのように地震が起こるのかを、深海調査研究船「かいれい」や海洋調査船「かいよう」を使って調べています。深海調査研究船「かいれい」では、エアガンと呼ばれる海中で人工的に音波を発生させる装置と、内部にマイクロフォンを内蔵した4〜5,000mの長さのストリーマーケーブルを曳航して、人工音波による海底の地下構造境界からの反射波を観測して地下の構造を調べます。一方、海洋調査船「かいよう」ではエアガン装置と海底地震計(耐圧容器の中に地震波の3成分を計測する地震計を内蔵)を用いて地下深部の構造を調べています。こうした調査は主に南海トラフと呼ばれる海域や日本海溝を中心に行っています。

南海トラフはフィリピン海プレートと呼ばれるプレートが日本列島西南に沈み込んで、M8級の海溝型の大地震を起こす可能性の高い地域で、過去にも南海地震、東南海地震などが起こっています。比較的近代観測データが残っている1944年の東南海地震、1946年の南海地震のデータを用いた研究が進んでおり、私達の構造研究の結果では、四国沖には富士山級の大きな

海山が沈み込んでいることが明らかになりました。さらに、2002年の構造探査で、東南海地震の起きた熊野灘海域は大地震の破壊がプレートの境界より、さらに分岐断層と呼ばれるプレート境界から枝分かれしたような断層となって海底近傍まで発達していることがわかりました(P.35図1)。つまり、この地震では地震の際の滑りが浅い部分では分岐断層を介して滑った可能性が高いのです。また、東海沖から中部日本の東南海地震の想定震源域でも同様の探査を行った結果、この海域には海嶺(山脈のような構造)が繰り返し沈み込んでいることもわかりました。このように、南海トラフ全域において、南海地震の震源域にあたる四国沖では大きな海山が沈み込み(図2)、東南海地震震源域の熊野灘では分岐断層が発達し、さらに東南海地震震源域では海嶺が繰り返し沈み込んでいるのです。

こうした科学的なデータによる解析の他に、過去の古文書を検討して解析をする事もあります。また、陸上に露出した過去の断層に地震の痕跡が残されていることもあります。高知県ではシュードタキライトと呼ばれるガラス状の物質が地上の地層から発見されました(図3)。これは、地震で断層がすれるときの摩擦熱で岩石が溶けたもので、過去に起きた「地震の化石」ともいえるものです。この「地震の化石」を詳しく調べることで、過去の地震の際にどのよ



ストリーマーケーブル

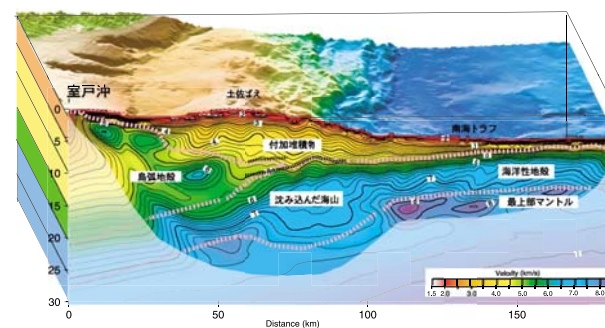


エアガン

うな仕組みで断層を構成する岩盤がすれたのが解かるようになります。

●コンピュータで見る仮想地震

さらに現在では、「地球シミュレータ」のような大規模計算機を用いたシミュレーション研究も進んでいます。調査によってわかったプレートの形や地震発生の構造要因のデータ等を取り込めば、より高精度な地震発生や地殻変動などのシミュレーションも行えます。さらに、先ほどのシュードタキライトのようなものができる物質科学的な過程を組み込んで、安政や宝永などの大地震の発生過程を説明し、将来の南海トラフでの大地震発生過程を理解するための長期的な予測モデルを構築したいと思っています。また、私達が解析した構造モデルを用いて、東京大学地震研究所の古村孝志先生は、南海地震あるいは東南海地震のような地震が起こった場合、どのように地震の波が伝わるかをシミュレーションしています。まだ大規模な構造の情報しか入っていませんので、浅部の地盤情報まで入れな



