

平成20年度海洋研究開発機構研究報告会

# JAMSTEC

# 2009

副題：海洋地球フロンティア最新事情

平成21年2月13日  
経団連ホール(経団連会館14階)



独立行政法人

海洋研究開発機構

## Contents

## 講演要旨

## 特別講演

<b>地球最後のフロンティア・海から世界への貢献 海洋研究開発機構に期待するもの</b>	2
国立大学法人東京海洋大学長 高井 陸雄	
<b>研究開発最初の5年：成果と展開</b>	6
理事 末廣 潔	
<b>地球深部探査船「ちきゅう」の現状と南海ライザー掘削への準備</b>	8
理事・地球深部探査センター長 平 朝彦	
<b>「ちきゅう」による海底下深部への生命探査の旅 ー人類未踏の生命圏への挑戦ー</b>	10
高知コア研究所地下生命圏研究グループリーダー 稲垣 史生	
<b>暖流による局所的な海面の温度差が世界の気象に影響 地球シミュレータが解明！</b>	12
地球シミュレータセンター長代理 渡邊 國彦	
<b>未来を切り拓く海洋探査技術の開発</b>	14
執行役・海洋工学センター長 宮崎 武晃	
<b>● 第1期中期計画 5年間の主な成果</b>	
・地球環境観測研究センター	16
・地球環境フロンティア研究センター	18
・地球内部変動研究センター	20
・極限環境生物圏研究センター	22
・海洋工学センター	24
・地球シミュレータセンター	26
・地球深部探査センター	28
・海洋地球情報部 データ統合・解析グループ	30
・国際海洋環境情報センター	32
・計算システム計画・運用部	34
・むつ研究所	36
・高知コア研究所	38
<b>● JAMSTECにおける知財活用の主な取り組み</b>	40
<b>● 主要施設・設備</b>	42
<b>● 海洋研究開発機構の組織</b>	43
<b>● 賛助会員名簿</b>	44

## ご挨拶

本日は、平成20年度海洋研究開発機構研究報告会「JAMSTEC2009」にご来場賜り、誠にありがとうございます。

海洋研究開発機構は、2004年4月に独立行政法人として新しいスタートを切りましたが、同時に始まりました第1期中期計画もあと一月余りで終了いたします。この5年間に多くの成果をあげることができました。

地球深部探査船「ちきゅう」は、計画から20年の歳月を経て、本格運用が開始され、南海トラフにおいて、人類史上初めて巨大地震発生帯を掘りぬくという大事業を始めることができました。本日の報告にもありますが、昨年までの掘削による成果はすでに多大なものでありますが、本年5月より新たな掘削フェーズに入り、さらなる成果が期待されます。

「地球シミュレータ」による気候シミュレーションは、IPCC第四次報告書の作成に大変寄与したと思いますが、そのIPCCがノーベル平和賞受賞の対象となったことは記憶に新しいことです。この地球シミュレータは現在バージョンアップの最中ですが、さらに能力をあげて、今後も海洋地球科学に今まで以上に貢献していくことでしょう。

無人探査機「かいこう」は、6年前に子機ビークルを喪失しましたが、新たに「かいこう7000」として生まれ変わりました。手造りで制作した「ABISMO」は水深1万メートルでの稼働に成功し、「うらしま」は自走距離の世界記録を確立しました。

研究の面では、研究論文の引用数などの客観的指標は、当機構研究者の顕著な伸びを示しております。競争的資金獲得の伸び、なかでも科研費は件数にして2.5倍ほどこの5年間に伸びたのですが、これは当機構の研究評価が高まってきたことを示すものです。

今回の研究報告会「JAMSTEC2009」では、以上の成果を始めとする5年間の成果、本報告会副題でもある「海洋地球フロンティア最新事情」をご紹介します。

また、当機構からの報告に先立ち、特別講演として東京海洋大学学長の高井陸雄先生より、「地球最後のフロンティア・海から世界への貢献 海洋研究開発機構に期待するもの」と題し、ご講演いただきます。この4月から第2期中期計画が始まる当機構としては、まさに時宜を得たご講演であり、感謝申しあげる次第でございます。

来る第2期に向けた準備につきましては、昨年2月に策定された当機構長期ビジョンをもとに、中期計画の策定、組織体制の検討を進めております。中期目標につきましては、現在、国においてご検討いただいているところです。本年4月に予定している新しい組織体制につきましては、各研究領域間での垣根をできるだけ低くし、研究部門全体における組織横断的な交流が活性化される研究体制にすべく、再編を図っております。

海洋研究開発機構はこれからも海洋と地球の探求を通じて、様々な面で社会貢献すべく努力して参りたいと存じます。

皆様の一層のご支援、ご理解そしてご指導を賜りますようお願い申し上げます。

独立行政法人海洋研究開発機構

理事長 **加藤 康宏**



# 地球最後のフロンティア・海から世界への貢献

## 海洋研究開発機構に期待するもの



国立大学法人 東京海洋大学 学長 高井 陸雄

### はじめに

月に降り立った人はおりますが、深海々底に降り立った人はいません。深海々底は未踏の地です。海には私達の想像も及ばない物があり、生物が棲み、別の世界を作っていますが、元はといえば一つでした。

海は地球表面の70%を占めています。地球表層がえぐり取られ、水が溜まったところが海、いや、大陸が移動し窪みが広がったのかもしれない。海は地球表面の分厚いベールにもなっています。地球最後のフロンティアには何か宝物がありそうです。海には地球上にある水の97.2%が存在しています。この海があるからこそ地球の気候は温和であり、気温の急激な変化は緩和されています。海は環境調節機能を果たしているのです。

人類にとって重要な役割を果たす海のこと、地球のことを研究し、利活用を図る組織として1971年「海洋科学技術センター」が誕生しました。2004年4月には海事産業のさらなる発展と、海洋・地球に関する研究を国家プロジェクトとして充実を図るため「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」として新しいスタートを切りました。

2007年4月、我が国に初めて「海洋基本法」が議員立法により成立、7月20日（海の記念日）に施行されました。2008年4月には「海洋基本計画」が定まり、「海洋立国」を我が国は宣言しました。海洋基本法は海洋に関する我が国の基本理念を定めたものであり、国がすべき事、国民が果たすべき役割を明らかにしています。海洋基本法の役割は、「海を知る、海を守る、海を利用し、世界の国々と繋がる（協調する）」事であると私は捉えています。

独立行政法人海洋研究開発機構（以下「JAM-



図1：「ちきゅう」横浜回航時

STEC)は、『平和と福祉の理念に基づき、海洋に関する基盤的研究開発、海洋に関する学術研究に関する協力等の業務を総合的に行うことにより、海洋科学技術の水準の向上を図るとともに、学術研究の発展に資することを目的とする』組織であり、まさに、「海洋基本法」、「海洋基本計画」を主体的に担っていくものです。

### 人類の課題

急速に発展した人類の活動は全球的な炭酸ガス量の増加とそれに伴う気温・水温の上昇を起こしています。気温の上昇は海水温の上昇、水蒸気蒸発量の増加となり、気象災害が起りやすくなっています。地球中心部に存在する液状のマグマとその上に浮かぶマントル、地殻は不安定なものであり、我々の足下をすくう、自然災害の元凶であり、地殻のひずみは地震発生の源です。

JAMSTECは地球と海の関わりの中で起きる自然の脅威、産業活動等によって起きる環境変化を科学

的な知見を基に予測し回避するための研究を行うことが期待されています。世界第6位の広さを持つ日本の排他的経済水域の研究も守備範囲です。もちろんフロンティアスピリットをもって、地球の成り立ち、海洋生物調査・研究、海洋鉱物・エネルギー探索を行うことも期待されています。

### JAMSTECの研究開発のポイント

社会がJAMSTECに期待している研究領域は大きく4つに分けられます。機構にある様々な研究センター、基幹施設・設備は互いに連携し成果を出しています。多種多様な研究の成果を俯瞰すると、我々が関わり合っている海と地球が抱える環境問題、自然災害からの安全安心の課題、資源の枯渇等々、焦眉の課題に深く関わっており、解決の糸口、解決の施策をつくりあげる上でこれらが有効であることがわかります。

JAMSTECの掲げる研究開発の4つのポイントは、「地球温暖化に立ち向かう」、「自然災害に立ち

向かう」、「海洋地球を自在に探査する」、「地球・生命の行方を示す」です。いずれの研究テーマもJAMSTECが持つ機能、設備、施設と人材を活用し成し遂げられている課題です。

「地球温暖化に立ち向かう」：世界の国々と協同して海洋に投入した数千個のアルゴフロートやその他の測定ブイから得られる温度、海流速度、酸素濃度、炭酸ガス濃度等のデータと、衛星からの海面温度を基に「地球シミュレータ」を使用し、数値計算を用いてより詳細に環境変化を予測できるようになりました。

図2は太平洋とインド洋とが相互に影響しあい、太平洋にエルニーニョの発生を予測したものです。2007年、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）がノーベル平和賞受賞に際し、「地球シミュレータ」による2006年の地球温暖化予測結果が貢献しています。

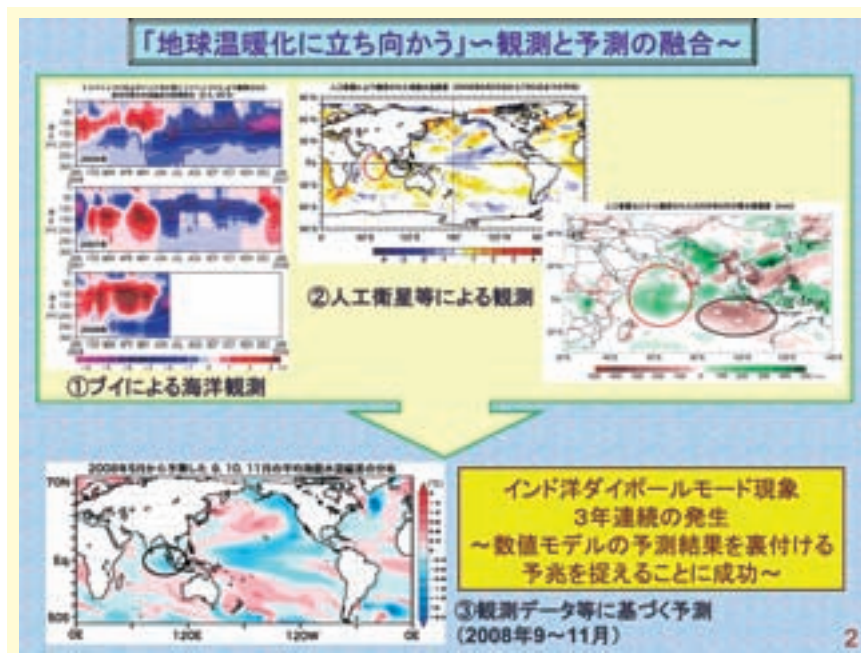


図2

「自然災害に立ち向かう」：(図3)、東海、東南海、南海地震の連鎖的発生が危惧されています。被害軽減のために、多数の地震観測点を四国沖、紀伊半島沖に設け予兆を捉える観測網の準備が進んでいます。プレート潜り込み部分を垂直に貫く穴を「ちきゅう」が穿ち、岩石構造を調べると同時に掘削孔内に小型地震計を挿入し地震情報を収集することとしています。「防災科学技術研究所」との統合により、地震防災、土砂災害防止技術が一層確かなものになるでしょう。

「海洋地球を自在に探査する」：(図4)、自動潜航探査船(AUV)が、人跡未踏の深海々底を観察することによって未知の生物と巡り会い、高温ブルームとその回りの生物群の発見、等が期待されます。海底の様相を調べ、地震の痕跡や、熱水鉱床探査、資源探査が可能となります。「ちきゅう」による深部掘削もここでは取り上げられます。大陸棚の画定へ向けた調査では大いに活躍しました。

「地球・生命の行方をしめす」：(図5)、深海々底堆積物に存在する微生物はどこから来てどこに行こうとしているのか。これらメタン生成菌の素性は何か。八戸沖で採取されたメタン生成菌と日本海で発見されたメタン生成菌とのつながりは。地球深部から採取された試料サンプル片に含まれる微生物の起源の謎は、ますます深まります。

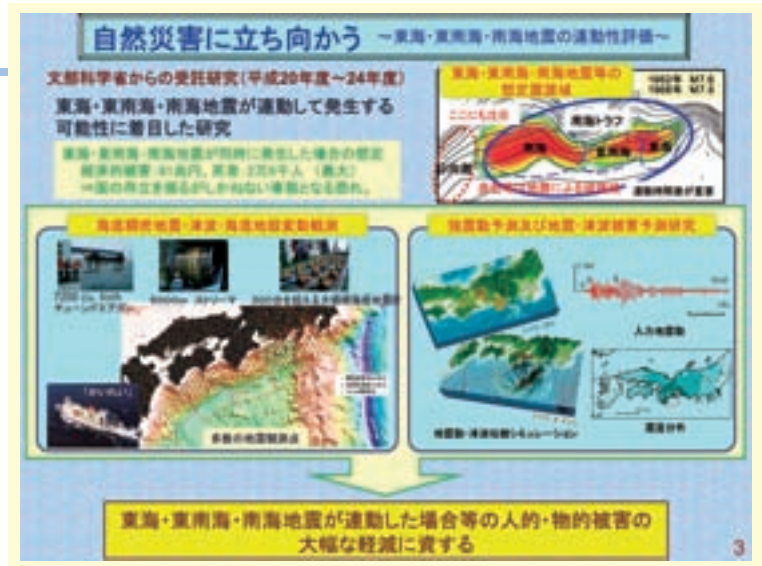


図3



図4

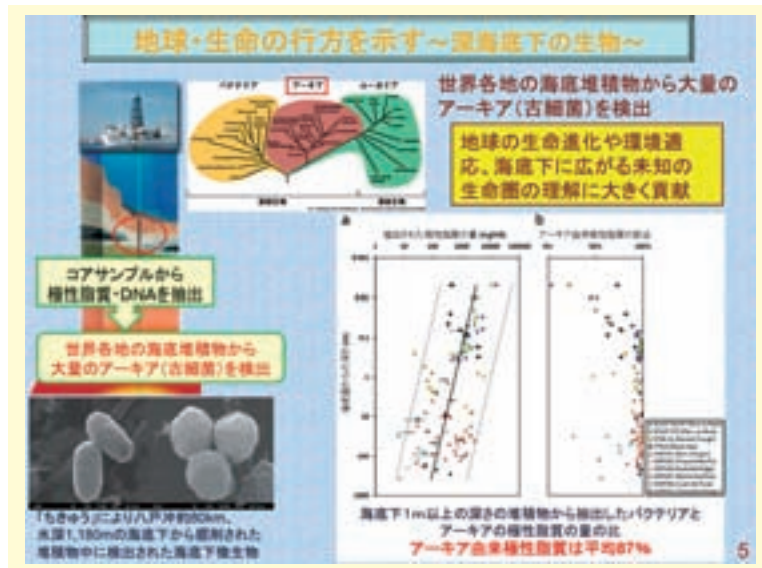


図5

## JAMSTECに期待すること

4つの研究分野はもちろん相互に連携しながら人類の課題である、環境問題、温暖化問題、食資源問題、エネルギー問題を解決するための研究に育って行くことを期待しています。

その発展の筋道は様々ですが、研究者が着実に成果を積み重ねていくことが出来る研究環境を整備することが必要です。

「地球シミュレータ」は精度の良い実測データをもとに、数値計算を行い、環境変化の将来予測ができるようになっていきます。日本に強い影響をもたらすモンスーンの効果を読み解いて欲しいと思います。中国大陸の大河川の改修が日本に及ぼす気象の影響については並々ならぬものがありそうです。

地球深部の探査については「ちきゅう」がまだまだ十分に実力を発揮していませんが、日本が地球深部の掘削技術を十二分に習得し、様々な地点でドリリングが容易に出来るようになることを願っています。我々の手による掘削が始まることを肝に銘じ技術を磨いていただき、自前の技術を蓄積することが次の技術の展開に必ず役に立つでしょう。

水深1000mの海底下1m以上の深さの堆積物にたくさん古細菌が存在していることに胸が躍ります。メタン生成の問題として論じられていますが、メタン発酵が海底でごく当たり前に行われていること、地球表面の70%が海であることを考えれば、海底で生産されるメタンの量は相当ものでしょう。有機物がどの程度堆積するのか、メタンハイドレートは持続可能な物質ではないのだろうかと思ってしまう。かつて海は一大陸の周辺にありました。とすれば大西洋と太平洋のメタン生成菌はどの程度違うのか変わらないのか、生物の多様性はどのように記述できるのでしょうか。暗黒の深海に吹き出す高温ブリュームと深海の水温との温度差を利用した発電による光は海藻を育てられるのでしょうか。

「地球シミュレータ」を利用した数値流体計算は環境変化の予測に限らず新しい物の見方と情報を提供してくれることでしょう。

## 最後に期待すること

JAMSTECには多くの海洋の先端技術が集約されてきています。これらの装置を駆使し新しい知見を紡ぎ出して下さい。得られた知見をどのように社会に役に立つ物として還元していくのが問われています。人材養成の視点も重要です。

地球深部掘削においてすばらしい道具であり、研究プラットフォームでもある「ちきゅう」を我々は持っています。これを駆使し、地球の成り立ち、地球の構造を世界の研究者と一丸となって解明して下さい。プレートテクトニクスを実証する太平洋プレート上の海山が日本海溝に沈み込んでゆく姿を地震波が捉えられています。「ちきゅう」による観測結果は更に多くの知見を示してくれるものと思います。

研究結果をわかりやすく社会に広めることが必要です。とりわけ、小・中・高校生に生き活きと伝えることは、後継者の育成と応援団を作る上にも必要です。海洋基本計画に書き込まれている海洋教育について、アメリカ合衆国で展開されているK-12プロジェクト（幼稚園児から12才児まで）は海への導入教育として新鮮なものです。我が国に適した方法で日本のやり方を展開して下さい。

JAMSTECが海洋の総合的研究を展開し、生物の多様性、持続可能な環境に配慮した優れたバランス感覚をもった研究姿勢を貫き通して下さることをお願いいたします。

世界に飛躍し、海洋研究の分野において世界から尊敬され一目も二目も置かれる存在であってほしいのです。



## 研究開発最初の5年：成果と展開



理事 末廣 潔

独立行政法人海洋研究開発機構（以後海洋機構）は、海洋科学技術センター（1971年発足）と東京大学海洋研究所（1962年設置）の船舶運行部門が一緒になり、平成16年度（2004）から第I期中期計画期間をスタートし、平成21（2009）年度から第II期中期計画期間に入る予定です。ここに、第I期の現時点での成果と展開を振り返りそのハイライトをご紹介します。

海洋機構の中期目標には、「海洋は、大気や陸域との相互作用を通じて地球環境の調和機能を果たしており、人類をはじめ、地球上のすべての生命を維持する上で、不可欠な要素である。海洋研究開発機構は、海洋に関する基盤的研究開発、それらに係わる成果の普及および活用の促進、海洋の学術研究に関する協力等を総合的に行うことにより、海洋科学技術の水準の向上を図るとともに海洋に関する学術研究の発展に資するものとする。これらの活動により地球温暖化等の地球環境問題の解決、地震・津波等の自然災害による被害の軽減、知識の深化・拡大による社会経済活動の発展・国民生活の質の向上等に貢献することが期待されている。」とあり、中期計画には、

