平成19年度海洋研究開発機構研究報告会

JAMSTEC 2008

海洋地球科学からのイノベーション創出に向けて

平成20年2月14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

特別講演

● 国創りに結実する科学技術創造を目指して …… 2
～イノベーション創出能力強化と海洋・地球科学技術革新の役割～
芝浦工業大学学長(前総合科学技術会議議員)　柘植 綾夫

● 南海トラフを掘る！ …… 6
－「ちきゅう」初のIODP掘削－
理事 地球深部探査センター長　平　朝彦

● IPCCのノーベル平和賞受賞と日本研究陣の貢献 …… 8
地球環境フロンティア研究センター　特任上席研究員　松野 太郎

● JAMSTECの研究開発成果の事業化促進に関する新たな取り組み …… 10
研究成果展開担当役　真鍋　烈

● JAMSTECの研究開発成果の事業化への展開

～その1 JAMSTEC初のベンチャー企業 -Forecast Ocean Partnership- の立ち上げ～ …… 12
地球環境フロンティア研究センター　プログラムディレクター　山形 俊男

～その2 社会還元を目指した成果展開への取り組み～ …… 14
地球シミュレータセンター　グループリーダー　高橋 桂子

～その3 小型深海ロボットの技術最前線～ …… 16
海洋工学センター　サブリーダー　吉田　弘
極限環境生物圏研究センター　技術研究主任　Dhugal J. Lindsay

● 平成19年の主な成果

・地球環境観測研究センター …… 18
・地球環境フロンティア研究センター …… 20
・地球内部変動研究センター …… 22
・極限環境生物圏研究センター …… 24
・海洋工学センター …… 26
・地球シミュレータセンター …… 28
・地球深部探査センター …… 30
・海洋地球情報部 データ統合・解析グループ …… 32
・国際海洋環境情報センター …… 34
・計算システム計画・運用部 …… 36
・むつ研究所 …… 38
・高知コア研究所 …… 40

● JAMSTECにおける知財活用の主な取り組み …… 42
● 主要施設・設備 …… 44
● 海洋研究開発機構の組織 …… 45
● 賛助会員名簿 …… 46

ご　挨　拶

本日は、平成19年度海洋研究開発機構研究報告会「JAMSTEC2008」にご来場賜り、誠にありがとうございます。

海洋が人類をはじめとする生物の生命を維持する上で不可欠な要素であることは、昨年7月に施行された「海洋基本法」において述べられていることでございますが、「海を通して地球を知り、未来を予測する」ことを目指す当機構においては、このことは、日頃から活動の基盤としているところであります。この「海洋基本法」では、海洋に関する基本理念が定められ、我が国の経済社会存立の基盤としての海洋に関する科学的知見の充実が求められております。このような国の動向をふまえ、当機構役職員一丸となって研究開発に邁進すべく、身を引き締めているところでございます。

平成19年は、当機構においても、大きな節目となる一年でありました。地球深部探査船「ちきゅう」は、統合国際深海掘削計画（IODP）に本格的な参加を果たし、南海トラフでの研究掘削を実施し、今月初旬に第一期の掘削作業を終えたところでございますが、巨大地震発生帯において人類史上初めて本格的な科学掘削を成功させるという成果を得ました。また、「地球シミュレータ」による温暖化予測研究など、当機構の研究者が科学的知見において大きく貢献したIPCCの第４次報告書は、ノーベル平和賞受賞の対象となり、国際的にもその活動への更なる期待がもたれております。これらにつきましては、実際の研究現場からの声を含めて、本日ご紹介させていただきます。

研究開発の成果に付加価値をつけて、社会に、あるいは国民経済に還元することについても、当機構では積極的に取り組んでおります。今年度より「実用化展開促進プログラム」を立ち上げ、研究開発成果を積極的に社会に発信・還元すべく、産学官連携を視野にいれた事業化に向けた取り組みを始めました。科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出すイノベーションをもたらすためには、Valley of Death「死の谷」と呼ばれる、技術のビジネス化までの険しい道のりを歩まねばなりません。本日、特別講演といたしまして、芝浦工業大学学長、柘植 綾夫様より、「国創りに結実する科学技術創造を目指して」ということで、イノベーション創出能力強化と海洋・地球科学技術革新の役割についてご講演いただきますが、海洋基本法及び第三期科学技術基本計画に根ざしたイノベーション創出に向けた取り組みを本格的に始動した当機構にとって、まさに時宜を得たご講演と、感謝申し上げる次第でございます。