(図2) 四国沖南海トラフの深部構造図



(図3)「地震の化石」シュードタキライト (Ikesawa et al., 2003)
A 断層露頭は、高知県高岡郡窪川町の海岸に露出している。断層の幅は約5〜6mである。
B 直線状の断層面とそこから派生した黒色脈状の岩石がシュードタキライト。これは断層が高速で運動した結果岩石が摩擦熱で融解してできた岩石で、地震を引き起こした証拠である。ごく狭い領域に幾重にも断層面が密集しており、より古い断層面を新しいシュードタキライト派生脈が切っていることから、繰り返し地震を発生させていたことがわかる。写真の横幅は25mm。

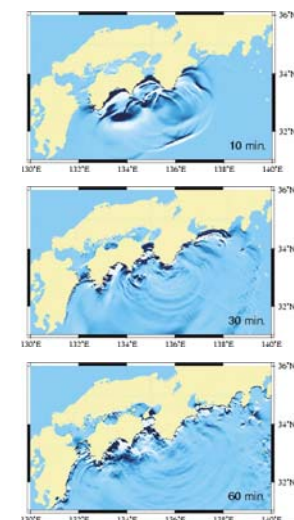
いと精密なシミュレーションとはなりませんが、現時点でも広域な波の伝わり方をモデルを使って評価・解析ができるのです。さらに、南海地震の破壊モデルを使った津波のシミュレーションも作っています(図4)。被害想定でも津波の被害は非常に大きいと考えられていますから、海底地形の詳細なデータや、さらに精度の高いソフトウェアの開発などを併せてより高精度な津波のシミュレーションも必要です。

現在は、GPS (Global Positioning System) を使って日本列島全体の变形(地殻変動)を調べることが出来ます。それによると、日本列島は太平洋プレートやフィリピン海プレートが沈み込むことによってかなり西側に变形しているのがわかります。これは地震のエネルギーが地下に蓄積されている事を示しています。こうしたことも観測技術の発達でわかってきました。

●地震の発生地点を掘削する

そして現在、海洋科学技術センターを中心にして地球深部探査船「ちきゅう」を建造し、実際に海底下の地震発生帯まで掘削する研究プロジェクトが進行中です。先ほどのシュードタキライトのような物質を掘削・採取すれば、地震を起こす可能性のある場所がどのような物質で構成され地震発生過程においてどのような役割を果たしているのが明らかになるのです。このように物質科学研究結果をモデリング研究にフィードバックすれば、さらに精密な地震発生過程のシミュレーションを行うことができます。

これまでお話ししてきたように、ここ10年間ほどで地震研究は飛躍的に進歩しました。それを踏まえて、我々はさらに総合的な研究をしていかなければなりません。観測、解析、モデリングといった総合的な研究に加え、掘削などによる物質科学研究つ



(図4) 津波のシミュレーション

まり地震発生帯により近づいて試料を採取・分析し、そこで進行している現象をモニタリングし、それらを総合的に解析することによって、さらに地震研究を推進していきたいと思っています。

昔は地下のナマズが暴れて地震が起こるものと考えられていましたが、ナマズは地震の集の主とすると、現代ではナマズの構造、行動や性質を構造研究、モデリング研究、物質科学・掘削科学など様々な方法で調べ、理解することが出来る時代となりました。

したがって、現在の最新科学技術を駆使した地震研究は、ナマズを押さえつけたとされる要石に取って代わるものと思います。日本の有名な物理学者、寺田寅彦先生が残されたという言葉に「天災は忘れられたる頃来る」というのがあります。この言葉には、「天災は忘れられたる頃来る」という戒めが含められていると思います。繰り返し起こる大地震とその甚大な被害、このことを常に忘れずに今後も地震研究を進めていきたいと思っています。

「秀吉も怖れた地震の正体」参考文献
・「地震」寒川旭 氏
・大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻 池谷研究室のホームページから引用

Blue Earth BE Room

Report

世界の海洋観測システムの更なる発展めざす横浜研究所で 「POGO第5回会合」開催



POGO (Partnership for Observation of the Global Oceans: 全球海洋観測パートナーシップ)の第5回会合が、2003年11月18～20日の3日間にわたって、海洋科学技術センター横浜研究所・三好記念講堂において開催された。会合には13カ国46名(海洋科学技術センターからは、POGOのエグゼクティブ・コミッティのメンバーでもある平野理事長をはじめ12名)が参加し、海洋観測の実施や成果、今後の取り組み方などについての発表や意見交換が行われた。