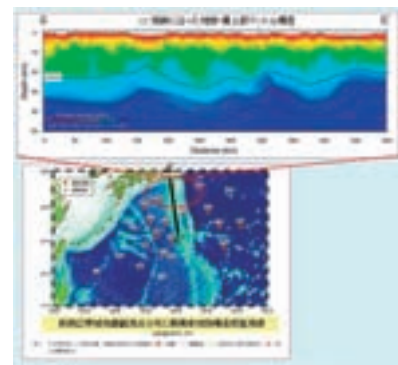
- 海洋が大きく関わる地球環境の変動を把握し、人類の持続的な発展を実現するための；
- 海底地殻変動による災害から国民の生命と財産を守り安全安心を確保するための；
- 海洋生命圏の理解、基盤技術の開発等により社会と経済の発展に資するための知見、情報を提供し、
- 海洋を中心とする地球についての知識の深化・拡大を図り、人類の知的資産を豊かにする。

とあります。すなわち、私たちの使命は、フロンティアの海洋域へ挑戦して、地球の未来に役立たせることです。

地球の変動の一端として、この5年間に限っても、2004年12月にはM9.1のスマトラ沖大地震津波（死者22万人以上）、08年5月の四川地震などにより40万人以上の死者があり、地震国である日本でも、新潟県中越、

中越沖、岩手宮城内陸地震等によって100名以上の死者が出ています。台風、ハリケーンなどによる被害もミャンマー、米国を襲ったナルギス、カトリナなどにより死者3万人以上にのぼります。一方で、今世紀中の温暖化の進行、生態系の変化、あるいは南海トラフに発生が予測されるマグニチュード8クラスの地震、津波の発生に関わる科学と技術による理解と対策も必要です。人間活動に関わるようにもなったこの地球の変化変動システムは、じつは46億年の地球の進化とダイナミクスを反映するものであり、未来予測をより確実にするためには、個別区分的なアプローチに加え学際総合的アプローチが不可欠です。そのために、海洋機構は、大気、海洋、地圏、生命圏の研究者があわせるべき力を合わせ、大型の研究施設を開発、維持、改良し、観測、実験、モデル、シミュレーションを総動員して科学と技術の先端を切り開く努力を重ねてきました。

環境に関わる成果として、インド洋ダイポール現象の発見、理解が進み、予測、その社会への気象的影響まで発信できるようになりました。このような予測そして検証のため、熱帯インド洋、インドネシア付近の「海大陸」からエルニーニョ現象の太平洋まで、ブイ、観測船などによる研究を展開しています。北極海の海水の減少についても観測船みらいの活躍にもより原因として太平洋水の流入、大気との相互作用などの影響が見えてきました。地球温暖化



大陸棚延伸申請と科学の新知見

における海洋の役割を正しく計量するためにも、漂流観測ブイによる国際アルゴ計画や国際協力による観測船による観測が重要であることが実証されつつあります。また、大気汚染物質の輸送は大陸を越えて多国間に影響する重要な問題ですが、全球化学輸送モデルにより説明されるようになりました。

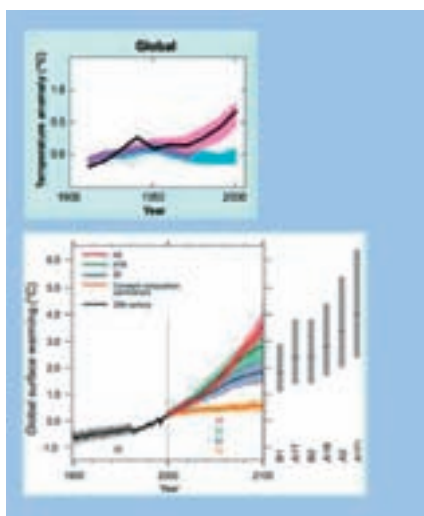
IPCCの第4次報告書は、温暖化へのより確実な人為影響に言及できたことにより、世界の環境政策決定に大きなインパクトをもたらしていますが、気候モデルの予測精度があがったこと背景には、そのようなモデル計算を可能にした地球シミュレータのような超高速計算機の活躍がありました。この分野ではますます精度向上が求められるわけですが、そのフロントランナーを続ける所存です。

スマトラ沖地震津波の際には、世界に先んじて、本格的な地球科学的研究を現場海域で実施し、遠地からはわかりえない分岐断層の津波発生への役割などを示すことができました。同様の大地震を起こす南海トラフでは深部探査船ちきゅうによる直接地震断層をめざすIODP国際研究が始まりました。地震への挑戦は、海底観測網の開発構築、断層物質の挙動研究、地殻構造不均質マッピング、そして地震サイクルのシミュレーションと総合的に展開し、海底観測網からは海底地震・津波に際しての即時情報提供をめざしています。地震の発生も巨視的にはマントル対流の一環であり、フィリピン海、南太平洋での

海底観測に基づく大規模構造研究はその新しい理解が進みました。フィリピン海域は大陸棚延伸提案に重要な海域ですが、詳細な地殻構造探査により結果の提供ができました。同時に、学問的には、海洋性島弧の成り立ち、進化に地震学と岩石学を統合した新知見が加わりました。

生命地球の理解には、いまや地殻内微生物の解明が必須であり、それは、環境・エネルギー問題にも関わる重要なテーマです。深海から海底、さらに海底下の生命圏の極限環境生命研究はつねに第一線を走っています。観測実験に基づいて海底から陸上に進化した生命史観の構築、また、進化、共生機構の解明に向けてゲノム解読に基づく研究も進んでいます。生命を育んだ地球史の全解明、生態系を含んだ地球システムの近未来の実用的予測を視野に貢献を続けます。

センスオブワンダーを刺激する発見もありました。深海から深海底、地中の新奇な生物の発見、新しいタイプの火山の発見など、現場の研究者の眼を輝かせてきました。このような意外性もシステムティックな研究戦略があつてのことです。地球システムの変動の速度に間に合わせるためにも、海洋空間から地球全体を自在に観ることができるようになるよう、前進を加速することが求められています。海洋機構は使命感をもって、さらに海を知り、地球を知り、その知見を活かすことに邁進する所存です。



気候変動に関する政府間パネル（IPCC）に貢献



地球・生命の行方を示す



# 地球深部探査船「ちきゅう」の現状と 南海ライザー掘削への準備



理事・地球深部探査センター長 平 朝彦

海底下7,000mの掘削能力を有する地球深部探査船「ちきゅう」は、新しい地球・生命科学の創成を目指し、構想から15年の月日を経てH17年7月に完工しました。その後、約2年間の性能確認試験及び慣熟訓練航海を経て、H19年の秋から我が国がリーダーシップを取る統合国際深海掘削計画(IODP)の一環として、南海トラフの地震発生帯掘削（南海掘削）に導入されています。

## 「ちきゅう」の現状について

「ちきゅう」は昨年2月に南海トラフでの最初の研究航海を終え、中間検査工事のため長崎県佐世保のドックに入渠しましたが、この検査の過程で「ちきゅう」船底に装備した6基の推進・位置保持用の



図1：神戸港でのスラスタコンテナ引抜き工事

アジマススラスタのギアのうち3基に損傷が発見されました。この対応として、全てのギアを強度を増した新設計のギアに交換することとして、昨秋より修理工事を実施しています。1月現在、神戸港六甲アイランド岸壁にて工事を継続しています(図1)。このまま順調であれば、2月後半には確認試験を実施したのち、掘削機器操作訓練やライザー掘削準備を開始し、次年度早期には「南海掘削」を再開できる見込みです。

なお、「ちきゅう」の掘削作業は、完工以来、ノルウェーの海洋掘削会社が主体で実施してきましたが、大水深・大深度海洋掘削技術の国内蓄積の観点で運用体制の“日本化”を図るため、新たに設立された日本マントル・クエスト社との運用委託契約のもと、昨年12月から「ちきゅう」の運用管理がなされています。

## 南海掘削の科学目的について

紀伊半島沖熊野灘は、東南海地震の震源と想定されるプレート境界断層における地震性すべり面の性質を持つ領域（いわゆる地震発生帯）の先端が、「ちきゅう」の掘削可能深度である海底下6,000m程度の浅さにあがってきているという世界のプレート境界のなかでも特異な性質をもっています。「南海掘削」は、その地震発生帯断層や津波発生要因と考えられている巨大分岐断層を掘削し、地質試料（コア・サンプル）の取得や掘削孔内計測を実施することにより、南海トラフにおける地震・津波発生過程を明らかにすることを目的としており、H25年度までに段階的に掘削研究を実施することとしています(図-2、3)。このベースとなっている作業仮説は、“プレートの沈み込みに伴ないプレート境界断層に





# 「ちきゅう」による海底下深部への生命探査の旅 - 人類未踏の生命圏への挑戦 -



高知コア研究所地下生命圏研究グループ 稲垣 史生

地球表層の約7割を占める海洋地殻環境には、陸域や海水中の微生物数を遙かに上回る「海底下生命圏」が広がっている。現在までに、米国の掘削船ジョイデスレゾリューション号によって掘削された海底下1626mまでの堆積物コア試料に微生物の存在が確認されている。地球全体の海底下生命圏には $3.5 \times 10^{23}$ 細胞の微生物が存在し、その数は陸域の動植物を含めた全生命体の約10分の1に相当すると試算されている。角砂糖程度のスペース（約1立方センチメートル）に100万細胞以上の微生物が存在している、と言い換えれば、いかに海底下環境が生命に富む世界であるかが想像できるであろう。海底下生命圏に関する本格的な研究は端緒についたばかりであり、海底下のどのくらいの深さまで生命が存在するのか？ どうやって生きているのか？ その代謝活動は地球環境にどの程度影響があるのか？ など、基礎的で重要な科学的疑問が未解決のまま将来の科学掘削に託されている。

2006年に地球深部探査船「ちきゅう」の慣熟航海によって八戸沖約80kmの海底からメタンハイドレート層を含む深さ365mまでの堆積物コア試料が採取された。一般に、微生物はDNAの進化系統学的特性や膜脂質の構造などから、「バクテリア（真性細菌）」と「アーキア（古細菌）」の大きく二つのドメインに分類される。バクテリアが流動性の高いエステル結合型脂質二重膜を有するのに対して、アーキアはエーテル結合型一重膜成分を含み、膜の流動性はバクテリアに比べて低い。我々は、八戸沖を含む世界各地の海底下環境で採取された堆積物コア試料から直接抽出した膜脂質の構造やDNAの定量解析の結果などから、これまでに予想されていた量を遙かに上回るアーキアが海底下に存在していること

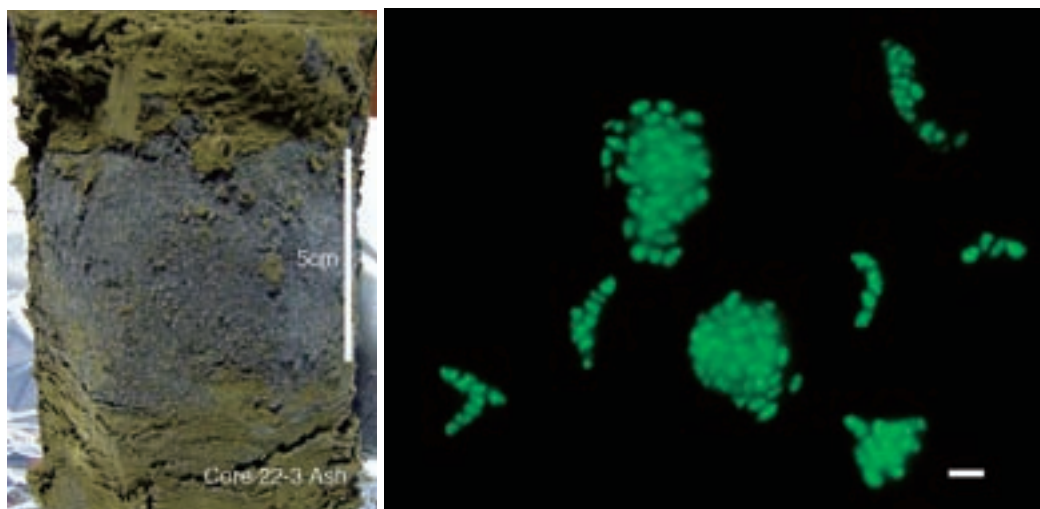
を明らかにした。太陽光が届かない海底下環境では、微生物の生命活動を支える栄養が地質学的な時間スケールに応じた速度で供給されるため、細胞内のエネルギー貯蓄の拡散を最大限に抑えた環境適応が進化の過程で要求される。その点において、流動性の低いアーキア型の膜脂質構造は海底下環境に適した進化形態であり、流動性の高いバクテリア型の二重膜構造は、定常的に太陽光エネルギーを享受できる表層世界に適した構造であると考察した。すなわち、海底下に広がる「アーキアワールド」は、地球の生命進化の過程で微生物がどのように生息地を拡大してきたかを示唆している。

海底下生命圏は、個々の細胞が極めてゆっくりとした代謝速度で活動しつつ、長期的に地球内部の物質循環に様々な役割を果たしていると考えられている。従って、多様な微生物系統がもつ環境への役割（例えば、どの系統の微生物がメタンの生成・消費を行えるか）や代謝機能を理解する必要がある。これまでのDNAを用いた研究から、海底下環境に生息するアーキアやバクテリアの多くは、これまでに分離培養されたことのないような性状未知の微生物であることが明らかとなっている。それらの微生物を、人間の時間スケールで実験室での増殖が確認できる培養法を確立することは容易ではない。しかしながら、培養法に依存しない分子生物学的手法が急速に発展している現在、海底下環境に利用可能な多くの未開拓遺伝子資源や代謝機能が埋蔵されているとも言っても過言ではない。我々は、地球や地球外惑星を問わず、掘削試料など全ての地質試料中にDNAを保有する生命体が存在するのであれば、その生命シグナルを的確に検出し自動で定量できるシステムの開発に成功した。将来的には、それぞれの

標的細胞の元素組成や重さ（同位体比組成）ばかりでなく、単一細胞からゲノム（DNA）を数千倍以上にまで増幅し、培養を介さずにほぼ全ての遺伝情報を読み取ることのできる時代が近づいている。海底下生命圏は、地球と生命の共進化の解明のような壮大な基礎科学のテーマだけでなく、ゲノム機能の応用開発の側面においても、非常に大きなポテンシャルを有している。

未だその多くが謎に包まれている海底下深部生命圏の探求には、海底下約7000mまでの掘削能力を保持する地球深部探査船「ちきゅう」の果たす役割は

極めて大きい。「ちきゅう」には、地球内部の生命圏の限界を追求する上で不可欠な大深度の掘削能力と、陸上研究施設の詳細な研究に必要な試料処理をするための設備が完備されている。人類未踏の海底下深部の生命圏の挑戦は、地球外惑星の生命探査に匹敵する重要な科学目標の一つであり、近い将来に全貌を解明すべき地球システム科学の一つとして分野の枠を超えた多面的な学術調査が要求される。「ちきゅう」を用いた国際統合海洋掘削計画（IODP）における南海トラフ地震発生帯掘削プロジェクトを皮切りに、その挑戦はより現実に近づきつつある。



地球深部探査船「ちきゅう」により八戸沖約80kmの海底から掘削された深さ約200mのメタンハイドレートを含む火山灰層（写真左）。深さ約350mの同様の地層から極めて活性の高いバクテリアの凝集構造が検出された（写真右）。細胞内に含まれるRNAをバクテリアに特異的な蛍光プローブで染色したものを蛍光顕微鏡で観察した。スケールは2 $\mu$ m。





# 暖流による局所的な海面の温度差が世界の気候に影響 地球シミュレータが解明！



地球シミュレータセンター センター長代理 渡邊 國彦

地球シミュレータは、地球温暖化予測を一つの大きなターゲットとして、1997年から開発が始められ、2002年2月に完成、明くる3月から稼働を開始しました。稼働を開始してすぐの4月、実際の全球大気循環シミュレーションで、理論性能の65%（26.6テラフロップス）の実行性能を出し、計算機における世界的な賞であるゴードンベル賞をその年に受賞しました。その後、地球温暖化予測のための国際的な組織であるIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）に参加する国内の研究チームはもちろん、米国など様々な国外の研究チームも、地球シミュレータを利用した温暖化予測研究に力を注ぎ、地球シミュレータはその強力な計算能力で実力を発揮しました。地球温暖化予測に関しては、2007年に、IPCCがノーベル平和賞を受賞したことはご承知の通りです。今回は、そんな地球シミュレータが最近解明した驚くべき事実についてご紹介いたします。

北大西洋を北上する暖流、メキシコ湾流は黒潮と並んで北半球最大の海流です。ヨーロッパ北部、た

とえばイギリスなども高緯度にありながら極寒の地ではないのは、この海流が運ぶ膨大な熱のおかげです。メキシコ湾流が日や週の単位で低気圧の発生など、気象に影響を与えることはこれまでも知られていました。しかしながら、月単位よりも長い時間スケールで気象・気候に与える影響は、空間的に高解像度で、時間的に長期の数値計算や観測が不可能だったため未解明でした。このような中、北海道大学などとの共同研究において、近年利用可能となった衛星観測データと高解像度（数10km）の大気数値計算モデルを駆使し、地球シミュレータを用いた長期にわたる数値計算を行った結果、湾流の大気への長期的な影響を世界で初めて明らかにすることができました。

結論を先に申し上げますと、メキシコ湾流上の湿った暖かい空気は、遙か10000m、大気境界層を超えて対流圏上層まで吹き上がります（図1）。また、このとき、この風の吹き上がる狭い幅に沿って、雨が降る帯状の領域もできます（図2）。そし

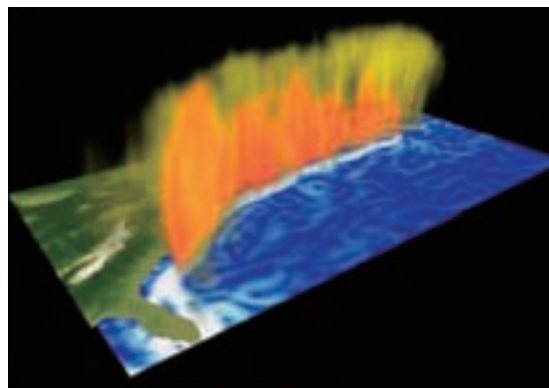


図1：メキシコ湾流上で北アメリカ大陸東岸の地形に沿って、風が吹き上がる様子  
表面の海流速度が速くなるに従って青から白で示し、上向きの風速を速くなるに従って黄から赤で示しています。

て、対流圏上層まで吹き上がった風は、そこで水平方向に向きを変え、ロスビー波と呼ばれる波を励起して、その影響はヨーロッパにまで至ることがわかりました。

暖められた空気が上昇するのは当たり前だと思われるかもしれませんが、普通に暖められた空気は、せいぜい数100mまでしか昇らず、10000mまで昇ることはありません。このような上昇気流ができるのは、次のような理由です。メキシコ湾流で暖められた空気は軽くなるために、相対的な意味で低気圧となります。その一方、湾流の陸地側の方では、比較的冷たく重いので、相対的に高気圧となります。一方、陸地とは反対側には、元々の大西洋高気圧があります。そこで、メキシコ湾流のように、非常に狭い幅の領域で温度の勾配があると、これらの高気圧・低気圧・高気圧の順で並んだ構造は、密集することになります。両方の高気圧からメキシコ湾流上の低気圧に向かって風（表面風）が吹き、逃げ場を失った空気が上昇するというわけです。更に、湿った空気が上昇するので雲ができ、その時に出る熱（凝結熱）で、空気は一段と暖められて軽くなり上昇を続けます。この仕組みはちょうど、夏の入道雲が高く成長するのと同じです。このように、単に暖められて軽くなって上昇するのではなく、暖かく湿った空気が力で押し出されて上昇するからこそ、