本報告会では、社会貢献の観点での研究開発成果や知的財産の事業化への取り組みについて、海流予測・気象予測に関するベンチャー企業の立ち上げや、深海生物追跡調査システムの開発など、進行中の具体例をあげながらご紹介いたします。今後、先ほど述べました「実用化展開促進プログラム」などを通じ、本報告会ご臨席の皆様あるいはご所属機関と、当機構との共同研究・共同事業化などを通じ、イノベーションを創出して行く関係を築くことができるよう、一層の努力をしてまいります。

最後になりますが、昨年末の１２月２４日に閣議決定されたことでございますが、当機構と独立行政法人防災科学技術研究所との統合に向けた新たな組織づくりの準備も始まっております。海洋・地球分野と防災科学分野の研究開発成果を直結させることによる相乗効果で国民に貢献できるよう、両法人の長所を引き出しあえるような統合を実現いたしたいと考えております。

今後も、ますますのご支援とご協力を賜わりますよう、お願い申し上げる次第でございます。

独立行政法人海洋研究開発機構

理事長　加藤　康宏

特別講演

国創りに結実する科学技術創造を目指して

～イノベーション創出能力強化と海洋・地球科学技術革新の役割～

芝浦工業大学学長（前総合科学技術会議議員）柘植　綾夫

1. 国創りに結実する科学技術創造に向けて

21世紀の今、我が国は明治維新、敗戦後の復興期に次ぐ、国創りの第三の重大変革期に入っている。エネルギーと地球環境問題のように世界全体の課題解決への貢献や、少子・高齢化と人口減少が予測される我が国の21世紀における国力の持続、および安全・安心に係る課題解決など、科学的・技術的価値創造を社会経済的価値創造に具現化する、所謂“イノベーション”創出への期待は益々高まっている。この国を挙げた科学技術創造立国活動が真に国創りに結実をするためには、知の創造を社会経済価値創造に結合させる“イノベーション創出能力”の強化と、それを支える“イノベーション人材育成”が喫緊の課題である。

図1は、第三期科学技術基本計画（平成18年3月閣議決定）において掲げた、科学技術によって切り拓き国民・社会・世界に貢献する3つの理念：「人類の英知を生む」、「国力の源泉を創る」および「健康と安全を守る」のもとの、6つの大政策目標と12の中政策目標を示している。これによって、「科学技術イノベーションは何を目指しているか」についての国民への説明責任を強化した点で、第三期科学技術基本計画は我が国の科学技術政策の歴史において画期的と言っても良い。

同計画では、基礎研究に対しては多様性を確保しつつ一定の資源を確保して着実に推進することを担保しつつ、図1の政策目標に対応する重点推進分野として、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野を、また国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して推進する分野として、エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、宇宙・海洋等のフロンティアの推進4分野を決めた。

更にこの8分野内での重点投資を図るために、図1の政策目標に対応する研究開発において、273の重要な研究開発課題を抽出し、その中から更に

① 急速に高まる社会・国民のニーズに迅速に対応する課題

② 国際競争を勝ち抜く上でこの5年間で重点投資を要する課題

③ 長期戦略の下、国の主導で取り組む大規模プロジェクト（国家基幹技術）

に該当する62の戦略重点科学技術を選定した。

まさに、科学技術は国創りへの先行投資であり、限られた資源を如何に社会経済的価値に具現化することが出来るかが、国の科学技術経営に課せられた最重要任務である。ここに科学技術駆動型イノベーション創出能力の強化が科学技術コミュニティーに求められている。

2. 第三期科学技術基本計画における海洋分野の推進戦略

世界最高の科学掘削能力を持つ地球深部探査船「ちきゅう」が活動を開始し、今後統合国際深海掘削計画（IODP）の枠組みの中で、日本が中心的役割を果たしつつ国際的な地球と海洋の研究を推進する体制を強化せねばならない。

一方、世界中の海域で海洋資源開発のための探査・開発活動が活発化している。また、スマトラ沖大地震・津波や大型台風等の自然災害の発生により、我が国にとどまらずアジアを中心