地球規模の環境変動や気候変動現象を解明するため、全球規模の海洋観測研究の必要性がますます高まっている。しかし、広大な海洋における観測を単独の研究機関で

行おうとしてもその実施能力には限界がある。そこで、世界の主要な海洋研究機関の連携を強化し、海洋観測研究の促進を図ることを目的として、スクリプス海洋研究所、ウッズホール海洋研究所、サザンブトン海洋研究所といった米国・英国の海洋研究所の提唱によって、1999年にPOGO(全球海洋観測パートナーシップ)が設立された。現在、海洋科学技術センターを含めて16カ国26機関がメンバーとして登録しており、メンバー間の情報交換の促進や海洋データの提供・管理、能力開発プログラムの開催をはじめ、アルゴ計画への参加や海洋生物の時系列観測プログラム、北半球に比べ情報量の少ない南半球の観測強化などに取り組んでいる。

POGOはこれまでほぼ年1回のペースで会合を開催してきた。そして、昨年11月、第5回会合が、海洋科学技術センター横浜研究所で開催された。3日間の日程で行われた会合は、1日目にこれまで行われている海洋観測システムについての発表・報告が行われ、海洋科学技術センターは実施中の南半球周航観測研究「BEAGLE2003」



13カ国46名が参加して行われた会合の様子。

Book

『謎解き・海洋と大気の物理』保坂直紀／著 講談社／刊 980円(本体価格)

おなじみ、ブルーバックスシリーズからの1冊。副題に「地球規模でおきる『流れ』のしくみ」とあるようにテーマは流体力学だ。黒潮をはじめとした海流の謎解きから、コリオリの力、西岸強化、深層循環、気候変動と最新のシミュレーション技術まで、数式をひとつも使わずに海洋と大気のしくみを解き明かしている。

そもそも「なぜ、海は表面が平らで高低差もないのに流れることができるのだろう？」などという疑問にさえピンとこ

ないのが文系の人間。著者は東大理学部で地球物理学を専攻後、新聞社で科学記者を長年勤めているだけあって、そうした素人の疑問点を、やさしいたとえでかん

また、各章の扉ページの「海を測る乗物・道具シリーズ」というミニコラムでは、海洋科学技術センターの船舶や観測機器も写真入りで紹介されている。



「横浜宣言」

及び「アジア・西太平洋海洋研究ネットワーク研修」について紹介した。2日目は昨年8月に開催された地球観測サミット及びサミットで設立された作業グループ「地球観測グループ」をテーマに意見交換などが行われた後に、海洋科学技術センター横浜研究所および横須賀本部の施設見学があった。そして、最終日には、POGOの海洋観測システム実施への貢献を謳った「横浜宣言」が採択された。この宣言では、「現場で地球規模の海洋観測は、地球観測システムの不可欠な構成要素である」との立場から、それを適切かつ効果的に行うためのビジョンが示されている。また、地球観測グループによって着手された地球観測システムの実施を視野に入れ、地球規模の海洋観測システムのより高い成果をめざし、

ARGOフロート、ボランティア観測船、係留およびブイからの水温・塩分の海洋データ、炭素の再調査など、重要な変数を地球規模で継続的に獲得することの重要性が述べられている。さらに、予測精度を高め効果をあげるためのデータ管理の向上と数値モデリング、データ交換を奨励するための海洋観測用の国際基準およびプロトコルの改善、生物化学センサーの開発と配備や生物の多様性・化学物質の循環および地球変動を評価するための新しい基盤、すべての国が貢献でき、恩恵を受けられるようにするための能力開発などの必要性についても提起している。

今回の会合によって各国の海洋研究機関の結びつきが強化され、各研究機関等のPOGOの海洋観測システムへの貢献が促進されるなど、海洋観測の未来にとって実り多い場になったことを確信して、第5回会合は閉会した。



平野理事長、千々谷理事(写真中央)が開会挨拶を行い、3日間の会合が始まった。



2日目の午後には、支援母船「よすか」(写真)をはじめ、地球シミュレータ、深海巡航探査機「うらしま」などの見学も行われた。



『Blue Earth』定期購読のご案内



<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-jf/regular/index.html>

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

郵便番号・住所・氏名・機関名・所属(学年)・TEL・FAX・E-mailアドレス・定期購読を希望する刊行物名(海と地球の情報誌『Blue Earth』)・希望購読期間・希望支払方法