10000mまで上昇するのです。この10000mまで昇った風は、世界レベルでの気候に影響を与えます。また、IPCCの第4次報告書では地球温暖化の影響は、熱塩循環と呼ばれる海洋の大循環に影響を与えると予想しています。そうすると、熱塩循環の一環をなしているメキシコ湾流にも影響がでる可能性があり、そうなれば、メキシコ湾流周辺の気候だけでなく、遙か遠方の気候にも影響を与えることにもなりかねないことをこの研究は示唆しています。この効果は、高気圧と低気圧の間隔が狭いほど大きく、地球シミュレータを用いた解像度の高いシミュレーションだからこそ実証できたことです。そして、わずか数10kmの局地的な現象が、地球の反対側にまで影響を与えかねないということが、驚くべき事実なわけです。この研究成果は、世界的権威を持つ学術誌、「Nature」の2008年3月号に掲載され、また、ここに示した風が吹き上がる様子の絵は、その表紙を飾りました。

地球シミュレータは、その誕生から7年たちました。地球シミュレータを構成しているLSIも3世代昔のものです。そこで、この3月に地球シミュレータも増強されることになりました。最後に、新しい地球シミュレータについても簡単にご紹介いたします。

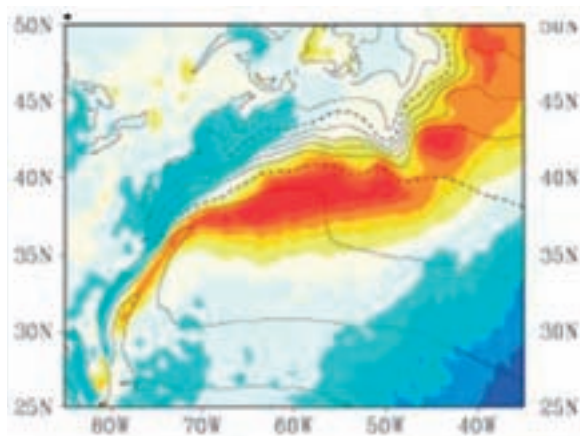


図2：メキシコ湾流に沿った帯状の狭い降水領域  
降水量が増えるに従って、青から赤で示しています。

## 未来を切り拓く海洋探査技術の開発

海洋工学センター長 宮崎 武晃



海は素晴らしい、海の不思議に触れると引き込まれる。海を知りたい、利用したいと、のめり込んできた。海を知り、利用するためには特別な道具の研究開発が必用である。最近の社会情勢から資源・エネルギーの確保は重要な課題であり、海底に隠された資源に関心が集まってくるのは当然である。

海底の資源にはさまざまな種類が有るが、熱水鉱床に着目したい。それはJAMSTECが日本周辺の深海底で初めて熱水活動を確認したからであり、発見は開発した「ディープ・トウ」による。これはまさに技術開発の重要性を明確に示している。

これまで、海洋探査技術は主に海洋・地球研究の手段として機器開発が行われてきた。一方、国家基幹技術や基盤技術開発の確立の面から先進的の海洋技術研究開発が奨励されてきた。そこで、世界最深部の生命圏の理解や海底地殻変動の把握などを目的として高機能海底探査機に必要な要素技術の開発を行った。ここで開発した要素技術を組み合わせ、世界の最深部まで潜航可能な無人探査機「ABISMO」(ROV)を開発し、実証試験で1万m以深の性能を確認と同時に海底のコアサンプル等を採取した。また、自立型無人探査機「うらしま」(AUV)の改良を行い、海底熱水噴出域を安定した姿勢で潜航調査ができ、精密な海底データ等を取得した。これなら資源探査など広範囲の精密海底調査に供する事ができる。

将来の海洋探査技術に必要な技術の基本の一つに耐圧容器がある。すでに小型であるがセラミクス製の耐圧容器を製作し、高強度ステンレスと比較して4.4倍近い圧縮強度、さらに比重0.36の軽量化を達成した。今後、容積を増した耐圧容器の製作を行う事で、深海機器の小型軽量化に貢献する。他に高性能浮力材の開発、新ケーブルの開発、慣性航法装置の開発など多方面の研究開発を実施中。音響技術についても、合成開口ソナーで高い分解能の達成で海底面や海底下の有益な情報の取得を可能にする。また位相共役波の研究では低雑音の長距離通信が期待される。音響測位では慣性航法の短所を補完する水中位置を高精度で計測するシステムに取り組んでいる。一方、研究室から洋上の無人探査機を人工衛星経由で直接制御する遠隔操縦試験にも成功し、無人探査機運用方法に新たな一面を付加した。

7隻の研究船の運航は、課題の公募・審査の後、



図1：次世代型巡航探査機 (AUV)

採択された課題について効率的、効果的に運航と同時に、各種の改良や機器の更新に力を注ぎ、最先端の技術を有する船舶、潜水船、AUV、ROVなどで海洋探査のフリートを形成している。

技術研究者の好奇心やモチベーションは新しい領域を切り開く力となり、特に海底下の地殻構造や海底資源の探査、さらに利用が加わると素晴らしい能力を発揮する。

今後は次世代型巡航探査機(AUV)の研究開発を行い、広域な海域の精密海底地形図の作成や有人での調査が困難な海域における塩分濃度、水温、溶存酸素量、CO<sub>2</sub>等の海洋データの連続・自動観測など全球的な地球環境観測へ貢献(図-1)。

大深度高機能無人探査機(ROV)の研究開発を行い、水深7,000mにおける活動可能な装置を開発し、大深度における海底資源の調査・探査や地震観測用海底ケーブルやセンサー等の保守管理に寄与する。

また研究目的に応じて資料採取など重作業や精密作業が可能な技術開発に取り組む(図-2)。

海底熱水鉱床は活動的な熱水、活動を停止した熱水、過去に活動していた熱水に分類されるが、資源量の推定に欠かせないのは、熱水活動を停止し、堆積物に覆われた鉱床の探査であり、音波、磁力、重力、さらに電磁気を用いた電気探査法などを利用する。さらに品位の評価にボーリングマシンでサンプルの採取が必

要になり、システマティックな研究開発が必要である(図-3)。

海洋探査技術は夢のある研究開発であり、海底熱水鉱床の探査に適したAUVやROVの研究開発は海底を広域かつ効率的に調査を可能にするため、地球環境問題、地殻変動の解明さらに生物・微生物の研究に貢献すると確信している。



図2：大深度高機能無人探査機（ROV）

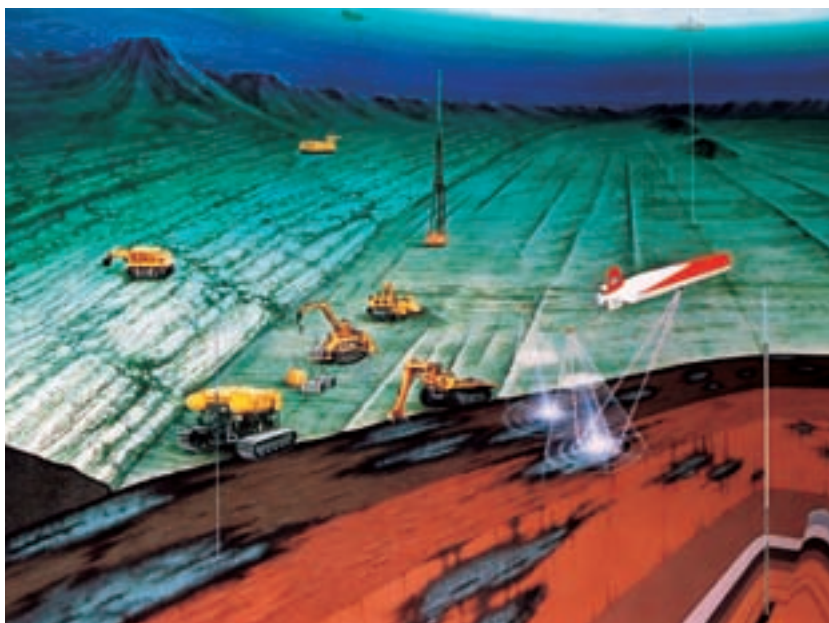


図3：AUV/ROVを用いた海底探査の例

# 地球環境観測研究センター

地球環境観測研究センターでは、地球温暖化に代表される地球規模の環境変動を正しく捉え、そのメカニズムを解明するために、JAMSTECの他の研究センターをはじめ国内外の多くの研究機関と連携しつつ、海洋、陸域、大気の総合的な観測研究活動を行っています。以下に最近5年間の成果の中から代表的なものをご紹介します。

## 太平洋底層での水温上昇

1990年代に、大陸間を縦・横断し表面から海底までを精密に計測する観測(WOCE)が世界各国共同で実施されました。近年になって、国際プロジェクト(CLIVAR)の一環で、WOCEの観測線を同じ精度で再度観測する研究が実施されています。地球環境観測研究センター海洋大循環観測研究プログラムでは、この国際プロジェクトに参加し、ここ数年の間に太平洋を縦・横断するWOCEの再観測を多数実施してきました。その結果を、WOCEの観測結果と比較し、太平洋底の全域において水温が上昇していることを発見しました(図1上)。太平洋の底層では、南極周辺で冷やされて重くなり沈み込んだ海水がゆっくりと北上しています(南極オーバーターン)。これは非常にゆっくりとした動きですが、4次元変分法による海洋同化手法を応用して感度解析を行った結果、南極周辺での変動が、海洋内部を伝わる波の効果により数十年で北太平洋底層の水温上昇をもたらすことがわかりました(図1下)。南極周辺で海水が冷やされる時に、大気に大量の熱を放出する(大気を暖める)ことから、このオーバーターンの変化は気候変動と密接に関わってきます。私たちの最新の研究結果では、海洋底層での昇温は、太平洋に限らず、大西洋でもインド洋でも見ることができます。このことは、南極オーバーターン全体が弱まった可能性を示唆しています。

オーバーターンは、海洋に溶け込んでいる物質の分布にも影響を与えます。WOCEとその再観測の結果から、海洋中に溶け込んでいる二酸化炭素(炭酸系物質)の濃度を比較した結果、その蓄積率は大洋・海盆毎に差があり、北大西洋におけるこの10年間の蓄積率は南太平洋のおよそ半分であることがわかりました。また、我々の観測結果から、人為起源の二酸化炭素が、南極オーバーターンにより、既に太平洋深層に運ばれていることがわかりました。

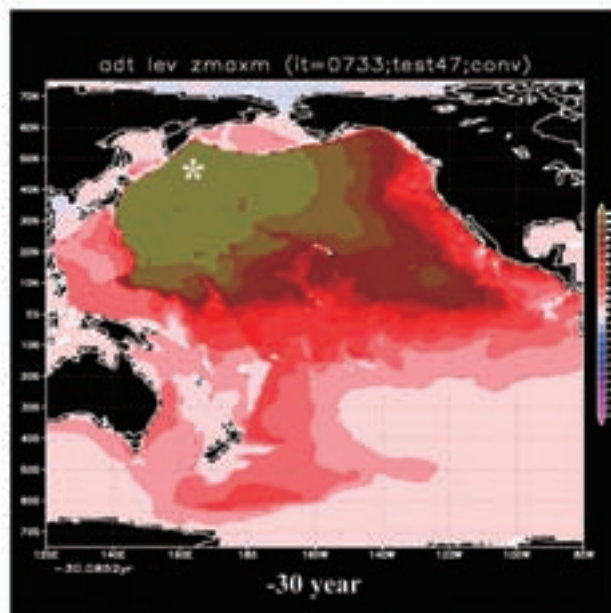
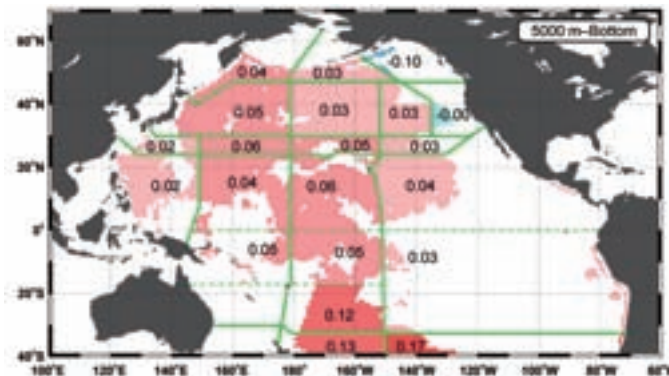


図1：(上図)高精度大洋横断・縦断観測結果から明らかになった太平洋底層での海水の昇温(数値は最近10年間の熱量の増加量で単位は $10^{-9}W/m^3$ )。 (下図)太平洋の北端(星印)での底層の昇温の原因を同化モデル(4次元変分法)で調べた結果。感度解析の結果30年前に南大洋底層で生じた変動が、北太平洋に伝わっている様子が分かる

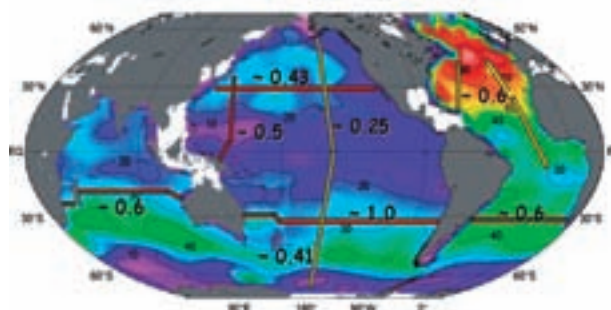


図2：高精度大洋横断・縦断観測結果から明らかになった各大洋での二酸化炭素蓄積率。数値はこの約10年間に行われたWOCE再観測の結果から見積もったもので、単位は、 $mol/m^2/yr$ 。赤線がみらいによる観測結果。南太平洋の測線における観測結果からは、深層に人為起源の二酸化炭素が蓄積していることが確認された。

## 「北極海上の大気循環変動に伴う海氷減少」と 「東シベリアにおける急激な湿潤化と活動層増加」

2000年以降、夏の北極海では海氷が気候変動予測を上回る速度で急減しており、2007年9月に海氷面積が観測史上最小となりました。この海氷急減の一因として、北極海気候システムグループの観測・解析から、夏季の北極域での気圧配置の影響が明らかとなりました。例えば、海氷面積が急減した2005年は北極点付近に設置したブイが例年より極めて早い速度で大西洋に流れ出ました(図3)。同様の動きは2007年にも現れて、両年ともにアラスカ・カナダ側に高気圧、シベリア側に低気圧という二極的な気圧配置が卓越していたことが分かりました。この気圧配置が持続すると、気圧勾配の強い北極海中央部で大西洋に向かう風が強くなり、海氷が北極海から大西洋へ流出しやすくなります。そして風で海氷が吹き払われた海面は、太陽放射を更に吸収し、それが風上側のシベリア沿岸の海氷融解を加速させることが示唆されました。

この気圧配置が形成されやすくなった一因として、シベリア側での低気圧活動の活発化が挙げられます。最近の北極海沿岸の低気圧活動は、シベリア域で顕著であり、IPCC AR4で用いられた気候モデルの将来予測では、さらに活発な領域が北極海側に北上し、強化することも示されています。これらの変化は大気単独では説明がつかず、海氷分布や海陸の温度差の関係も示唆されます。

一方、東シベリア・レナ川中流域のヤクーツクでは、寒冷圏水循環グループの観測・解析によって、2004年以降、夏季降水量と冬季積雪量が急激に増加し、それに対応して活動層内の土壌水分が増加した結果、凍土地域での地温上昇、活動層厚の増加(永久凍土の融解)が同時に進行していることが明らかになりました(図4)。夏季降水量と冬季積雪量の増加は、低気圧活動の強化によってシベリアで降水が強まった結果と考えられ、2004年冬季以降、陸域の湿潤化と凍土融解は広域で発生しています。近年の北極海の海氷面積減少とシベリアの地温上昇の符合(図5)は北極域の連鎖した気候変化を示唆する注目すべき観測・解析結果と言えるでしょう。

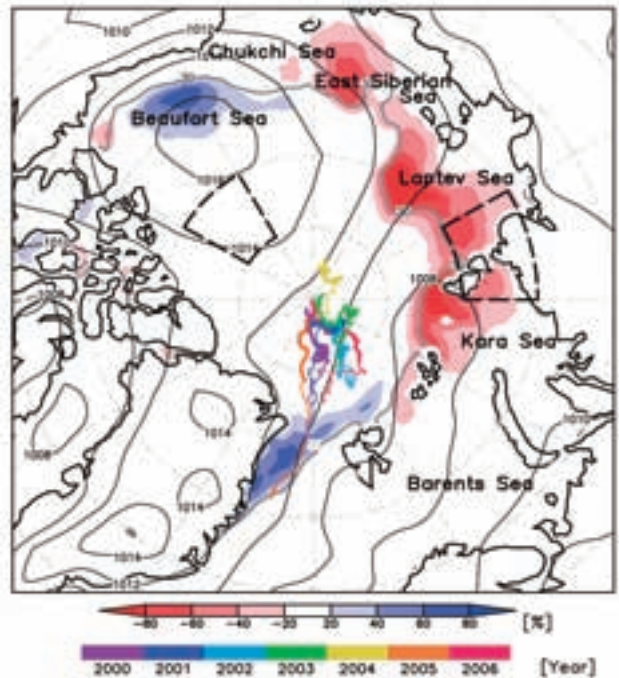


図3:2000~2006年のブイの漂流軌跡(5~12月)、2005年の海氷面積の変化[減少域(赤)、増加域(青)]と平均海面気圧(6~9月)

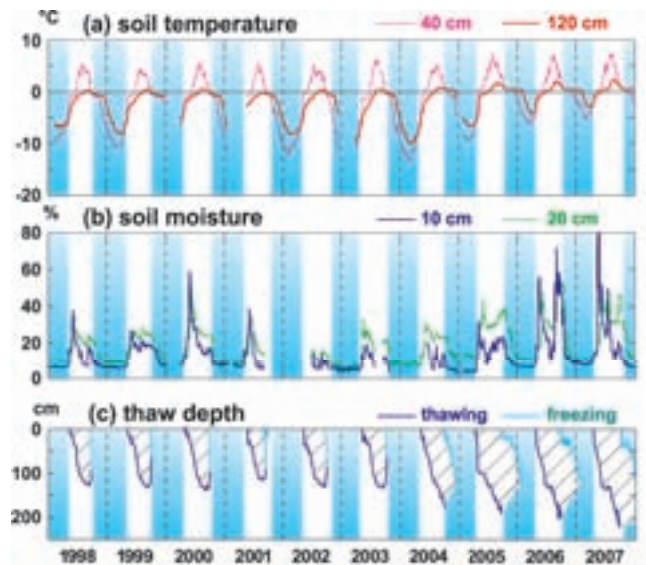


図4:東シベリア・カラマツ林内での(a)地温、(b)土壌水分、(c)融解深の変化(1998~2007年)

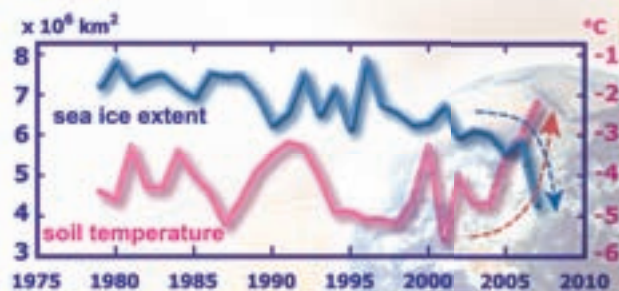


図5:9月の北極海海氷面積(青)と東シベリア・ヤクーツク近郊の3.2m深年最低地温(赤)の変化

# 地球環境フロンティア研究センター

地球環境フロンティア研究センターは、地球環境の変動のメカニズムを明らかにし、将来の変動を予測することを目的として、大気、海洋、陸域にまたがる様々なプロセス研究、モデル研究を進めています。そして、その成果は、地球温暖化の問題に取り組むIPCCの活動にも大きく貢献しています。以下に、当センターの最新の成果についてご紹介いたします。