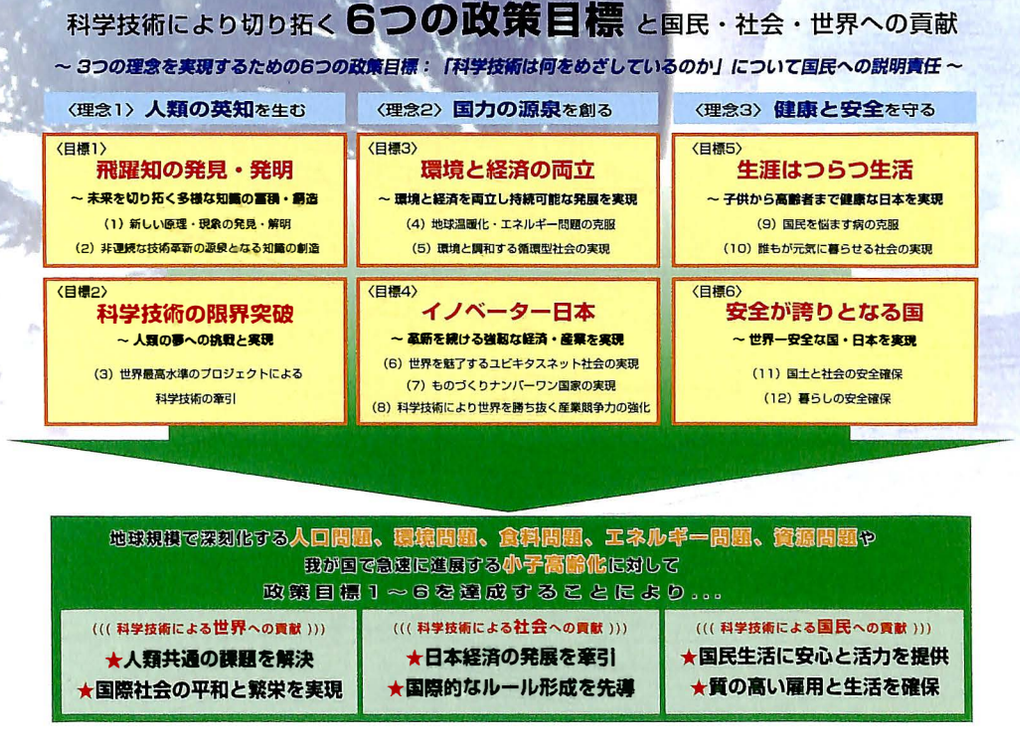


図1：第三期科学技術基本計画の目指す政策目標

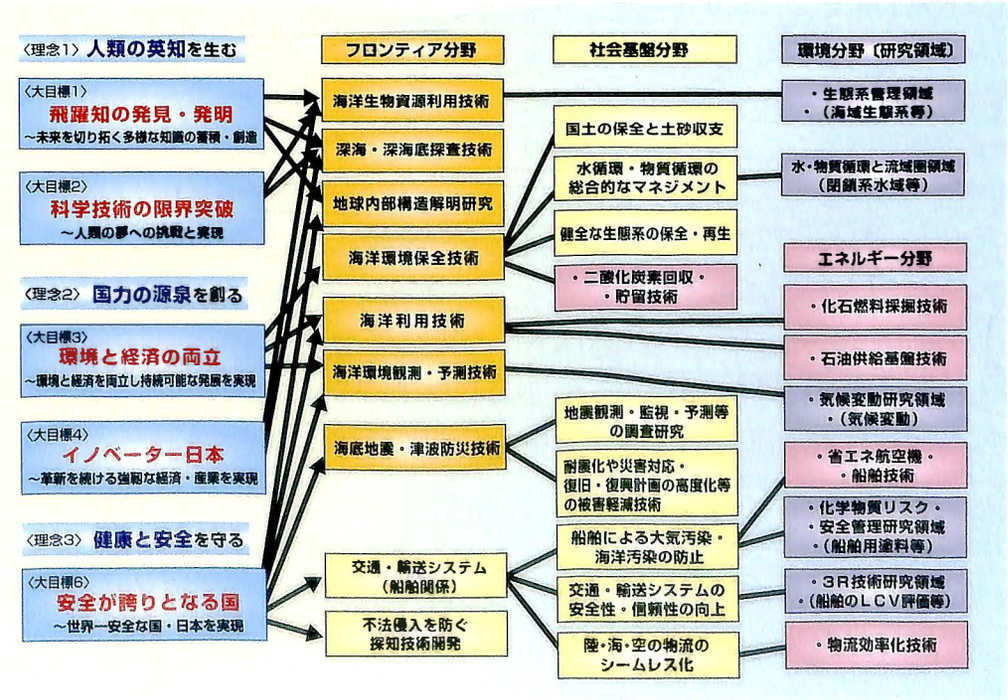


図2：海洋関連の重要な研究開発課題

特別講演

国創りに結実する科学技術創造を目指して

～イノベーション創出能力強化と海洋・地球科学技術革新の役割～

に防災に対する科学技術の貢献の期待が高まっている。このような現状のもと、第三期科学技術基本計画においては、海洋分野の活用技術を「国土が狭く資源に乏しい我が国にとって国の基盤であり、我が国の総合的な安全保障に貢献するもの」と位置づけて、海洋関連の重要な研究開発課題としてフロンテア分野、社会基盤分野や環境分野およびエネルギー分野において、図2に示すように27の課題を抽出した。海洋分野における科学技術課題と政策対応との相互連関の幅の広さを改めて認識させられると同時に、「海洋科学」に加えて「海洋利用」の観点の取り組みの重要性も再認識せねばならない。

更に第三期科学技術基本計画においては、海洋関連の戦略重点科学技術を絞り込み、次世代海洋探査技術を国家基幹技術：「海洋地球観測探査システム」の柱として位置づけた。(図3)

国連海洋法条約に対応した我が国の海洋政策大綱および海洋基本法が制定された今、同計画において海洋分野を「国の存立にとって基盤的であり、国として取り組むことが不可欠な課題を重視して研究開発を推進する分野」として位置づけたのは、誠に時期を得たものである。同時に本分野に関わる科学技術コミュニティーは、海洋・地球分野における知の創造が社会経済価値創造に結実する道を歩んでいるかについて、絶えずＰＤＣＡマネージメントを実践せねばならない。