支払方法

- ・年度一括：4月から翌年3月までの1年分(5・6月号～翌年3・4月号)を一括でお振り込みいただけます。
- ・一誌毎：毎号送付する際に請求書を同封いたします。その都度振込手数料がかかります。

Eメール送付先

info@jamstec.go.jp

ハガキ送付先

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

お問い合わせ

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



『四季の海洋気象がわかる本』
中井俊介 著 (成山堂書店刊)

マリネレジャーを楽しむ人たちに理解してほしい気象や海象についての様々な知識を、分かりやすくまとめた一冊。著者の中井俊介氏は、気象庁、東京大学海洋研究所において、わが国の海洋観測研究の礎を築いた方であり、本書には海洋科学に関する解説や、延べ4,800日にも及び海上での生活経験から得た体験談なども盛り込まれています。今回は、この『四季の海洋気象がわかる本』を、抽選で2名様にプレゼントいたします。

編集
後記

青色発光ダイオード訴訟判決めぐり、発明者の権利の問題が社会的に注目される話題となってきました。新聞などのおおかたの論調は、研究者、発明者に好意的ですが、経営者側は当然のことながら批判的なようです。今回のケースは企業が支払った報奨金と判決が示した対価が極端に離れており、今後さらに議論を呼ぶことでしょう。この問題はわれわれ研究開発機関にとっては極めて重要な問題です。ところが、幸か不幸か、われわれが

取り組んでいる研究分野で特に工業所有権に結びつきそうなテーマは対象が深海などで用いる機器システムに関する技術が多く、極めて限定された市場しかなく汎用性がないため、これまでは商品価値のある特許はほとんど出ませんでした。今回特集した極限環境の生物の研究は、掘越システム長というたぐいまれなリーダーを得たおかげで、生命の起源に迫るという、純粋に自然科学の研究を進めると同時に未知の微生物の発見により、民間企業が進める新たな薬品の開発や工業生産のプロセスへの応用など、商業ベースの研究開発の領域に踏み込むことになりました。このため、当センターでは2001年4月に「深海バイオベンチャーセンター」を発足させ、研究成果を民間企業との共同研究により、さらに実用的な領域に発展させることとなりました。現在、10件近くの共同研究プロジェクトが進行中です。

応募方法
官製ハガキに、1.プレゼント名、2.氏名、3.住所、4.年齢、5.職業(学生の方は学年)、6.電話番号、7.いちばん興味を持った記事、8.[Blue Earth]へのご意見・ご希望を明記の上、下記までご応募ください。応募締め切りは、3月31日(水)当日消印有効です。なお、当選者発表は発送をもってかえさせていただきます。

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

第68号「しんかい6500」携帯ストラップの当選者発表は、発送をもってかえさせていただきます。

巻頭の記事にもありますように、本年4月から海洋科学技術センターは独立行政法人海洋研究開発機構として再発足します。これまで以上に研究成果の社会への直接的な還元や効率的な運営なども求められてきます。一方、われわれは21世紀の重大課題である地球環境問題の解決に貢献できる科学技術の研究開発をめざしております。かつて、メンデレエフが周期律表を作成したとき、マリー・キュリーが放射線に関する様々な研究成果を挙げたとき、それらの成果は人類の幸福に資する科学の発展のため、あえて特許を出願せず、広く公表し後世の研究者の有益な活用を生んだ事実もあります。新しい海洋研究開発機構にとっても社会的使命を果たすうえで、難しい問題ではありますが、合理的なバランスで研究を進めていく所存です。読者の皆様方のご支援、ご指導を今後ともよりしくお願いします。(MK)