## シミュレーションが予測する泥炭地の劇的な崩壊。地球温暖化はさらに加速する。 (生態系変動予測プログラム)

### 地球上の土壌には大気の2倍の炭素が貯えられている

地表付近に蓄積している土壌炭素は、大気中の二酸化炭素濃度に大きな影響を持っています。たとえば、土壌炭素の蓄積量が増えると大気中の二酸化炭素濃度は下がり、反対に土壌炭素の分解が進めば二酸化炭素となって大気に放出される、という関係になっています。現在、土壌中に含まれる炭素の量は大気中の量の2倍もあります。土壌炭素の多くは冷帯に貯えられています。カナダ・アラスカ・シベリアなどの冷帯の低湿地には、「泥炭」という種類の土壌炭素が大量に蓄積されています。木や草、コケなどの植物由来の有機物が、あまり分解されずに泥炭となって、地表付近にたまっているのです。このような場所では土壌の温度が低いため、有機物を分解する微生物の働きが遅いことに加えて、土壌の水分含有率がとても高く水浸しのため、酸素が少なく、微生物が有機物をすばやく分解することができないのです。さらに、泥炭はスポンジ状・ペースト状になっているため、水をたくさん吸い込み保持する特性を持っています。よって、泥炭が蓄積すると地下水位がさらに上がり、有機物の分解がより遅くなって、泥炭の蓄積が進みます。このように泥炭の蓄積と地下水位の関係は、お互いに影響し合う正のフィードバック（物事を加速させる連鎖関係のこと）を形成しています。この正のフィードバックは、反対方向に作用することも考えられます。たとえば、気候が温暖化すると土壌温度が上がったり土壌が乾燥したりして、泥炭の分解が進むかもしれません。すると、泥炭のなかに蓄えられていた水が失われ、土壌はさらに乾燥し、泥炭はさらに分解されていくかもしれません。このように、泥炭はデリケートなバランスによって蓄積されているため、ひとたびバランスが崩れると大きな変化がもたらされる可能性があるのです。

### 温暖化の影響を調べるためのシミュレーションモデルの開発

では、泥炭地に対する具体的な温暖化の影響はどうなるのでしょうか。たとえば、これから数十年間で泥炭地はどのように変化するのでしょうか（短期予測）。また、温暖化が起こって数百年経ち、新しい気候が安定したときに、泥炭地はどうなっているのでしょうか（長期予測）。このような疑問に答えるため、泥炭地の形成・崩壊のメカニ



写真：カナダの内陸部にある、マニトバ州北部の泥炭の様子

ズムを取り入れたコンピュータシミュレーションモデルを作りました。泥炭を分解している微生物の働きを土壌の温度・水分量から推定し、また泥炭の蓄積量から泥炭の厚みを計算し、それにとまない土壌の温度・水分量が変わるというフィードバックをシミュレーションのなかで再現しています。

### 泥炭地の劇的な崩壊により、温暖化はさらに加速する

カナダの泥炭地の土壌温度・地下水位のシミュレーションをしてみたところ、季節変動をかなり正確に再現することができました（図1）。このシミュレーションモデルに、気候モデルが出力した21世紀中の温度・降水量のデータを与えたところ、特に降水量が少なくなる時期に地下水位の低下がみられ、それに伴って土壌炭素が分解され大気中に二酸化炭素が多く放出されるという結果になりました。（短期予測）そして、将来の気温が今より4度高い状態で安定すると仮定し、気候変動後の2000年をシミュレーションしたところ、泥炭の分解は土壌水分の損失とさらなる分解速度の上昇を招き、結果として86%もの土壌炭素のロスを生じました（長期予測・図2）。これは泥炭地の崩壊とも呼べる大きな変化で、これが広い範囲で起これば、大気中の二酸化炭素濃度を大きく上昇させ、さらなる温暖化を招く恐れがあります。

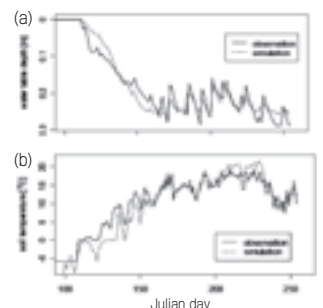


図1：(a) 地下水位、(b) 土壌温度。実線が実際の観測データ、破線がシミュレーションの結果。春先の土壌温度の上昇に伴い地下水位が徐々に下がっていき、夏場はたびたび発生するまとまった降雨の影響で土壌温度と地下水位が変化している様子が分かる。

### より高精度な地球温暖化予測へ

これまでの気候変動予測研究ではこのような土壌炭素の循環は考慮されていませんでした。将来的には、このような土壌炭素のダイナミクスを扱うモデルを、現在開発中の地球システムモデルに組み込み、気候変動と泥炭地の変化の関係を再現し、温暖化についての研究と対策に貢献したいと考えています。

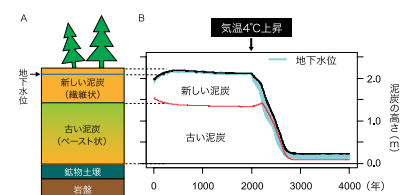


図2：気温が4℃上昇した場合の泥炭地の変化シミュレーション

## 40年来の難問に挑む！気候モデルにおける積雲の表現の改良 (地球温暖化予測研究プログラム)

### 積雲の表現は大気モデルの難問

地球全体の大気の運動をコンピューターシミュレーションで再現する際の最も難しい問題は、大気モデルの格子(通常は水平方向に数100 km)よりもサイズの小さい、モデルが直接解像できない現象の効果を、モデル内でどのように表現するかということにあります。このような現象の代表的な存在が積雲です。夏にもくもくと湧く入道雲のような雲を想像してみてください。積雲の水平サイズは通常10 km程度の大きさで、現在主流の大気モデルでは直接表現することができません。そのため、大気モデルにおいては、モデル格子内の積雲の発生量と、それがモデルに与える影響とがシンプルな数理モデルで表現されています。これを積雲の「パラメタリゼーション」と呼びます。積雲のパラメタリゼーションは、気候モデルの性能を大きく左右する重要な部分であることが知られていますが、一方で扱いが非常に難しく、最近の30年間ではあまり大きな進歩が見られませんでした。

### 新たな積雲のパラメタリゼーションの開発

今年度、地球温暖化予測研究プログラムでは、新しい積雲のパラメタリゼーションを開発しました。改良されたのは、積雲の「エントレインメント」と呼ばれる部分の取り扱いです。積雲は地表付近の暖かく湿った空気が浮力を持ち、上昇することで形成されます。このとき、雲の側面から乾燥した空気が雲の中に少しずつ取り込まれます(図3)。この過程をエントレインメントと呼びます。積雲のエントレインメントがどのように起こっているのか、まだよくわからないことが多く、これまで気候モデルで使用されてきた積雲のパラメタリゼーションにおいても、非常に簡単な取り扱いになっていました。今回新しく開発されたパラメタリゼーションでは、積雲内でのエネルギーの分配を考慮してエントレインメントの量を見積もるという方式が用いられています。

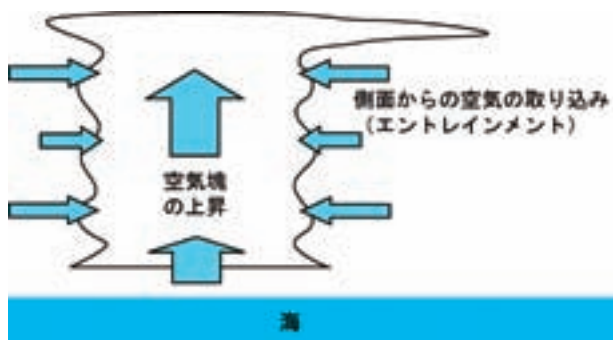


図3：海上付近の暖かく湿った空気が浮力を持ち、上昇することで積雲が形成される。このとき、雲の側面から乾燥した空気が雲の中に少しずつ取り込まれる。この過程をエントレインメントと呼ぶ。

### 新方式の高い再現性

新しく開発された積雲パラメタリゼーションを用いると、これまで世界中の気候モデル(大気モデルと海洋モデルとを結合したモデル)が解決できずに苦しんでいた多くの問題が一挙に改善されることがわかりました。年平均降水量(図4)を見ると、旧方式では熱帯太平洋で降水帯が南北二重の構造を持ってしまっているのに対し、新方式ではそのような構造は見られません。また、南太平洋で南東方向に延びる降水帯も良く表現されているなど、概ね観測に良く似た分布が再現できています。これらは多くの気候モデルが今も表現に成功していません。熱帯地域には、たくさんの積雲で構成される大きな雲の塊が30~50日の周期で西から東へゆっくり移動する「季節内振動」と呼ばれる現象があります。これは熱帯以外の様々な地域にも大きな影響を与える重要な現象であることが知られています。しかし、これまでの多くの気候モデルではこの現象をうまく再現することができませんでした。新しい積雲パラメタリゼーションは、この季節内振動を非常に現実的に表現する能力があることもわかりました。

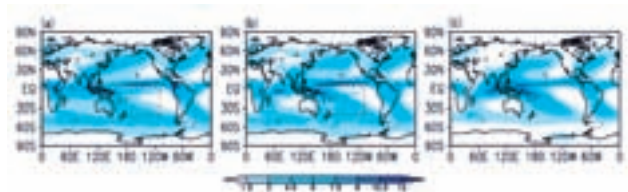


図4：年平均の降水量 [mm/day]。(a) 旧方式、(b) 新方式、(c) 観測。新方式では南太平洋で降水帯が南東にのび、観測に近づく(赤囲み)。多くの気候モデルではこれをまだうまく表現できない。他の部分も概して観測に近づいている。

### 地球温暖化予測、天気予報の精度向上へ

このパラメタリゼーションの採用により、地球温暖化に伴う降水分布の変化の予測や、天気予報の精度が向上することが期待されます。また、以上のような結果は、積雲のエントレインメントの変化が積雲活動をかなりの程度コントロールしていることを示しています。このことは、これまでほとんど注目されてこなかったことであり、気候モデルの性能を大きく向上させるのみならず、積雲に関する私たちの理解を大きく更新するものでもあります。



写真：赤道上空の積雲

# IFREE 地球内部変動研究センター

## Topics 1

南太平洋の仏領ポリネシア海域は、800mにおよぶ海底の盛り上がり、ホットスポット火山の集中や地球深部起源をうかがわせる火山岩の化学的特徴など多くの地球科学的異常が見られ、マントル深部からの上昇流が起こっている可能性が指摘されてきました。それを証明するためにはマントルの地震学的構造を推定する必要がありますが、これまでは地震観測点が少ないためにマントル上昇流の存在やホットスポット火山との関係は不明確でした。IFREEでは2003年から2005年にかけてこの海域で広帯域海底地震計（開発：東大地震研）による長期海底観測を実施し（図1）、地震波トモグラフィ手法によってこの海域のマントル上昇流の実態

をはじめて明らかにしました。マントルの深さ1000km付近より深いところでは、仏領ポリネシアの下に直径1000km以上におよぶ巨大な低速度異常域が存在します。その低速度異常の上面から、直径100-200kmのより細い低速度異常が上に延びています（図2）。この結果から、巨大な上昇流がマントルの底（2900km）から深さ1000kmまで立ち上っており、その上から枝分かれした細い上昇流が地表のホットスポット火山活動の原因になっているものと考えています。この研究は、東大地震研とフランスの地球物理研究所や仏領ポリネシア大学との共同研究として現在も続けられています。

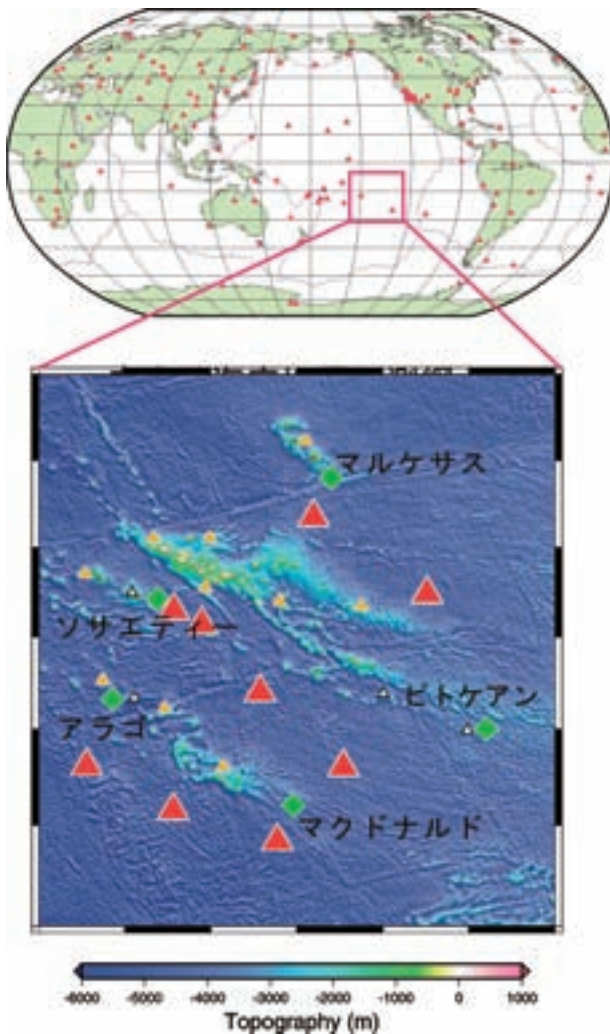


図1：南太平洋・仏領ポリネシア海域。赤△が広帯域海底地震観測点、黄△はフランスの海洋島広帯域観測点、緑◇はホットスポット火山を示す。

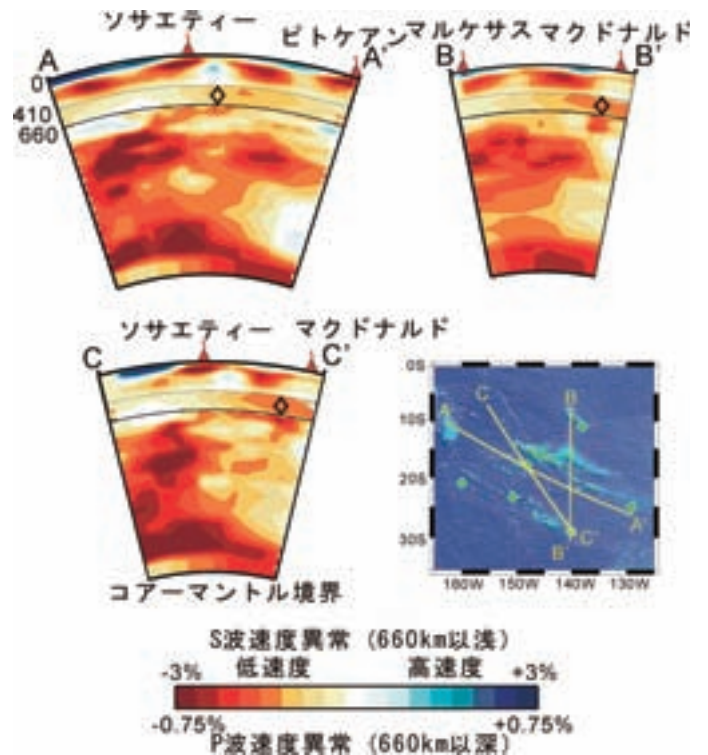
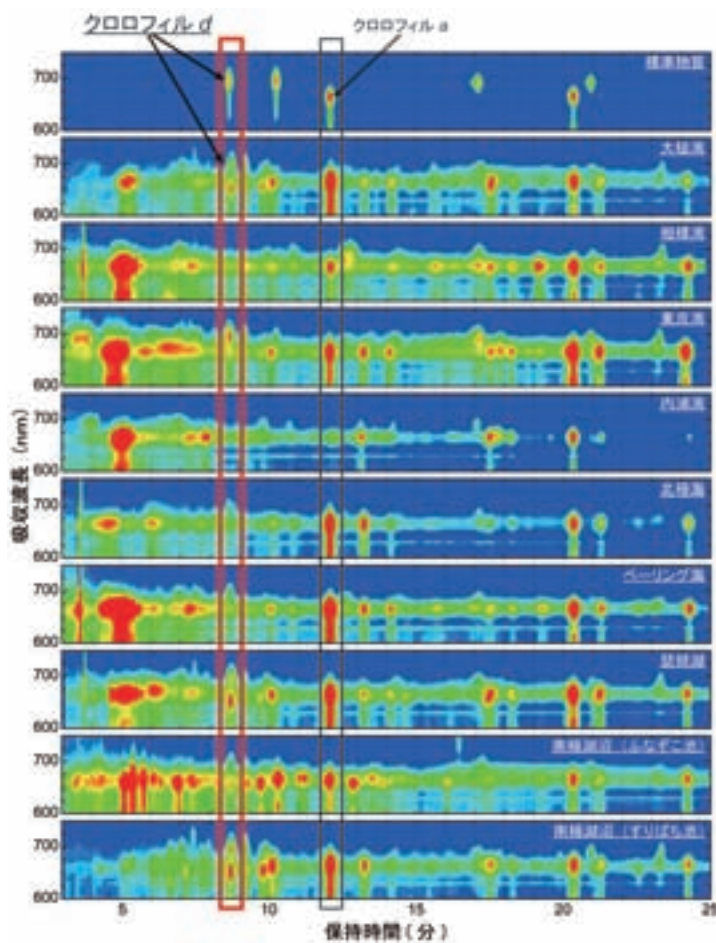


図2：地震波トモグラフィによって得られたマントル構造断面図。深さ1000kmより深いところでは巨大な低速度異常が、より浅いところでは細い低速度異常が見られる。

## Topics2

2007年度から2008年度にかけて実施された京都大学(宮下英明准教授ら)との共同研究により、クロロフィルdを合成する光合成生物が、地球上のあらゆる水界中に普遍的に分布していることが世界で初めて認識され、米国科学誌Scienceに報告しました。近年になり新たに発見されたクロロフィルdは、一般的に知られているクロロフィルなどの他の(酸素発生型)光合成色素が吸収できない波長700~750nmの近赤外光を吸収するため、その分布の理解は、地球表層における光エネルギー利用を理解する上で非常に重要です。I F R E Eでは、本機構の調査航海で採取された世界各地の海底堆積物(北極海、ベーリング海、内浦湾、大槌湾、相模湾、東京湾)をはじめ、独立行政法人科学技術振興機構のCREST研究(「各種安定同位体比に基づく流域生態系の

健全性/持続可能性指標の構築」代表:永田俊)の一環として共同で採取された湖沼堆積物(琵琶湖)や南極の塩湖の試料を分析し、クロロフィルdのグローバルな分布や存在量について、定量的な解析を進めてきました。その結果、分析されたすべてに試料からクロロフィルdおよびその分解生成物が含まれていることを確認しました。これにより、極域から温帯域にいたるまでのあらゆる海域や湖沼において、クロロフィルdを用いて近赤外光を利用する光合成活動が存在することが明らかになりました。この成果は、これまで(酸素発生型)光合成には利用されていないと考えられてきた、近赤外光の光合成生産への寄与を示す重大な発見であり、地球上の炭素循環を再検討する上で、今後のクロロフィルdを利用する光合成生物のより定量的な研究に注目が集まっています。



世界各地で採取された海洋や湖沼の堆積物の抽出物を、高速液体クロマトグラフィーによって分析した結果です。色の赤い所ほど高い濃度を示します。最上段に示されたクロロフィルd(Chl d)やその分解物(Phe dとPphe d)が、それぞれの天然試料に含まれていることがわかります。