3. 海洋に関する総合戦略的研究開発推進と人材育成の枠組み構築強化を

海洋分野における研究開発は、図2にても分かるように国家的な戦略性に加え、多くの要素技術が融合した総合的な研究開発の特徴を有する。このため、従来の縦割りの府省の所掌をベースとした研究開発の基本構想、目標設定、予算化の組み立てだけでは、投資効果を最大にすることに限界がある。

このため、政府全体として海洋の利用・保全の推進の方向を明確化し、その実現に向けて取り組むべき海洋分野の研究開発の課題を抽出し、目標設定、予算化、実行とフォローアップ等、総合的かつ戦略的に推進する枠組みを構築する必要がある。総合科学技術会議としてもこのような観点からの横断的府省連携型取り組みを強化しつつあるが、こうした総合戦略的研究開発の枠組み構築は行政全体においても強化が必要である。海洋政策大綱および海洋基本法の運用に際し、この観点からの枠組み構築と実行が求められる。

一方、海洋分野の大学・研究独法及び産業界の研究者、技術者の数が減少している状況に危機感を持つ。このため、大学における海洋科学、海洋工学等の教育、基礎研究の推進等を行うとともに、海洋分野の研究開発の特徴である「総合性」に対応できる人材育成のための教育体系を構築する必要がある。平成20年度の関連予算において、この観点からの投資への充実化が図られつつあることは誠に喜ばしい。

真の産学官連携の下で、我が国の科学技術駆動型イノベーション創出能力強化とイノベーション人材育成強化において、海洋・地球科学技術革新が大きく貢献をすることを期待する。