賛助会(寄付)会員名簿

海洋科学技術センターの研究開発につきましては次の賛助会員の皆さまから会費、寄付をいただき、支援していただいております。(アイウエオ順)
平成16年2月現在

株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド アイワ印刷株式会社 株式会社アクト 株式会社アサツォーディ・ケイ 株式会社浅沼組 アジア海洋株式会社 株式会社アルファ水工コンサルタンツ 石川島播磨重工業株式会社 泉産業株式会社 株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所 栄光電設株式会社 株式会社エス・イー・エイ 株式会社NTTデータ 株式会社エヌ・ティ・ティファシリティーズ 株式会社MTS雪氷研究所 株式会社OCC オートマックス株式会社 沖電気工業株式会社 海洋電子株式会社 株式会社化学分析コンサルタンツ 鹿島建設株式会社 カナダ株式会社 カヤバ工業株式会社 川崎設備工業株式会社 株式会社川崎造船 川本工業株式会社 株式会社関西総合環境センター 株式会社関電工 株式会社キュービック・アイ 共立管財株式会社 極東貿易株式会社 株式会社きんでん 株式会社熊谷組 株式会社グローバルオーシャンディベロップメント ケイジークイ株式会社 京浜急行電鉄株式会社 ケー・エンジニアリング株式会社 KDDI株式会社 神戸ベイント株式会社 国際気象海洋株式会社 国際石油開発株式会社 国際ビルサービス株式会社 小倉産産株式会社 国光施設工業株式会社 五洋建設株式会社 三機工業株式会社 三建設工業株式会社 株式会社三晃空調 三洋テクノマリン株式会社 財団法人塩事業センター ジオテクノス株式会社 有限会社システム技研 シノケン株式会社 シバタ工業株式会社 清水建設株式会社 株式会社商船三井 株式会社湘南 昭和高分子株式会社	昭和ベトロリウム株式会社 株式会社白石 社団法人信託協会 新日本海事株式会社 新日本製鐵株式会社 新菱冷熱工業株式会社 須賀工業株式会社 鈴鹿建設株式会社 スプリングエイトサービス株式会社 住友重機械工業株式会社 住友電気工業株式会社 清進電設株式会社 西武造園株式会社 セナー株式会社 セントラル・コンピュータ・サービス株式会社 株式会社総合企画アンド建築設計 株式会社損害保険ジャパン 第一設備工業株式会社 株式会社大気社 大成建設株式会社 大日本土木株式会社 ダイハツディーゼル株式会社 有限会社田浦中央食品 高砂熟学工業株式会社 株式会社竹中工務店 株式会社竹中土木 株式会社地球科学総合研究所 中国塗料株式会社 株式会社鶴見精機 株式会社テザック 寺崎電気産業株式会社 電気事業連合会 東亜建設工業株式会社 東海交通株式会社 洞海マリンシステムズ株式会社 株式会社マリン・ワーク・ジャパン 東京製綱繊維ロープ株式会社 東北ニュークリア株式会社 東洋建設株式会社 東洋通信機株式会社 株式会社東陽テクニカ 東洋熱工業株式会社 戸田建設株式会社 飛鳥建設株式会社 有限会社長澤工務店 株式会社中村鉄工所 奈良建設株式会社 西芝電機株式会社 西松建設株式会社 日動火災海上保険株式会社 日南石油株式会社 日油技研工業株式会社 日鉱金属株式会社 株式会社日産セキュリティ・サービス 日新火災海上保険株式会社 ニッセイ・エンジニアリング株式会社 ニッセイ同和損害保険株式会社 日本SGI株式会社	株式会社日本海洋科学 日本海洋総研株式会社 日本海洋計画株式会社 日本海洋事業株式会社 社団法人日本ガス協会 日本興亜損害保険株式会社 日本サルヴェージ株式会社 社団法人日本産業機械工業会 日本酸素株式会社 日本水産株式会社 日本電気株式会社 日本電池株式会社 日本飛行機株式会社 日本ビュレット・バックカード株式会社 日本無線株式会社 日本郵船株式会社 株式会社間組 株式会社ハナサン 演中製鎖工業株式会社 東日本タグポート株式会社 株式会社日立製作所 日立電線株式会社 日立ブランド建設株式会社 深田サルベージ建設株式会社 株式会社フジクラ 藤沢薬品工業株式会社 富士ゼロックス株式会社 株式会社フジタ 富士通株式会社 富士電機システムズ株式会社 物産不動産株式会社 古河総合設備株式会社 古河電気工業株式会社 古野電気株式会社 松本徹章株式会社 株式会社マリン・ワーク・ジャパン 株式会社丸川建築設計事務所 株式会社マルタン 三鈴マシナリー株式会社 株式会社みずほ銀行 三井住友海上火災保険株式会社 株式会社三井住友銀行 三井造船株式会社 三菱重工業株式会社 株式会社三菱総合研究所 株式会社明電舎 株式会社森京介建築事務所 有限会社やすだ 山岸建設株式会社 株式会社ユアソーボレーション 株式会社コアテック 郵船商事株式会社 郵船ナブテック株式会社 ユニバーサル造船株式会社 株式会社リプロ 株式会社緑屋社 若葉建設株式会社
--	--	--