# 極限環境生物圏研究センター

極限環境生物圏研究センターでは、海洋の多様な生物や生態系が持つ特殊・固有な機能を把握すると共に、その産業応用等により、社会や経済の発展に資することを目的として研究を続けてきました。そして、地球深部探査船「ちきゅう」により採取された掘削試料の研究から、地殻内微生物に関する新たな知見を得るなど、JAMSTECならではの独創性の高いインパクトのある研究を行い、世界的に優れた成果を挙げてきました。また、民間企業との共同研究により、有用酵素の産業応用等、社会に役立つ研究開発も進めてきました。

本研究は社会的な注目度が高く、数多くの各種取材に対応すると共に、我が国初の深海生物生態図鑑や子供向け絵本の刊行を行うなど、活発に社会貢献活動を行ってきました。

ここでは、この5年間に得られた数多くの研究成果の中から、いくつかを選んでご紹介します。

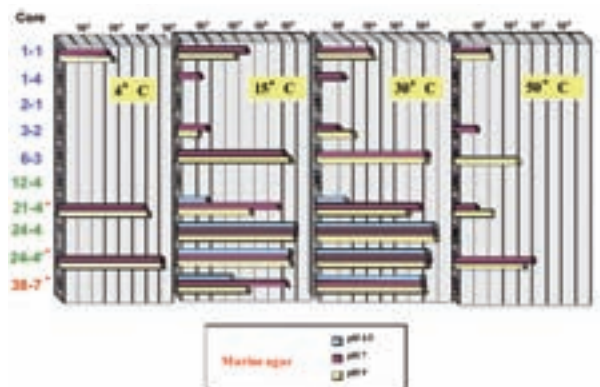


我が国初の深海生物生態図鑑

## 「ちきゅう」により採取された掘削試料の研究

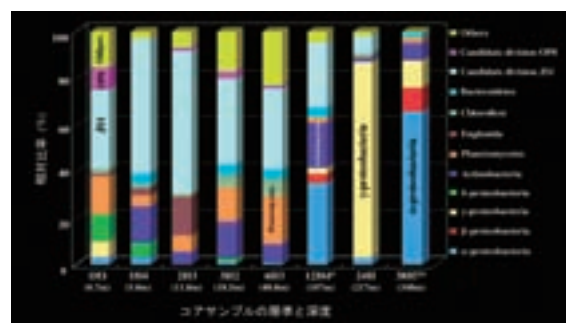
2005年に行われた「ちきゅう」の下北沖試験航海の際に採取されたコアサンプルについて、多角的な研究を行ってきました。

その結果、下北沖の海底下には、予想外に多くの好気性菌(酸素を好む菌)が生息していることが明らかになり、そのうち約550種を分離することに成功しました。これらの好気性菌は、深度によって優占種が異なり、棲み分けを行っていることが明らかになりました。



下北沖コアサンプル中の好気性細菌叢

一方、生態系に生息する微生物の中には培養不可能なものも多く、地殻内という特殊な環境に生息する微生物については、一層、その可能性が高いことが予想されます。そこで、培養を介さない微生物生態の研究手法として最近注目を浴びているメタゲノム解析に取り組み、下北沖の地殻内生態系の全容解明に努めています。



下北コア DNA から PCR により増幅された bacterial 16S rDNA のグルーピング

## 海洋中・深層～深海底における新奇な生態系の研究

海洋の大部分を占める中・深層や深海底の生態系は、まだ未知の部分が多く、この5年間の研究において、様々な新奇な生態系の姿が明らかになってきました。

インド洋中央海嶺には、硫化鉄の鱗を持った不思議な巻貝 *Cryosomallon* (俗名: スケーリーフット) が生息しています。これを深海底の熱水活動環境において観



スケーリーフット

察し、さらに船上に持ち帰って水槽飼育による観察を行うことに、初めて成功しました。スケリーフットは、鱗を広げて、共存する捕食性のカニやエビなどから身を守っていることなど、現場での新奇な生態が明らかになりました。

また、中・深層に生息するクラゲの調査研究から、海洋の中層で浮遊する生物達が密接に相互依存していることが明らかになりました。この研究を通して、現在問題になっている海洋の酸性化により、生存が脅かされる生物群の数は予想以上に膨大であり、その影響は、表層から深海へ、予測よりもすみやかに広がることが示唆されました。



アカチョウチンクラゲ

### 生命の誕生と進化の解明に向けた研究

生命誕生と進化の謎の解明は、自然科学分野における最大のテーマの1つです。これまでの研究から、現生の全生物の始祖となった「初期生命」は、太古の地球環境とよく似た地殻内環境に、今でも生存している可能性のあることがわかってきています。

また、深海の化学合成生態系(光合成によらない生態系)には、体の内外に微生物を共生させて生命活動を行っている生物が多数生息しています。この共生機構を解明することは、深海の生態系を理解するだけでなく、生命進化のメカニズムを解明するためにも重要であると考えられます。

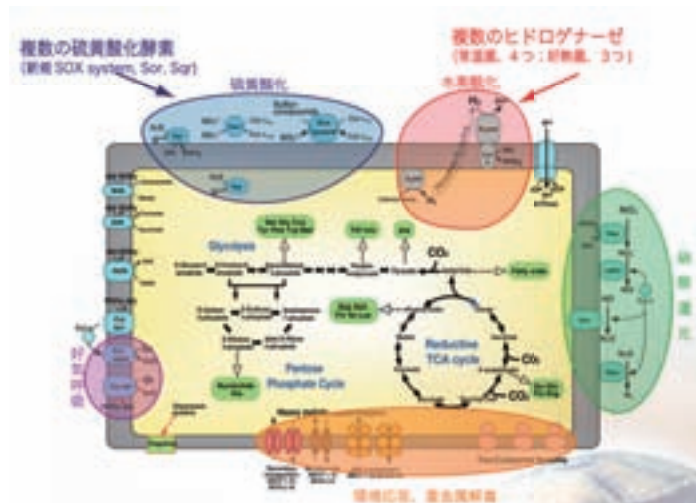
極限環境生物圏研究センターが研究対象としている深海・地殻内の生物研究は、すなわち、生命の誕生と進化の謎の解明に向けた研究とすることができます。

この5年間に行なった、シマイシロウリガイの共生微生物や、深海底熱水活動域から分離した化学合成独立栄養微生物の全ゲノム解析等の研究から、共生機構のメカニズムが次第に明らかになってきました。

また、地殻内の現場状態を保つことのできる培養法の開発や、地殻内に留置できる現場培養器の開発など、地殻内に生存する「初期生命」の発見に向けた研究も着々と進んでいます。最近、この新しい培養法を用いて、初期生命に近いと考えられる微生物を、122℃で増殖させることに成功し、生命の生育温度の世界最高記録を更新しました。



ゲノム情報から推定した共生細菌の代謝系



熱水孔イブシロンの代謝マップ

# MARITEC

## 海洋工学センター

### 海洋研究に重要な基盤技術の構築 — 海洋工学センター5年間の取組みと成果 —

海洋工学センターは、海洋に関係する先進的技術の研究開発を行うとともに、船舶、観測機器、研究施設設備の運用、管理、機能向上などの研究支援及び支援に関係する技術者の育成に関する活動を行っています。5年間の主な取組みと成果を紹介します。

#### 基盤技術開発について

##### ① 高機能海底探査機技術開発

世界最深部の生命圏の理解や海底地殻変動の把握などを目的とした高機能な海底探査機の開発のため、大水深の高圧の環境下で利用可能な高強度浮力材、高強度軽量ケーブル、高速光通信システムなど要素技術の開発を主に実施し、高強度浮力材や高強度軽量ケーブルの開発成果については特許出願を行うこともできました。また、各要素技術については、世界で唯一、海洋の最深部まで潜航可能な無人探査試験機「ABISMO」を開発し、平成20年6月、世界最深部マリアナ海溝1万m以深で実海域検証試験を行い、その性能を確認しました。今後、さらに開発を進め、システムの構築を目指します。



無人探査試験機「ABISMO」

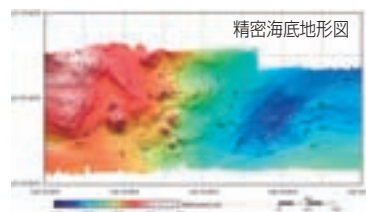


##### ② 自律型無人探査機技術開発

有人調査が困難な熱水噴出域などにおいても精密な海底観測が可能な閉鎖式燃料電池システムを搭載した自律型無人探査機「うらしま」を開発し、実海域検証試験により連続航走距離の世界記録となる317kmの航走を平成17年2月に達成することができました。また、機体の高度制御のチューニング、運用・保守整備の向上などを行い、詳細な海底形状・分布のデータの取得に成功する(平成19年5月)など、実運用に向けた準備を行ってきています。その一環として、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構から委託を受け、海底の精密探査などを目的とした海洋環境基礎調査を実施しました。



「うらしま」



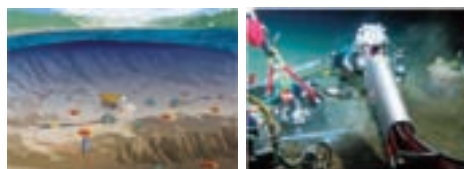
精密海底地形図

##### ③ 総合海底観測ネットワークシステム技術開発

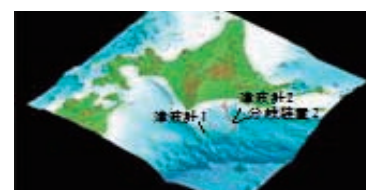
海底における地震・津波等のリアルタイム観測のため、海底ケーブル式観測システムの研究開発及び運用を行いました。

平成20年9月11日、北海道釧路・十勝沖「海底地震総合観測システム」近傍で発生した地震による津波を陸に到達する30分前に検知することができました。

また、平成18年度より構築を進めている「地震・津波観測監視システム」について、来年度の敷設に向け、海域事前調査、観測装置埋設方法の試験等を行いました。



地震・津波観測監視システム



十勝沖地震(平成20年9月11日)の津波を検知

##### ④ 先進的海洋技術研究開発

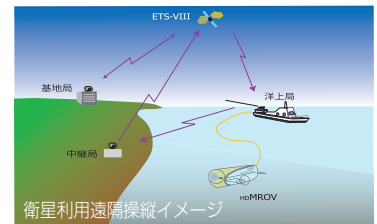
海洋研究などに必要な先進的な基盤技術の研究開発も行いました。

具体的には、Mg合金を用いて比強度1.4倍(対チタン合金)以上の性能を有する新海洋



音響画像伝送試験結果

洋構造部材を開発し関連特許を出願、燃料電池システムを開発し動作点で発電効率56%を達成、水中500mの距離において80kbpsの速度での音響画像伝送を達成、自律型無人探査機に必要な慣性航法装置の誤差軽減システムを開発、技術試験衛星「きく8号」を利用し開発したアンテナと追尾装置を用いて小型船から展開した深海探査機の遠隔操縦に成功、イオン選択性電界効果型トランジスタを用いた小型センサを開発などです。



### 学術研究に関する船舶の運航等の協力について

平成16年に東京大学海洋研究所から学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」が移管され運航・管理等を開始し、同海洋研究所との間で「学術研究船運航連絡会」を設置し連携を図ってきました。運航日数は、予備船員の確保などにより、平成16年度から4年間の平均で、「白鳳丸」280日、「淡青丸」270日を達成しました。また、分野に応じた観測技術員の適切な派遣・配置などにより、船上・陸上での観測を支援しました。



### 研究船、深海調査システム等の試験研究施設・設備の供用について

“公募システム”により課題の公募・審査を行い、また、漁業関係者との調整、他国排他的経済水域内での調査手続きなどを行うことにより、各研究船や深海調査システムの運用を計画的に行いました。成果の公表についても、多くの参加者を得た報告会を毎年開催しました。運航日数は、平成16年度から4年間の平均で、「なつしま」261日、「かいよう」265日、「よこすか」265日、「かいいい」266日、「みらい」297日を達成しました。調査航海の例は、東太平洋海盆南部で世界最大規模の巨大溶岩流を発見、スマトラ島沖地震震源近傍で緊急調査に対応、日本海でオグチボヤの生存捕獲に成功、「しんかい6500」が通算1,000回潜航を達成、「みらい」が国際極年における北極海の観測を行い日本船として最北緯度(78° 54' N)での航行を記録などです。また、平成19年度には、護衛艦と漁船の衝突事故海域調査への要請に迅速に対応しました。平成16年度から平成19年度にかけては、伊豆・小笠原海域の地殻構造探査を実施し、大陸棚限界画定調査に貢献しました。



船舶や深海調査システムの技術開発・機能向上にも取り組み、例えば、「しんかい6500」用光電気複合コネクタの製作・装備、蓄電池の長寿命化、「かいこう7000」のフレーム換装、スラスト能力向上、「かいいい」のマルチチャンネル反射法探査装置の高精度化、1万メートルフリーフォール式カメラ／採泥システムの開発などです。

また、海洋観測ブイシステムTRITONブイについては、その運用を行い取得データを公開するとともに、平成17年度からは小型・軽量・低コスト化を目指しm-TRITONブイの開発に着手し、インド洋において長期試験を実施しました。

これらに加え、機構が有している大型実験研究施設・設備、分析ラボ、また、各種工作機械類を整備・保守・管理し、機構内外の利用に供しました。



1万メートルフリーフォールシステム



m-TRITON ブイ

### 研究者および技術者の養成と資質の向上について

平成19年度より、船上・陸上で研究支援を行う機構職員、観測技術員の養成及び機構で培った技術の伝承を目的とした総合技術研修制度「海洋技塾」を開始しました。



# ESCC

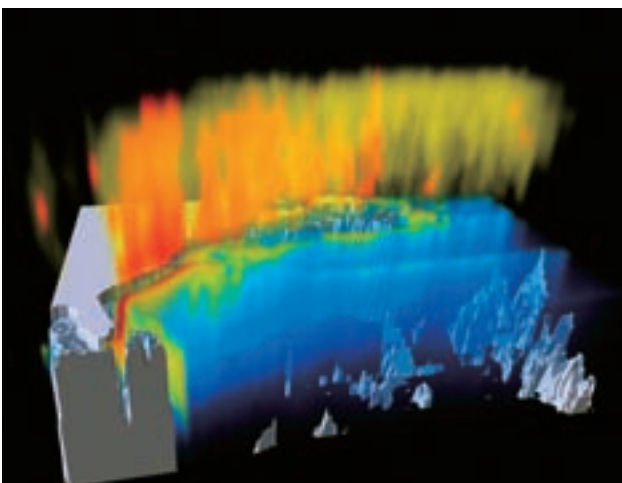
## 地球シミュレータセンター

地球シミュレータセンターは、地球シミュレータのハードウェアとしての能力を最大限活かし、斬新なシミュレーションアルゴリズムの開発に研究者のもてる最大限の知恵を注入し、安心と安全をもたらす未来社会の実設計に貢献するシミュレーション科学の普及を世界的視野にたつて推進することを目指しています。

### 大気・海洋の全球シミュレーション

大気・海洋シミュレーション研究グループは、全球大気大循環モデルプログラムAFES, 全球海洋大循環モデルプログラムOFESを開発し、その高精度化を進めています。また、海洋・大気のシミュレーションを極めて効率的に行なうことができる二つのプログラムの機能を強化し、結合した全球大気海洋結合モデルプログラムCFESの開発を進めています。

地球環境フロンティア研究センターをはじめ内外の多くの機関の協力を得て、AFES, OFES, CFESを使った主に中緯度の海洋・大気変動の現実的なシミュレーションを多数行い、科学的な成果を出しながら、プログラムの改善に取り組み、地球シミュレータ稼働開始からの5年間でさまざまな実績を積み重ね、大気海洋結合モデルプログラムとしてはトップクラスの高解像度で現実的な気候を再現することが可能となりました。

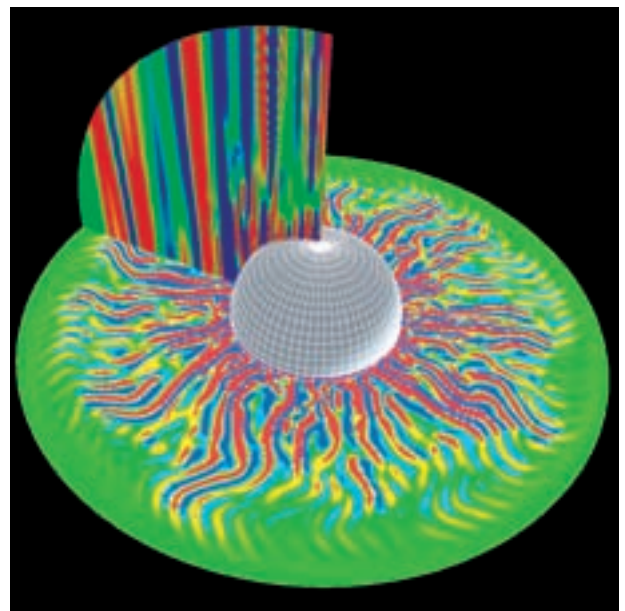


図は CFES による年平均の上昇風速（赤いほど速い）と海流の水平流速（赤いほど速い）の 3 次元分布。北海道大学 見延教授を中心とする国際研究チームに参加し、メキシコ湾流が大気上層にまで影響を与えることの実証に AFES を用いて貢献した。同研究は英国科学雑誌 Nature (13 March 2008) に掲載された。

### 地球内部のシミュレーション

固体地球シミュレーション研究グループは、地球シミュレータを駆使した大規模な計算機シミュレーションを通じ、固体地球（地球内部）の構造と時間発展を解明することを目指しています。また、新しい格子系の考案や、革新的なシミュレーション手法の開発、先進的なデータ解析手法の開発などにも積極的に取り組んでいます。

地球シミュレータの性能を最大限に活用することにより、これまでのシミュレーションでは表現できなかった地球磁場の新しい生成機構を見出すことに成功しました。



地球外核中のシート状対流構造。赤道面（横に切った断面）と子午面（縦に切った半透明の断面）上の渦度を色で示している。子午面上の分布から渦度場（あるいは流れ場）は地球の自転軸方向にほぼ均一な分布をもっていることがわかる。一方、赤道面上では、渦度場（あるいは流れ場）が細長い構造をもっていることがわかる。同研究は英国科学雑誌 Nature (28 August 2008) に掲載された。

## 気象や気候の予測シミュレーション

地球上の気象や気候現象は、大気、海洋、陸面、海氷、生態などの自然環境に加え、人間活動から排出される多くの化学物質など、それらの複雑な相互作用を通して成り立っています。複雑性シミュレーション研究グループは、大気・海洋結合系のまさに非線形・非定常な複雑系における予測シミュレーションの精度を向上することを目的に、研究開発に取り組んでいます。

全球、日本領域、都市域など、それぞれの目的と時空間スケールのシミュレーションが可能な、かつ地球シミュレータを最大限に活用できる、非静力学大気・海洋結合シミュレーションコード(MSSG:メッセージ)を開発し、応用に向けて高精度化を進めています。