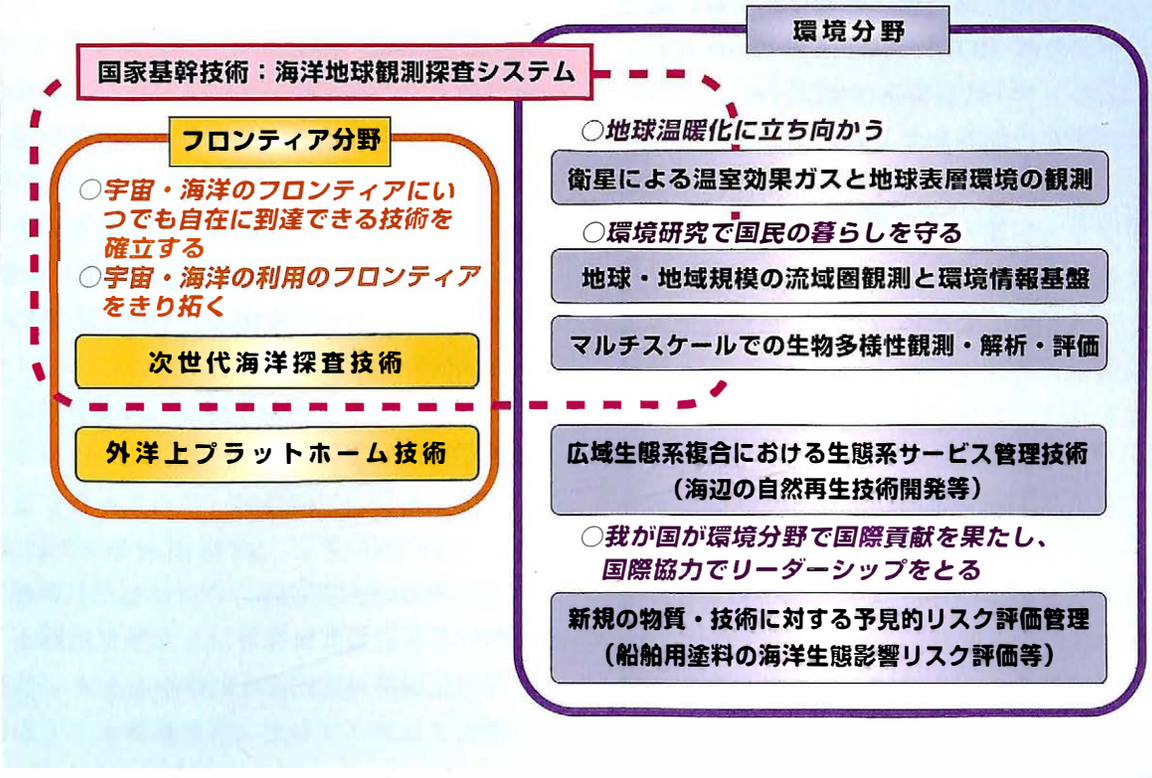


図3：海洋関連の戦略重点科学技術

南海トラフを掘る！
-「ちきゅう」初のIODP掘削 -

理事・地球深部探査センター長　　平　朝彦

1. 南海掘削とは

2007年、地球深部探査船「ちきゅう」は、統合国際深海掘削計画（IODP）による最初の研究航海となる「南海トラフ地震発生帯掘削計画」（南海掘削）を紀伊半島沖熊野灘において開始した。南海トラフは、日本列島の東海沖から四国沖にかけて位置するプレート沈み込み帯で、地球上で最も活発な巨大地震発生帯の一つである。南海トラフの一部にあたる紀伊半島沖熊野灘は、東南海地震等の巨大地震震源と想定される領域（プレート境界断層が地震性すべり面の性質を持つ領域）の深さが世界のプレート境界の中でも非常に浅く、「ちきゅう」による掘削が可能な海底下6,000m程度であるという特徴を有している。南海掘削では、プレート境界断層および津波発生要因と考えられている巨大分岐断層を掘削し、柱状地質試料（コア）の採取や掘削孔内計測を実施することにより、プレート境界断層内における非地震性すべり面から地震性すべり面への推移及び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いる。本計画は、全体として4段階（ステージ）に分けて掘削する計画で、今年開始したステージ1では、掘削孔内における各種物理データの取得、海底下最大1,000m程度までの試料採取等を実施し、その後、ステージ2（巨大分岐活断層へのライザー掘削）、ステージ3（プレート境界断層へのライザー掘削）、ステージ4（長期孔内計測装置の設置）の実施を予定している。

2. 海外試験掘削

南海トラフでの科学掘削航海の開始に先立ち、昨年11月より、「ちきゅう」は大深度掘削技術の蓄積等を目的として、ケニア沖および豪州北西大陸棚において試験掘削作業を実施した。本試験掘削では、掘削深度2,000mを越えるライザー掘削作業（3ヶ所）及び孔井上部掘削作業（6ヶ所）を実施し、水深2,200mにおける噴出防止装置（BOP）の設置・作動確認、平均2.5ノット（約4.6km/h）の強潮流環境下でのライザー掘削実施及び定点保持性能の確認、大深度掘削に必要な掘削方向制御（傾斜掘削）の実施、複雑な地層における掘削等の実施、乗組員の技術習熟・練度向上及び機器のチューンナップによる稼働率の向上など、今後「ちきゅう」が多くのミッションを実施していくために必要となる試験や訓練を行うことができた。