Blue Earth 第16巻第2号(通巻第70号)2004年3月 発行
編集人 海洋科学技術センター 横浜研究所情報業務部 情報業務課 小柳淳昌久
発行人 海洋科学技術センター 横浜研究所情報業務部 加藤美志郎

本部……………〒237-0061 神奈川県横浜須賀島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3173-25 TEL.045-778-3811(代表)
むつ研究所……………〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根690番地 TEL.0175-25-3811(代表)
国際海洋環境情報センター……………〒905-2172 沖縄県名護市豊原224番地3 TEL.0980-50-0111(代表)
Washington Office……………1132 21st Street, NW, Suite 400, Washington, DC 20036 USA TEL.+1-202-872-0000(代表) FAX.+1-202-872-8300
Seattle Office……………810 Third Avenue, Suite 632, Seattle, WA 98104, USA TEL.+1-206-957-0543(代表) FAX.+1-206-957-0546
東京連絡所……………〒105-0003 東京都港区西新橋1-2-9 日比谷セントラルビル10階 TEL.03-5157-3900(代表)

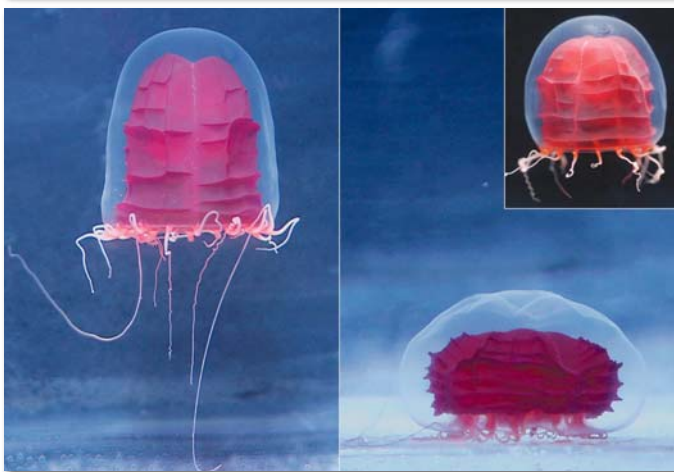
ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/> Eメールアドレス info@jamstec.go.jp
制作 株式会社 ミュール

※本書掲載の文章・写真・イラストを無断で転載、複製することを禁じます

【表紙解説】

表紙：キライクラゲ (和名仮称・直径4cm)
Calycopsis nematophora

裏表紙：アカチョウチンクラゲ (和名仮称・直径6cm)
Pandea rubra



いずれも三陸沖で採集された中・深層のクラゲ。キライクラゲの体に透けて見えるのは胃袋。採集時は捕食した餌生物の色素で黒みがかった。長短2種類の触手を巧みに使ってエサを傘の中に追い込み、長い触手で胃まで運ぶ。アカチョウチンクラゲは、その名の通り体全体が伸縮する様子がユニークだ。

過去、プランクトンネットなどでは個体採取が難しく、中・深層生態系におけるクラゲは重要視されていなかったが、近年の有人潜水調査船や無人探査機の調査で改めてその量と種多様性が膨大であると認識されつつある。昨年11月の『Nature』誌上でJAMSTECのリンズィー研究員と三宅研究員はクラゲの海水中溶解有機物や微小有機懸濁物の摂取に関する研究に触れ、クラゲは海洋の物質循環のミッシングリンクかもしれないと述べた。加えて、無人探査機の高能力カメラは視野が狭く、経験と直感で即座に広範を見定める人間の眼には代われないとして、有人潜水調査船による調査の必要性を説いている。

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

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>

定価300円(税込)