## 大規模シミュレーションの可視化

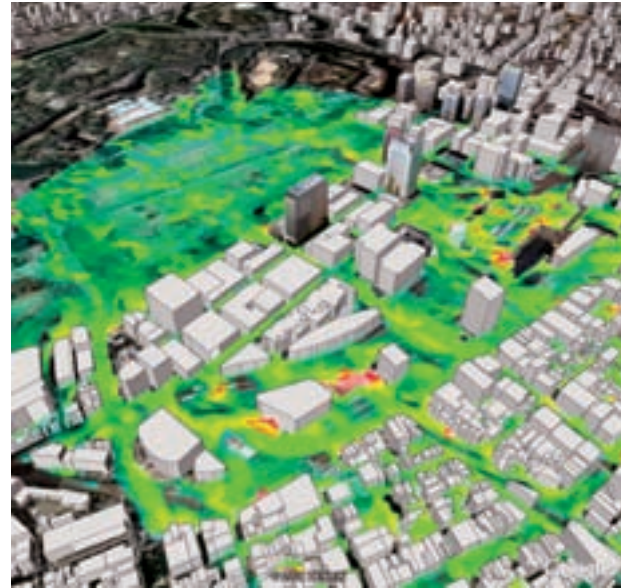
高度計算表現法研究グループは、地球シミュレータを用いた大規模シミュレーションによって得られる膨大なデータについての、効率のよいデータ処理方法・可視化に関する研究およびプログラム開発を行っています。また、特定の科学技術分野への寄与に留まらず、地球シミュレータで得られた成果をより多くの一般の人々に伝えるために、視覚的、感覚的に容易に理解できるような表現や映像コンテンツ制作など、可視化に関連する事柄全般について幅広く手がけています。

BRAVE(CAVE型バーチャルリアリティ装置)で動作する、データ解析を目的としたバーチャルリアリティ可視化ソフトウェアVFIVEを開発し、公開しています。

## 連結階層シミュレーション

連結階層シミュレーション研究開発プログラムは、自然や社会に現れる複雑な現象を複数の階層に分けて必要な部分の計算を行い、それぞれの階層間を効果的に接続する「連結階層シミュレーション」のアルゴリズムとその応用に関する研究開発を行っています。

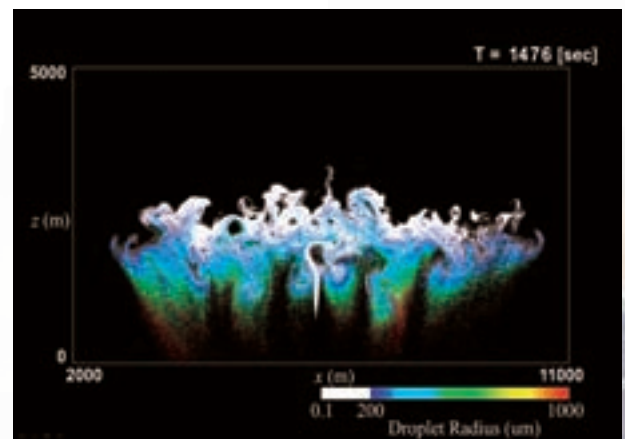
次世代のシミュレーションである連結階層シミュレーションによって、膨大な計算をすることなく、複雑な現象を正確に再現できる可能性が生まれました。連結階層シミュレーションは、宇宙現象から地球環境、新物質、工業製品の開発など様々な研究開発における先進的な方法論として期待されています。



東京丸の内周辺の風況シミュレーション。色は温度を表し、赤い所ほど温度が高い。ヒートアイランド対策等、都市設計に寄与する MSSG 応用への取り組みの一つ。



VFIVE による地磁気ダイナモシミュレーションの計算結果の可視化。チューブは速度場を表す。



雲形成と降水現象の連結階層シミュレーション（「超水滴法雲微物理モデル」と「非静力学大気モデル」の連結による）。空気塊の上昇運動に伴って形成された雲が、降雨をもたらした後消失する過程が、雲内部の複雑な乱流運動と共に再現されている。

# CDEX

## 地球深部探査センター

### ちきゅうの建造の完了

平成12年から建造を進めてきた地球深部探査船「ちきゅう」は、各設備の船上試験及び海上試運転を行い、所要の性能が発揮されることを確認し、平成17年7月29日に三菱重工業(株)長崎造船所(長崎県長崎市)において、無事引き渡しを受けた。



### 下北半島沖での性能確認試験実施

平成17年から18年にかけて行われた下北半島東方沖のライザー試験掘削は82日間にわたり、ライザーレスのパイロット孔(海底下540m)、コア掘削(海底下365m)およびライザー孔(海底下647m)を掘削し、システム総合試験(SIT)をほぼ達成した。



### 海外試験掘削

外部資金を導入した海外試験掘削を実施した。ケニア及びオーストラリア海域において、傾斜掘りを含む3孔のライザー孔と6孔のライザー孔上部孔(ライザーレス掘削区間)を掘削し、国際運用に向けた経験・知見の蓄積、乗組員の技術習熟や稼働率の向上が得られた。



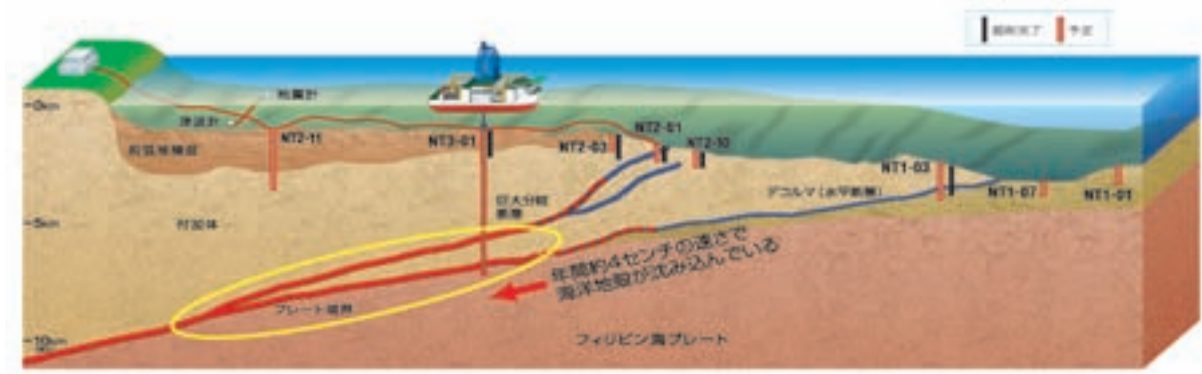
### 「ちきゅう」の一般公開等

平成20年2月に和歌山県新宮で行われた「ちきゅう」一般公開では2日間で見学者約9586人におよび、これまでの、横浜、横須賀、名古屋、八戸、高知、宿毛、神戸、大阪での一般公開により通算7万人を達成した。その他、「ちきゅう」情報発信ポータルサイト「地球発見」の運営、各学会・科学博物館等ブース展示等を通じて、積極的に広く一般に普及・広報活動を行った。また、米国スミソニアン協会国立自然史博物館(ワシントンDC)に新しくオープンした「サント・オーシャンホール」に、「ちきゅう」の模型が常設展示された。



## 南海トラフ震発生帯掘削計画の開始

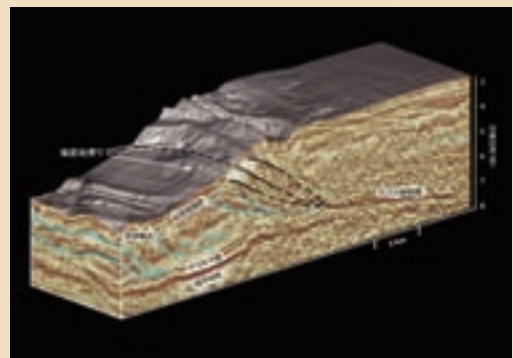
平成19年9月より、統合国際深海掘削計画(IODP)における科学掘削、南海トラフ震発生帯掘削計画(NanTroSEIZE)を開始した。全3研究航海を通じて掘削同時検層(LWD)を5サイト合計4,274mの計測、6サイト合計3,400mの試料採取掘削、全体で33孔12,800mの掘削を実施し、当初計画で目的とした事項についてほぼ達成し、プレート境界断層のコアリングや世界で初めての分岐断層のコアリングに成功するなど、研究や解析着手に必要なデータ及びコアサンプルを着実に取得した。



## 高精度3D事前調査の実施

南海掘削に先立ち、平成18年4月から5月まで紀伊半島沖熊野灘において、掘削地点の安全性確認と地下構造の三次元解析を行った。この解析の結果、詳細な掘削計画を作成し、またプレート境界面から派生する巨大分岐断層とこの海域で起きた巨大津波の原因についての研究にも大きく貢献した。

本成果の一部は、11月16日(日本時間)米国科学誌サイエンス電子版に掲載された。



## HSE体制の確立と整備

HSE(健康・安全・環境保護)体制の確立と整備はCDEX内において最優先課題として取り込まれ、法令遵守することは勿論のこと、産業界でも特に厳しい国際的な石油・ガス鉱業の分野で広く採用されているシステムに則り、CDEXに適合したHSEマネジメントに関するシステム(HSE-MS)が構築された。その後も、運用受託会社が行ったHSEマネジメントの方策と有機的に連携して、HSE面における技術蓄積を行い、CDEX HSE-MSマニュアルの継続的な改善が行われている。その結果、重大な人身事故0を達成している。



# 海洋地球情報部 データ統合・解析グループ

## データポリシーの制定と運用

JAMSTECの施設や設備を利用して得られたデータやサンプルについての全般的な取り扱いを定めた「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針(データポリシー)」を平成19年5月に制定しました。この中でJAMSTECの施設・設備を使用して取得したデータ・サンプルはJAMSTECに帰属し、JAMSTECはそれを適切に管理し利用を促進することを宣言しています。

データ統合・解析グループでは、この基本方針にもとづいて具体的な取り扱い方法を示した「データ・サンプル取扱規程」他を整備して運用しています。データやサンプルは取得後2年(取得した研究者が優先的に利用できる期間)を経過すると一般に公開され、自由に利用できるようになります。

船舶関連のデータについてはデータとメタデータ(データの取得位置、日付、項目等のデータ関連情報)をデータ統合・解析グループが管理・公開し、それ以外のデータについてはメタデータを収集・公開しています。

## データの管理・公開

船舶データについては、水温・塩分の品質管理済みデータの公開、採水分析データや船上重力データの新規公開なども行いました。サンプルについては、岩石サンプルの管理を開始したほか、取得情報や分析データを公開するGANSEKIデータベースを構築し運用しています。堆積物コアサンプルについては高知コア研究所と連携してデータ公開を開始しました。潜水船が取得した画像については深海画像データベースを更新しています。

平成20年6月にはJAMSTECの5船舶の統合データサイト「JAMSTEC観測航海データサイト」を公開しました。ここでは「みらいデータウェブ」と「深海調査研究データウェブ」で公開されていたデータや所内利用航海などのデータを統一フォーマットで提供しています。

この観測航海データサイトを始めとする様々なデータサイトやデータベースで公開されているデータやサンプルを一ヶ所でまとめて検索するためのサービス「JAMSTECデータ検索ポータル」の提供を開始しました(図1)。海域を指定するとそこに含まれるデータの一覧と公開ページへのリンクが示されます。

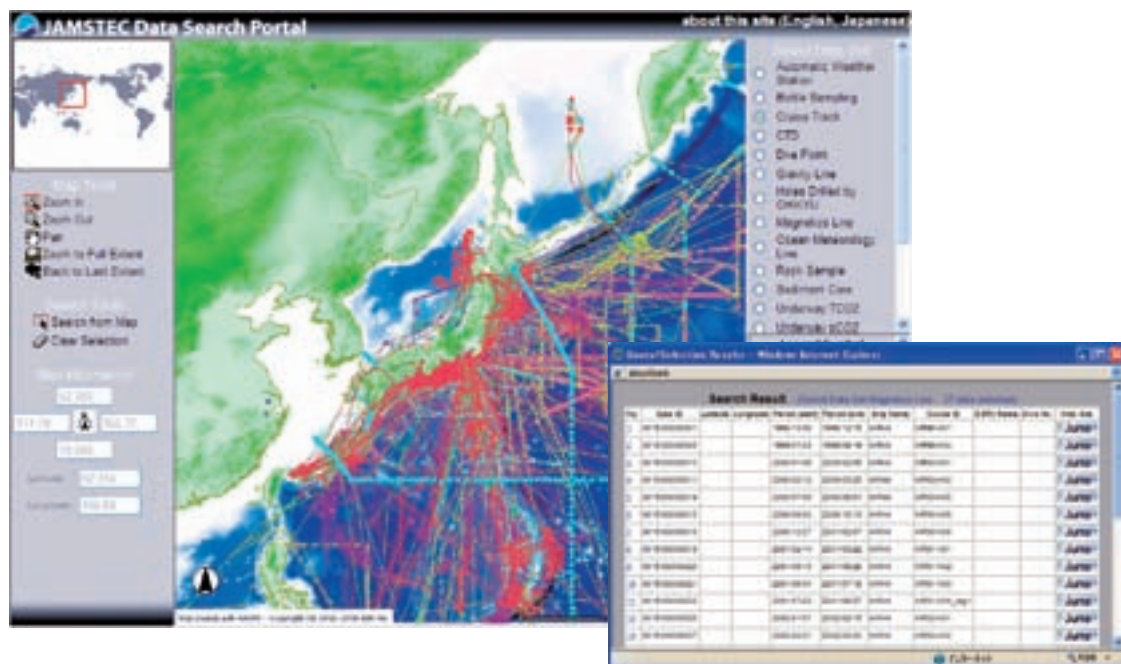


図1: データ検索ポータルの検索画面  
(<http://www.jamstec.go.jp/dataportal/>)

## 海洋生命情報バンクの構築

極限環境生物圏研究センター海洋生態・環境研究プログラムと協力して、深海生物に関する統合データ提供サイト「海洋生命情報バンク」を構築しました。現在、国際共同プロジェクト「海洋生物のセンサス(CoML)」等と連携して海洋生物多様性研究に貢献するシステム構築を進めています。

また潜水調査船等で取得した生物サンプルの管理・公開のために、海洋生命情報バンクと連携して利用できる生物サンプルデータベースを構築しています。

## データ統合・解析システム

データ統合・解析グループでは東京大学からの受託業務としてデータ統合・解析システムを実施しています。これまでに気候変動分野での海洋再解析データ、水循環分野での氷河インベントリやアジア域格子点降水量データセット、生態系分野での生態系連動マップなどの試験的なデータセットを作成し提供しました。また、ユーザアンケートを実施して利用者のニーズの把握に

も努めました。

現在は、東京大学に導入されたデータ統合・解析システムに各種データを投入するための前処理システムを構築するほか、投入用データセットの整備を進めています。さらに、観測データと数値モデルを用いて得られた海洋再解析データを用いて水産資源管理情報を創生する技術について開発を進めています。再解析から得られた躍層付近の水温・塩分の年々変動はアカイカ漁獲量と非常に高い相関を示しており(図2左)、これらの結果を用いた回帰式からは精度良くアカイカ漁獲量を再現することができます(図2右)。この結果を水産資源の変動の予測に拡張することを目指しています。

## 国際連携

JAMSTECの提供するデータの国際的な利用を進めるため、岩石の分析データについてはEarthChem、生物情報についてはOBIS、定点観測データではOceanSITESなどの国際的なデータ提供ネットワークとの連携にも力を入れています。

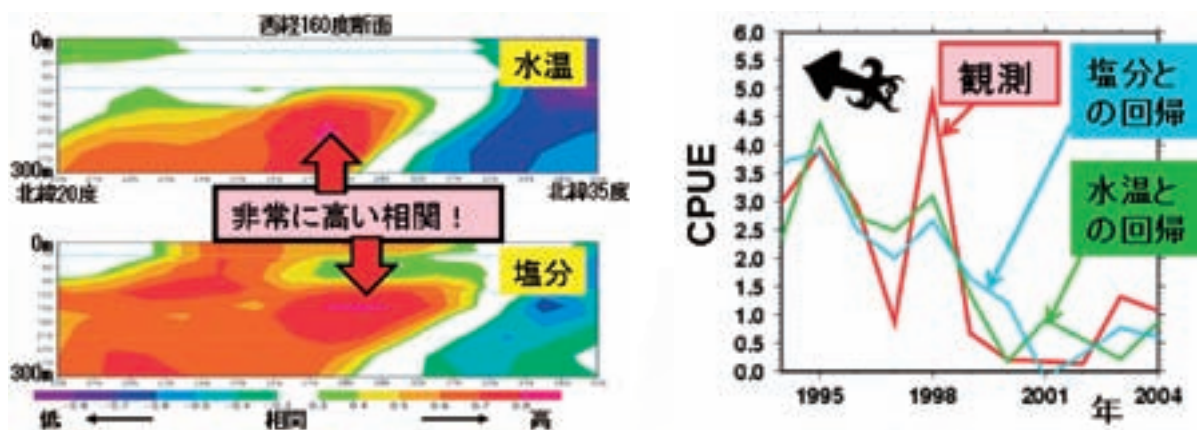


図2: 海洋再解析データの水産資源への応用例: (左) 海洋再解析データの水温・塩分とアカイカ捕獲努力量(CPUE)との相関(4月)、(右) 海洋再解析データの水温・塩分との回帰分析により得られたアカイカ捕獲努力量(CPUE)

# GODAC

## 国際海洋環境情報センター

### 国際海洋環境情報センターについて

名護市豊原にある国際海洋環境情報センター（GODAC:ゴードック）は、名護市が推進する沖縄県北部地域での情報通信関連企業の誘致、雇用創出及びマルチメディア分野の人材育成促進を目的として整備され、管理委託を受けた独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）により、2001年から運用を開始し、2008年11月24日で創立7周年を迎えました。GODACでは、貴重な深海映像等の資料のデジタル化、整理保存（デジタルアーカイブ）、Webによる提供を進めるとともに、海洋科学技術の理解増進のための施設・設備の無料開放や各種イベントの開催を行っています。



図1：GODAC 外観

### デジタルアーカイブと地球情報収集・提供

JAMSTECが保有する潜水調査船「しんかい2000」、「しんかい6500」や無人探査機などにより撮影された貴重な深海の映像情報や、JAMSTECが発行する海と地球の情報誌「Blue Earth」などの定期刊行物、「試験研究報告」などの研究論文の文書情報をデジタル化し、関連情報等によるメタ情報を付与（インデキシング）し、データベースに登録作業を行っています。2001年の開所以来、深海の映像情報のデジタル処理としてビデオテープ（2時間）約1万2千本分のエンコード処理（保存）、および約17万2千ショットのインデキシング処理を行いました。また、文書情報のデジタル公開処理として、約5万7千ページを行いました。

データベースに登録された映像等は深海環境ポータルページで研究者や教育関係者等に公開しています。深海環境ポータルページでは、約1万6千ショットの深海映像（図3）や文書情報を公開するほか、世界各地で観測された海洋や気象の観測データをアーカイブし公開（地球観測データベース）しています。

また、JAMSTECの調査船や有人潜水船、無人探査機等により深海底から採取された岩石サンプルの化学分析データや写真等を公開するデータベース（GANSEKIデータベース）の構築支援・運用管理を行うほか、2008年度は、深海生物関係の各種データのアーカイブ化、Webでの提供を行うためのデータベース（海洋生命情報バンク）の構築支援を行うとともに、GODACシステムの更新を実施しました。（URL：<http://www.godac.jp/>）



図2：デジタルアーカイブ / 地球情報収集・提供



図3：深海映像データベース

## 沖縄県における海洋科学技術の理解増進と地域貢献としての普及啓発活動

GODACでは、海洋科学技術の理解増進を目的として、講義室や映像システム等の各種施設・設備の開放を行うとともに、施設一般公開(図5)やセミナー(開所以来28回開催)を開催しました。