3. IODP第314次研究航海

2007年9月21日16時20分、「ちきゅう」は和歌山県新宮港を出港し、南海掘削第1次研究航海（IODP第314次研究航海）を開始した。本研究航海における共同首席研究者は、木下正高博士（海洋研究開発機構地球内部変動研究センター海洋底観測研究グループリーダー）とハロルド・トビン博士（米国ウィスコンシン大学マディソン校地質・地球物理学部准教授）で、6カ国から全16名の科学

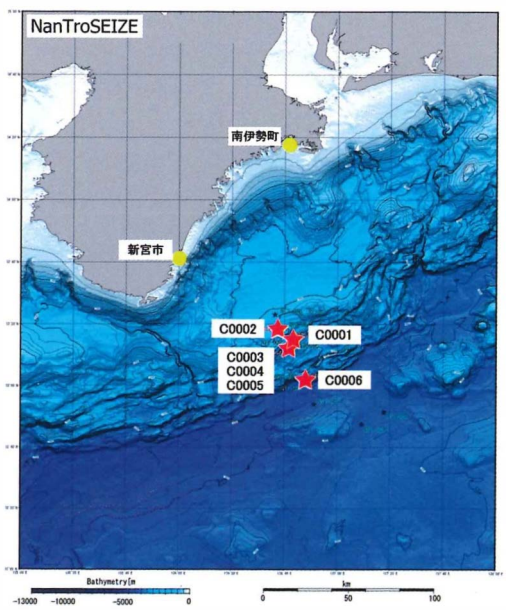


図1：掘削地点位置

者が乗船し研究を実施した。本研究航海では、南海トラフ地震発生帯浅部において、プレート境界断層の上盤側の特性を明らかにすることを目的として、掘削同時検層（LWD）を実施した。掘削海域の付加体堆積物はプレートの沈み込みにより歪が蓄積されるため強い圧縮応力が働いており、さらに4ノットを超える黒潮の潮流下という厳しい環境下での掘削だったが、合計6地点（C0001からC0006）、12箇所（パイロット孔、土質試験孔及び掘削同時検層（LWD）孔の合計）での掘削を行い、うち5地点で掘削同時検層（LWD）を実施し、海底下400mから1400mまでの掘削孔内の各種物理データを連続的に取得することに成功した。南海トラフの付加体（掘削地点C0001とC0004）と陸側の熊野前弧海盆（掘削地点C0002）で実施した掘削同時検層（LWD）で得られた掘削孔壁のイメージデータにより、海底下1000mから1400m程度の地震発生帯上部における応力状態や地質構造に関する情報が取得できた。これらのデータは、熊野灘沖における付加体の発達過程及び地震の準備段階から発生までのメカニズムを解明する重要なデータになると期待される。また、熊野前弧海盆で実施した掘削同時検層（LWD）（掘削地点C0002）で得られた地層の比抵抗イメージデータにより、海底下220mから400mの区間にメタンハイドレートに富む地層群が、泥質堆積物に挟まれた砂層を充填するように濃集して存在していることが確認された。本航海では掘削同時検層（LWD）を孔内に落とし遺留させる事故が発生したが、十分な安全の検討を行い、孔内にセメントで封入した。

4. IODP第315次研究航海

続いて、第2次研究航海（IODP第315次研究航海）を11月16日から全33日間にわたり実施した。共同首席研究者は、芦　寿一郎博士（東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授）とシーグフリード・ラルモン博士（フランスセルジ・ポントワーズ大学地球科学学部教授）で、6カ国・全25名の科学者が乗船し研究を実施した。本研究航海では南海トラフ地震発生帯浅部において掘削による柱状地質試料（コア）の採取を実施した。南海トラフの付加体（掘削地点C0001）と陸側の熊野前弧海盆（掘削地点C0002）の2地点において、計8カ所で掘削を行い、それぞれ海底下458mおよび1,057mまでのコアの採取に成功した。掘削地点C0001は、三次元反射法音波探査による事前調査により、付加体の上に小規模な斜面堆積盆が覆う構造が確認されていたが、堆積盆の泥層および、やや厚い砂層を貫き、付加体にいたる海底下458mまでのコア採取に成功した。同様に、掘削地点C0002においては、熊野前弧海盆の砂岩泥岩互層を貫き、付加体にいたる海底下1,057mまでのコア採取に成功した。来年度実施予定の巨大分岐断層へのライザー掘削に向けた上部孔井設置作業については、黒潮の強い潮流下での作業実施は困難と判断し、設置作業を延期した。堆積盆の下層の付加体堆積物を直接採取できたことで、今後予定しているライザー掘削による目標深度までの間に、どのような地層が分布しているかを推定する基礎的なデータを得ることができた。