来館者数は、2001年11月24日の開所以来、2008年11月末現在で約7万6千人に達しています。

また、海に関する普及啓発活動として、ビーチコーミングなどの海洋教室(開所以来5回開催)、夏休み・春休み期間のうみの工作教室や、GODAC所有の水中TVカメラロボット「ニライカナイ150」による操縦体験などを実施しました。さらに、沖縄のサンゴ礁海域の日々の姿を写真や水中TVカメラロボットで撮影した映像などを公開し、研究者だけでなく青少年や一般の方々にサンゴ礁を理解していただくことを目的に開設した「サンゴ礁ネットワークWebシステム」(URL: <http://coral.godac.jp/>)を2008年3月にリニューアルし、現在までに約300件の写真や映像を公開した(図6)。2008年は「国際サンゴ礁年」であり、GODACでも沖縄県等に協力し、沖縄県におけるサンゴ礁に関する様々なイベント(「SAVE THE CORAL 2008」「夏休み子供自由研究」など)に展示協力するとともに、館内においてサンゴ礁に関する特別展示を実施した。

2008年度は、9団体35人の職場体験学習・インターンシップを受け入れるとともに、8月には内閣府主催の「アジア青年の家」事業に協力し、施設の提供と地球環境変動に関するセミナーを実施した(図7)。



図7：内閣府「アジア青年の家」事業



図4：来館者7万人を達成  
(2008年8月5日)



図5：施設一般公開(IT子どもツアー)



図6：サンゴ礁ネットワークWebシステム

# SPD

## 計算システム計画・運用部

計算システム計画・運用部では、地球シミュレータの運用管理と産業利用の推進、ネットワークをはじめとする情報基盤システムの整備・運用、そして機構における事務のIT化推進のための業務システムの構築・管理を行っています。また、地球シミュレータを含めた大規模計算機システムについて、計算処理性能の向上等に関する技術研究を行っています。

### 基盤システムグループ

地球シミュレータ、JAMSTECスーパーコンピュータシステムの運用、および利用者に対する技術的支援、各拠点を接続するネットワークをはじめとする情報基盤システムの運用管理とシステム構築を行っています。また、計算アーキテクチャやグリッド技術等、大規模計算機システムの高度化や性能評価に関する技術研究を行っています。

### 産業利用推進グループ

地球シミュレータを利用しているプロジェクトには産業界の研究者も多く参加し、新しい産業技術、産業製品などの技術開発を目的とした研究が進められています。産業利用推進グループでは、地球シミュレータの産業界での利用を推進するため、大規模数値シミュレーションプログラムの高速化等の技術支援およびアルゴリズムの研究開発を行っています。

### 業務システムグループ

JAMSTECにおける事務のIT化を推進するため、業務システムの構築と管理を行っています。また、各システム間の連携を行うためのソフトウェア開発や、利用部門の意見を取り入れたシステム改良を進めています。この他、計算システム計画・運用部の予算管理、企画調整、地球シミュレータに関わる事業化推進等の業務を行っています。

### 主な施設

#### 地球シミュレータ

現在地球シミュレータは、新システム(ES2)への更新作業を実施しています。新システムは、現在のシステムと同じベクトル型演算方式を基本ノードとした分散メモリ型並列計算機で、理論ピーク性能は131TFLOPS(現行システムは40TFLOPS)となります。システムの稼働は平成21年3月を予定しています。



図1:地球シミュレータ(ES2)

	地球シミュレータ (ES)	地球シミュレータ (ES2)	JAMSTECスーパーコンピュータシステム	
			スカラー型並列計算機システム SGI Altix 4700	ベクトル型並列計算機システム NEC SX-8R/24M3
総CPU数	5120CPU	1280CPU	1280CPU(Dual Core)	24CPU
総メモリ容量	10TB	20TB	3TB	384GB
理論性能	40TFlops	131TFlops	16.384TFlops	844.8GFlops
総ストレージ容量	940TB	2.0PB		136.2TB
テープアーカイブ容量	1.8PB	-		600TB
導入時期	2002年3月	2009年3月		2006年9月

表1: JAMSTECスーパーコンピュータシステムの性能比較

### スーパーコンピュータシステム

JAMSTECでは研究者からの様々な要望に対応し、研究開発を効率的に推進するため、方式の異なるスーパーコンピュータを導入しています。これらのスーパーコンピュータは、地球科学分野のシミュレーションやデータ解析に利用しています。また、地球シミュレータで実行させる大規模シミュレーションの前・後処理に利用するなど、地球シミュレータとの連携も行えるようになっています。

### JAMSTEC基幹ネットワーク

JAMSTECの各拠点を接続するネットワークの構築・運用を行っています。また、国立情報学研究所の運用するSINET3のノードが横浜研究所に設置されており、2.4Gbpsの高速ネットワークでインターネットに接続されています。これらのネットワーク上では、不正アクセスやウイルス等の侵入を防止するため、ネットワークの監視を行っています。

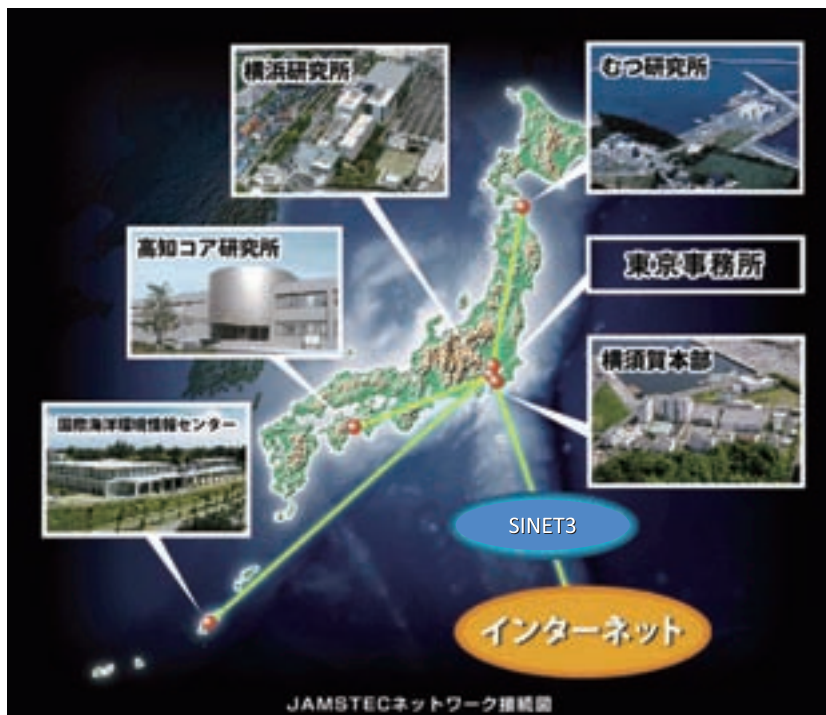


図2: JAMSTECネットワーク概略図

### 地球シミュレータの産業利用推進

地球シミュレータの成果は原則として公表されますが、世界最高クラスの性能を持つ地球シミュレータを産業界の研究・開発、設計・製造にも利用していただけるよう、成果を公表する必要のない有償利用制度を設けています。この制度では、ユーザのプログラム開発支援、チューニング等の技術支援も行っています。さらに、無償で利用できる事前評価(Trial Use)を用意しています。

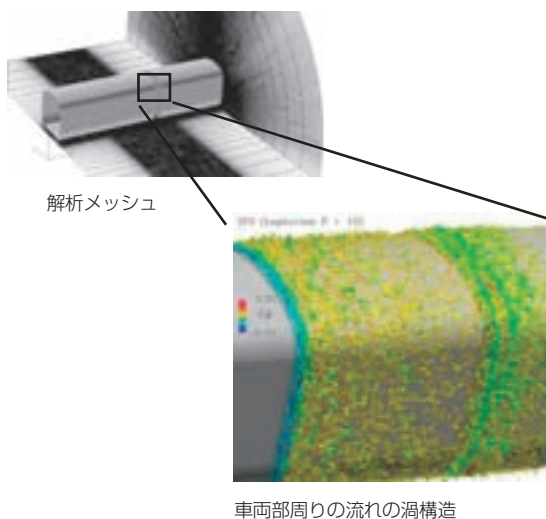


図3: 新幹線車両の空力騒音シミュレーション

これまでは困難だった高周波騒音の音源特定が、シミュレーションにより可能となり、騒音を低減する車両設計に役立つことがわかった。  
(文部科学省平成18年度地球シミュレータ戦略活用プログラム 東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター)

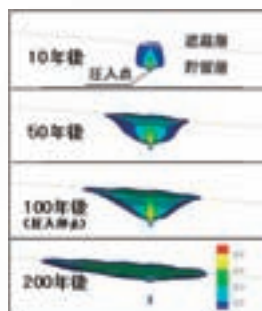
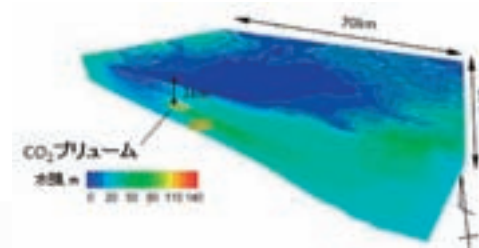


図4: 二酸化炭素地下貯留に関する大規模シミュレーション技術の開発

地球シミュレータによる大規模解析は、二酸化炭素の局所的な地中挙動と広域的な周辺環境影響を総合的に検討する上で有効であることが分かった。  
(文部科学省平成19年度地球シミュレータ産業戦略活用プログラム 大成建設株式会社)

### — 海で起きている環境変化を探る研究と手法の開発 —

今日、人間活動による地球の温暖化や化石燃料によって放出される二酸化炭素が海水に溶け、酸性化することによってもたらされる変化が危惧されています。むつ研究所では開所以来、地球環境に関わる研究を行っている海洋地球研究船「みらい」の母港として活動を支援するとともに海洋に関わる研究の普及に努めています。また、北太平洋の西部亜寒帯循環域の定点K2(北緯47度、東経160度)、KNOT(北緯44度、東経155度)(図1)において、海洋表層の二酸化炭素濃度および海洋中の炭素循環に関わる物質を測定し、その経年変化をとらえる試み(北太平洋時系列観測研究)を行っています。観測研究に加えて、効率的な時系列観測を行うための観測手法の開発にも努めています。最近5年間の研究開発の成果からいくつかを下記に示します。

### 北太平洋時系列観測研究の成果から

定点(K2、KNOT)において溶存全二酸化炭素濃度を測定・解析したところ表面混合層最深部(温度極小層)から中層において年々溶存全二酸化炭素濃度が増加していました。この増加速度のまま進むと冬季に大気と接する表面の分圧と推測される表面混合層最深部の二酸化炭素分圧は2020年頃には約420  $\mu\text{atm}$ となり、大気中の二酸化炭素が現在の速度で増加した時の分圧と等しくなることが予測されます(図2)。また、時系列観測点K2に係留したセジメントトラップに捕集された表層から中深層へ輸送される沈降粒子を解析したところ粒子中のケイ酸塩(オパール)と炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)の比が年々減少している傾向が見出されました(図2)。観測さ

れた海洋表層の二酸化炭素濃度の増加や温室効果気体の増加がもたらす温暖化による現象によって北西部北太平洋の生物生産の状況や生物組成に変化が起き始めている可能性があることを観測結果は示しています。

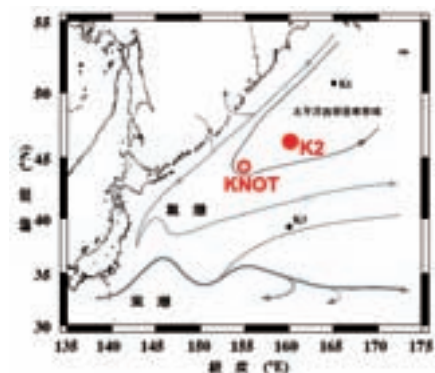


図1：西部北太平洋亜寒帯循環域の時系列観測点 K2 と K NOT

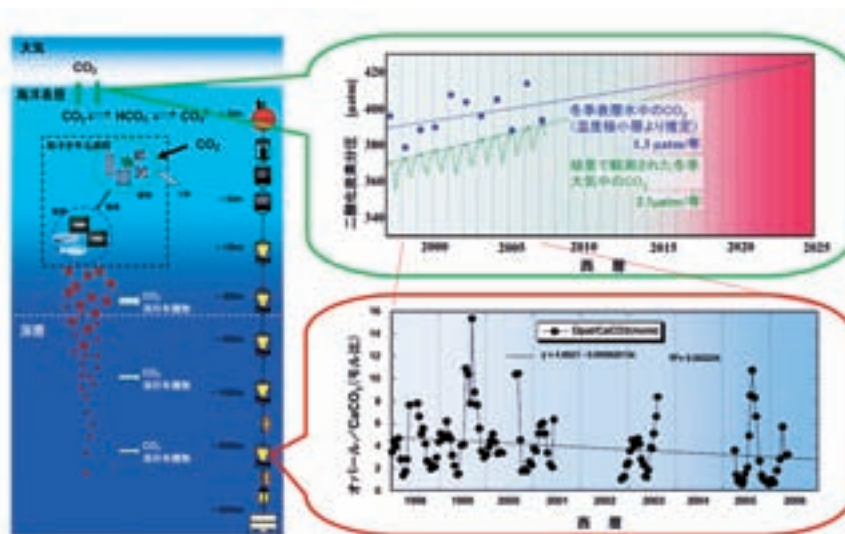


図2：時系列観測点における温度極小層から計算した冬季海水中二酸化炭素濃度分圧と沈降粒子中のオパールと炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)の経年変動 [Wakita et al., 投稿中, Honda et al., 投稿準備中]

### 効率的な観測手法の開発

時系列観測には詳細な季節変動を捉える必要がありますが観測時間等の制限から難しいのが現状です。そこで、McLean社製の自動採水器をほぼ30m水深に設置する技術開発を行い、沈降粒子を捕集するセジメントトラップとともに1年間時系列観測点K2に設置しました。これによって、観測点K2における栄養塩の1年間の詳細な季節変動を得ることができ、沈降粒子が運ぶ炭素量の変動との関係についての知見を得られる様になりました。

また、文部科学省の受託研究、地球観測システム構築推進プラン「海洋二酸化炭素センサー開発と観測基盤構築」により、全球の二酸化炭素の収支を明らかにするために1年間自動で観測可能な漂流型の二酸化炭素センサーを開発しました。平成20年5月には本開発機器をラブラドル海に放流し、約半年間の二酸化炭素分圧を得られることを示し、今後、全球の直接観測の可能性を示しました。

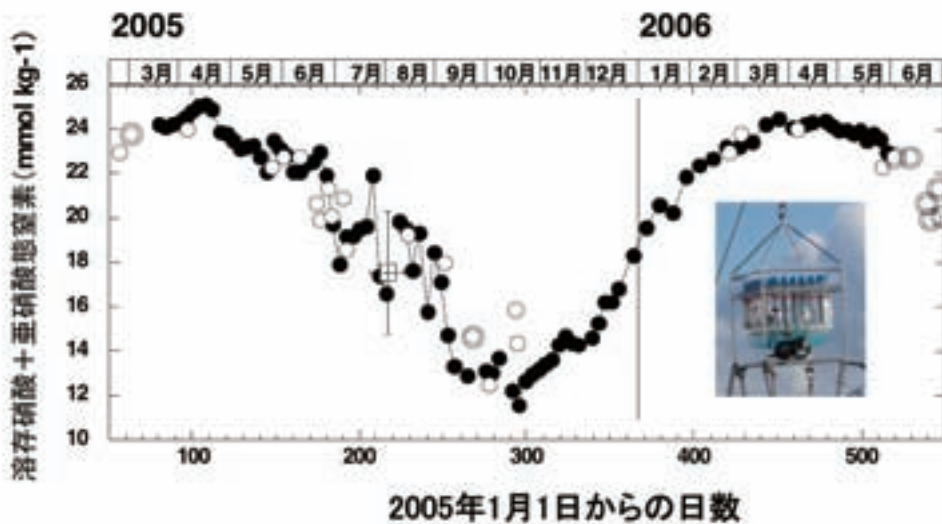


図3：時系列観測点 K2 に設置された自動採水器と深度約 30m の硝酸+亜硝酸態窒素の季節変動  
西部北太平洋亜寒帯域（外洋域）でこのような詳細な季節変動を示した観測例はこれまでありませんでした

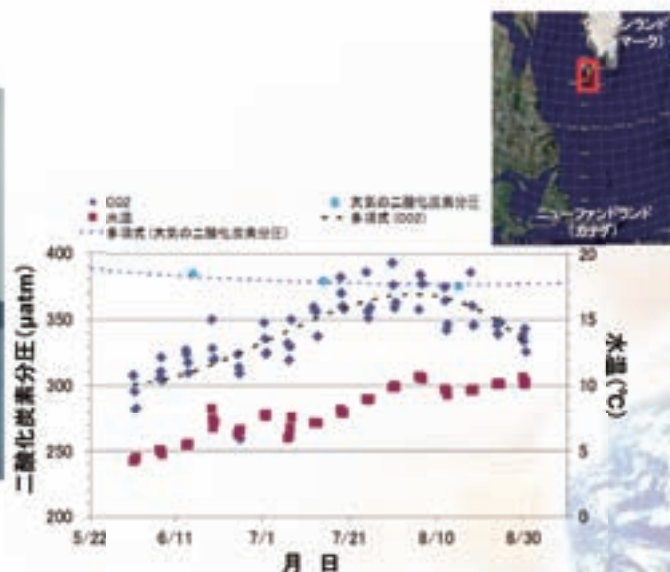
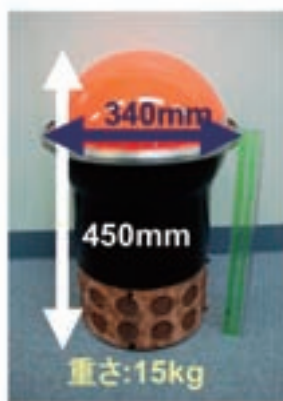


図4：むつ研究所によって開発された漂流型自動二酸化炭素分圧測定装置とラブラドル海での測定結果

### 「コア」研究の世界的拠点として

高知コア研究所は、世界的に注目される研究成果をあげるとともに、世界3大コア保管施設として本格的に始動するなど、国際的な研究拠点としての飛躍を成し遂げました。最近では、地元での国際学会の開催や米国国立科学財団(NSF)のArden L. Bement, Jr. 長官の訪問、市民への公開講演会開催等の多様な活動を通して、広く研究活動が理解される「先端研究拠点」として活動しています。

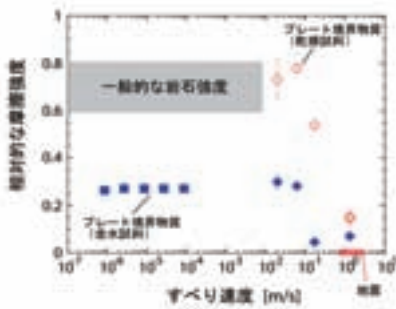
### 地震断層研究グループ

#### 南海・東南海地震発生メカニズム解明を目指して

南海トラフ地震発生帯掘削計画で掘削されたコア試料を用いて、力学特性や深部環境推定の研究を行っています。また、試験装置により地震すべり運動を再現し、断層物質中に生じた化学反応や流体循環過程を明らかにしています。



摩擦試験装置の開発  
地下深部の複雑な地震断層滑り運動を再現・制御する流体制御型摩擦試験装置摩擦試験機の開発を行いました。



室内摩擦実験の結果、浅部プレート境界断層物質は非常に強度が弱く、地下深部で発生した地震は容易にプレート境界に沿って伝播していくことがわかりました。

#### 断層掘削孔内の応力測定

地球深部探査船「ちきゅう」による南海掘削等の地震断層掘削研究において、孔内イメージやコア試料をフルに活用して断層近傍の応力状態の解明を試みています。

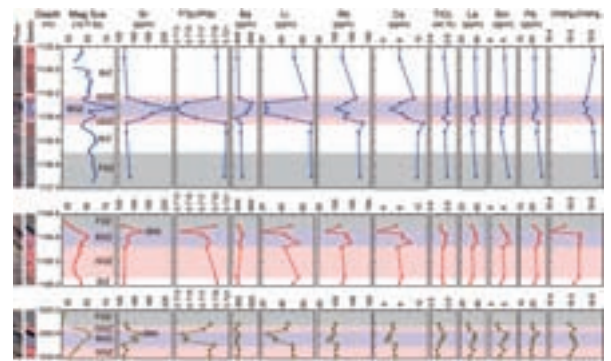


南海掘削コア試料を使った非弾性ひずみ回復(ASR)法(写真)を用いて解析したところ、主応力方向は孔内検層のブレイクアウトから得られる結果と一致し、付加体と前弧海盆での主応力方向が変化したことが示されました。

### 同位体地球化学研究グループ

#### 地震時に断層内部で生じた高温の水の痕跡を世界で初めて発見

1999年台湾集集地震で活動した断層の掘削コア試料の微量元素・同位体分析に基づき、地震時に断層内部で350℃以上の高温の水が存在したことを証明しました。地震における断層すべり機構の理解に貢献するこの成果は、英国科学雑誌ネイチャー・ジオサイエンスに掲載されました。



断層すべり面を含むと考えられる3つの黒色ガウジ帯(BGZ)で微量元素含有率、同位体比の大きな変化が認められました。この変化は350℃以上の高温の水と断層岩が相互作用した場合の計算値とよく一致します。

#### 連携大学院を通じた研究・教育の推進

広島大学との大学院連携協定に基づき、機構職員2名が客員教員となり、研究・教育を新たに開始しました。地球表層における物質循環という観点から、堆積物中の金属元素の挙動に注目し、環境中での元素の化学種変化を同位体比の精密測定に基づき推定するテーマに取り組んでいます。

堆積物中のアンチモン同位体比を学生とともに分析する様子



## 地下生命圏研究グループ

### 海底下に広がるアーキアワールドを発見

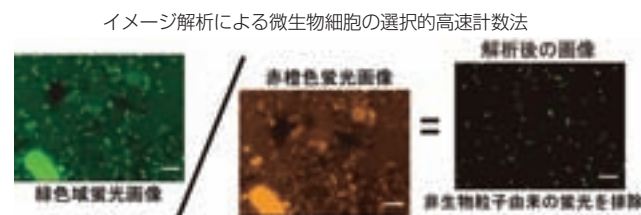
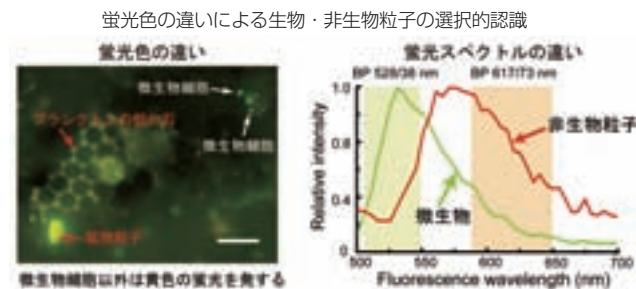
地球深部探査船「ちきゅう」により採取されたコア試料含む世界各地の海底堆積物から極性脂質やDNAを抽出し、その構造と抽出量の分析によって、生命を構成する三つのドメインの一つでこれまでは数が少ないと考えられてきたアーキア(古細菌)が優占的に生息していることを明らかにしました。この成果は世界で初めての研究報告で、英国科学雑誌ネイチャーに掲載されました。



地球深部探査船「ちきゅう」により青森県八戸沖約 80km、水深 1,180m の海底下から掘削された堆積物中に検出された海底下微生物。

### コア試料中の細胞検出と自動定量技術の開発

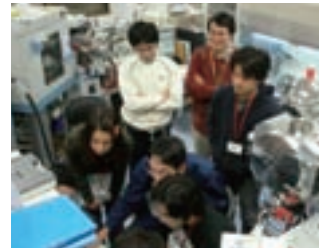
海底下堆積物中に存在する微生物細胞を、DNA蛍光染色による励起波長の特性に基づいて検出、自動的に計数する手法を開発しました。



## 科学支援グループ

### 研究をサポートする先端技術者集団

研究環境整備や分析技術開発を通して、\*高知コアセンター内外の研究者が求める研究支援サービスを提供しています。分析技術の高度化により得られたデータは研究者に提供され、論文等で取りまとめられた成果は高く評価されています。また、日本地球掘削科学コンソーシアム(J-DESC)と協力し、IODP乗船研究者のコア分析支援や若手研究者育成のためのコア解析スクールを開催しています。



コア同位体解析スクールの様子

### 世界3大コア保管施設として活躍

IODPは過去に掘削されたコア試料を、米国保管庫からドイツ、日本(高知コアセンター)の保管庫へ分配整理してきましたが、2008年10月に高知コアセンターは、担当分のコア試料(約83km長)の搬入を完了しました。また、現在進行中の南海トラフ地震発生帯掘削計画で採取されたコア試料を2月に受け入れ、世界中からの試料リクエストの評価、試料採取および発送業務を滞りなく進めるなど、IODP世界3大コア保管施設として、国際キュレーションサービスを展開しています。



最後のコア試料を収納する加藤理事長とグプタ技術主任

### 機構所有のコア試料のキュレーション開始

「みらい」や「かいよう」等の調査船で採取したコア試料が関連データとともに公開され、利用申請の受付が開始されました。これにより、航海当初の研究計画だけでなく、他の様々な研究や教育・展示等にコア試料を利用することができます。



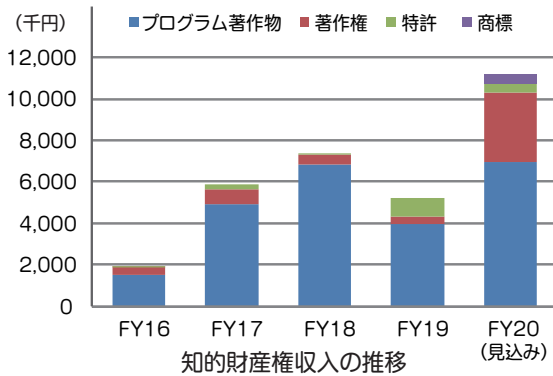
保管庫に収納された機構所有のコア試料

\* 高知コアセンターは、高知大学海洋コア総合研究センターと海洋研究開発機構高知コア研究所が共同して運営している施設の愛称です。

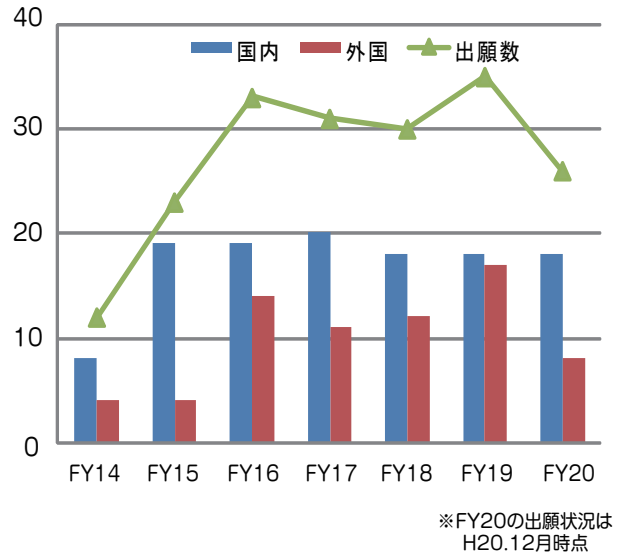
# JAMSTEC の知的財産概要

## 知的財産の保有件数

	国内	外国
特許	52	14
特許出願中	99	54
商標	10	—
プログラム著作物登録	11	—



## 特許出願状況



## 主な特許紹介



海洋に関する基盤技術開発

- ・高効率エネルギーシステム
- ・慣性航法システム
- ・水中通信システム
- ・機体構造
- ・高強度ケーブル
- ・海底探査システム

### 海洋産業への応用

- 海洋生物資源
- 鉱物資源／エネルギー資源
- その他海洋産業

### 海洋産業以外への応用

- 燃料電池自動車
- 航空宇宙産業
- 災害救助ロボットや警備ロボットなど



地球内部ダイナミクス研究

- ・地質試料の測定装置
- ・シミュレーション手法

### 土木建設分野への応用

- エネルギー資源の開発
- コンクリート構造物の保守監視や耐震性評価 など

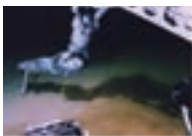


シミュレーション研究

- ・気象シミュレーション装置

### 様々なシミュレーションへの応用

- 粒子、個体、液体、生物など多数の要素からなるあらゆる系の動きを再現可能
- 科学計算、気象予測、海流予測など



海洋・極限環境生物研究

- ・深海微生物の有効利用
- ・海洋生物の有効利用

### 酵素・医薬品・環境関連分野への応用

- 有用酵素や遺伝子資源の探索
- バイオリクターによる有用物質生産 など

# 知的財産活用の主な取組み

## イノベーション創出／ベンチャー支援

### 実用化展開促進プログラム

#### 1. 目的

JAMSTECの研究成果を活用したイノベーション創出

- 産業界や自治体、大学との積極的な交流を通じた研究成果の**商業化/技術移転**などの促進
- 研究成果を活用した**普及活動**の促進

#### 2. 応募区分と規模、期間

##### (1) 機構内業務 (JAMSTEC単独事業)

- ① 実施期間：1年間
- ② 資金負担：1課題につき2,000万円を上限として機構より支出

##### (2) 共同研究 (企業・大学等との連携)

- ① 実施期間：3年間以内 (各年度末に評価して継続の可否、翌年度の予算額を決定)
- ② 資金負担：1課題につき2,000万円を上限として機構より支出

#### 3. 支援内容

ソフトの改良等や技術開発、フィージビリティスタディ、海洋科学技術に関する成果利用・普及活動の調査研究のための経費等

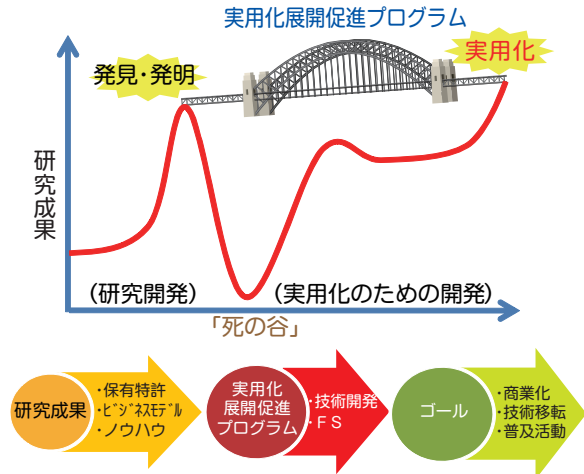


図1 実用化展開促進プログラムのコンセプト

表1 平成19年度採択課題

採択課題	実施責任者	実施期間
カルサイト結晶粒子を利用したコンクリート構造物の現位置応力測定方法の確立	地球内部変動研究センター 坂口 有人 技術研究主任	3年
高精度マイクロミルシステム「Geomil3.2.6」の製品化のための開発 <b>実用化に成功!</b>	地球内部変動研究センター 坂井 三郎 技術研究副主任	1年
深海生物追跡調査ロボットシステム「PICASSO」による映像資源の活用方策の調査研究	極限環境生物圏研究センター Dhugal Lindsay 技術研究主任	1年

表2 平成20年度採択課題

採択課題	実施責任者	実施期間
簡単な酸素イメージング装置に実用化	地球内部変動研究センター 小栗 一将 研究員	1年
耐熱性タンパク質予測システムの製品化に向けた開発	極限環境生物圏研究センター 高見 英人 プログラムディレクター	1年
固定化単体を用いた動物細胞凍結保存法の工業利用向けデータの取得	極限環境生物圏研究センター 小西 聡史 研究員	1年

08/4/8 発売



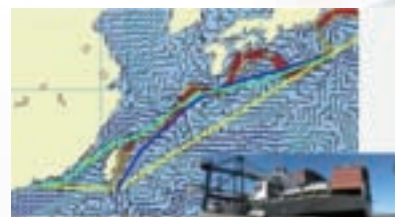
島根大学との共有特許を企業に実施許諾し、市販化したもの産官学連携の成功例！  
 発売元：合資会社いずもWeb  
<http://g326.com/>

### JAMSTECベンチャー支援制度

JAMSTECの知的財産を活用して事業を行うベンチャー等を申請に基づきJAMSTECベンチャーと認定し、その事業活動を支援します。

- 知的財産に対する独占的通常実施権の付与
- 共同研究等における優遇措置
- 研究施設等の使用料減免
- 職員の兼業
- 研究員の受入
- 認定期間：5年間

JAMSTECベンチャー第1号  
 海流予測情報利用有限責任事業組合(LLP)  
 (平成18年5月24日設立)



# 主要施設・設備

## 船舶

学術研究船 淡青丸



長さ : 51 m  
総トン数 : 610トン  
乗員数 : 38名

海洋調査船 なつしま



長さ : 67 m  
総トン数 : 1,739トン  
乗員数 : 55名

海洋調査船 かいよう



長さ : 62 m  
総トン数 : 3,350トン  
乗員数 : 60名

学術研究船 白鳳丸



長さ : 100 m  
総トン数 : 3,991トン  
乗員数 : 89名

支援母船 よこすか



長さ : 105 m  
総トン数 : 4,439トン  
乗員数 : 60名

深海調査研究船 かいれい



長さ : 106 m  
総トン数 : 4,517トン  
乗員数 : 60名

海洋地球研究船 みらい



長さ : 128 m  
総トン数 : 8,687トン  
乗員数 : 80名

地球深部探査船 ちきゅう



長さ : 210 m  
総トン数 : 57,087トン  
最大掘削深度 : 7,000 m  
乗員数 : 150名

## 潜水船・探査機

有人潜水調査船  
しんかい6500



最大潜航深度 : 6,500 m  
乗員数 : 3名  
長さ : 9.5 m  
空中重量 : 25.8トン

深海巡航探査機  
うらしま



最大潜航深度 : 3,500 m  
最大航続距離 : 300 km  
長さ : 10 m  
空中重量 : 10トン

無人探査機  
ハイパードルフィン



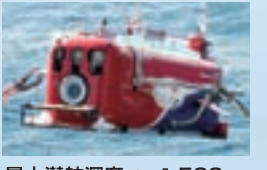
最大潜航深度 : 3,000 m  
長さ : 3.0 m  
空中重量 : 3.8トン

無人探査機  
かいこう7000 II



最大潜航深度 : (ランチャー) 11,000 m  
(ビークル) 7,000 m  
長さ、空中重量 : (ランチャー) 5.0 m、5.3トン  
(ビークル) 3.0 m、3.5トン

深海生物追跡調査ロボットシステム  
PICASSO



最大潜航深度 : 1,500 m  
潜航時間 : 5~6時間  
長さ : 2.0 m  
空中重量 : 200kg

掘削孔利用システム  
べんけい



最大稼働深度 : 6,000 m  
長さ、空中重量 :  
(ビークル) 5 m、4.8トン  
(ステーション) 2.3 m、3.6トン

曳航式深海底探査システム  
ディープ・トウシステム



最大潜航深度 : 4,000 m  
長さ : 3.5 m  
空中重量 : 1.0トン



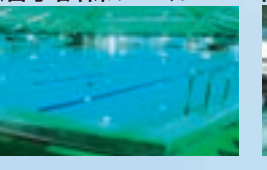
最大潜航深度 : 6,500 m  
長さ : 3.5 m  
空中重量 : 1.2トン



最大潜航深度 : 4,000 m  
長さ : 3.3 m  
空中重量 : 1.35トン

## 施設設備

潜水訓練プール



高圧実験水槽



波動水槽



超音波水槽



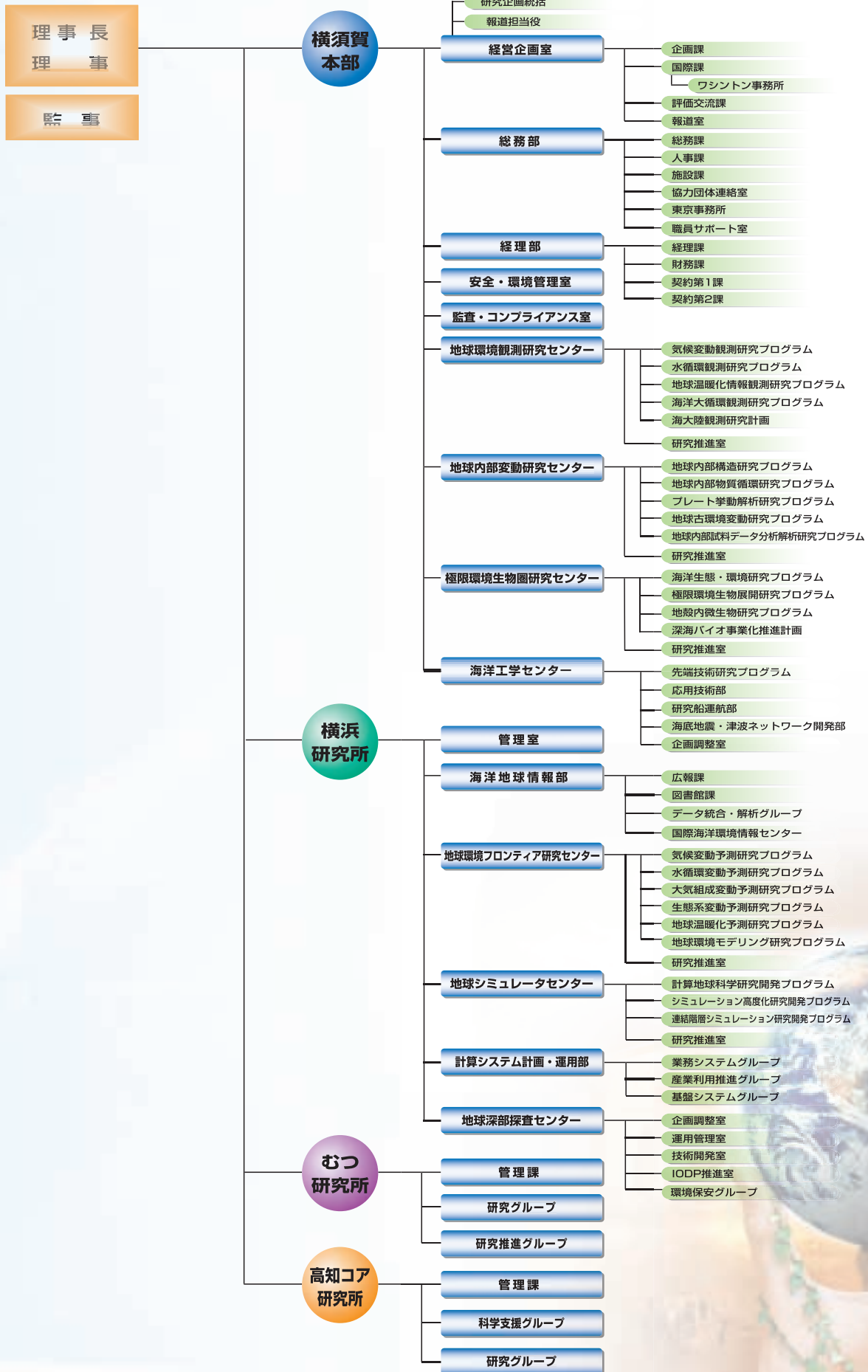
深海微生物実験システム



地球シミュレータ



# 海洋研究開発機構の組織



## 賛助会員名簿

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、寄付をいただき、支援していただいております。(アイウエオ順)

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



独立行政法人海洋研究開発機構

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