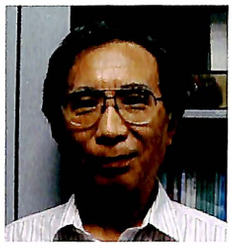
5. 今後の予定

引き続き、乗船研究者が交代し、12月19日より第3次研究航海（IODP第316次研究航海）が実施されている。共同首席研究者は、木村学博士（東京大学大学院理学系研究科教授）とエリザベス・スクリートン博士（米国フロリダ大学地質科学学部准教授）で、10カ国・26名の科学者が乗船し研究を実施している。本研究航海では、海底下約1,000m程度までのコア採取を目標とし、分岐断層と関連する流体の状況や付加堆積物の調査を実施しており、2008年2月5日まで航海を続ける予定である。

南海トラフの掘削は、海流・地質状況が難しく、極めてチャレンジングである。ステージ1を無事終了し、その経験を次に活かしたい。

図2：黒潮の中、奮闘する「ちきゅう」

IPCCのノーベル平和賞受賞と日本研究陣の貢献



地球環境フロンティア研究センター　特任上席研究員　　松野　太郎

1. IPCCのノーベル平和賞受賞

2007年は地球温暖化研究にとって特別な年となった。温暖化に関する世界の研究のまとめを行って来たIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change, 気候変動に関する政府間パネル）の3作業部会によって第4次評価報告書（AR4）が相ついで発表され、報告書は、人為起源の温暖化と気候変化が既に起こっている事をこれまでになく強く指摘し、それに応じて将来生じるであろう負の影響を具体的に述べ、さらに大きな損害を防ぐためには温室効果ガスの早期かつ大幅な削減が必要との研究結果を明らかにした。IPCCが取りまとめた個々の研究は既に論文発表され研究者から社会に知らされていたものであるから、報告書作成と同時進行的に欧州連合（EU）をはじめとする各国政府は温暖化緩和のための政策を今までにない具体性を持って発言し、また、世界各地の地方政府や大企業なども温暖化抑制に真剣に取り組む態度を次々と明らかにした。こうして2007年は「地球温暖化問題」が100年先に起こる事態への科学者の警告から現実に進行している問題への具体的対応へと性格を変える転回点の年となった。これに言わばお墨付きを与えたのがゴア米国前副大統領とIPCCへのノーベル平和賞授賞である。世界の政治指導者と一般市民に対して温暖化問題の重要性を認識させる上でゴア氏の役割が個人として際立っていた事は間違い無く、同時にその中身を作ったのは世界中の研究であり、その成果を国際政治に反映させるIPCCの果たした役割も同等に大きかったとの判断は当を得たものと言えよう。

2. 初めての気象変化予測

IPCC第4次報告書は、これまで以上に社会が耳を傾けるようになったが、その背景には温暖化そのものの進行がある。2001年の第3次報告書以降、02年のヨーロッパの洪水、03年のフランスを中心とした熱波、04年、05年と日本と米国に大きな損害を与えた熱帯低気圧（台風・ハリケーン）活動度の増大、そしてその間各地での豪雨と干魃等、今世紀に入って異常気象が続発し、「地球の気候が今までと違って来ている」と多くの人が直接感じとるようになったからであろう。このような異変はあらかじめ予測されていたであろうか。地球全体の温度上昇、それに伴う極域での雪氷の減少等は温室効果の直接の結果として1980年代から気候モデルにより予測がされていた。一方、豪雨の頻発、台風の強化など「気象」の変化は、現象のメカニズムにもとづき、変化の方向は正しく予想されIPCC報告に記されてもいたがモデルによる定量的な計算はされていなかった。今回初めて

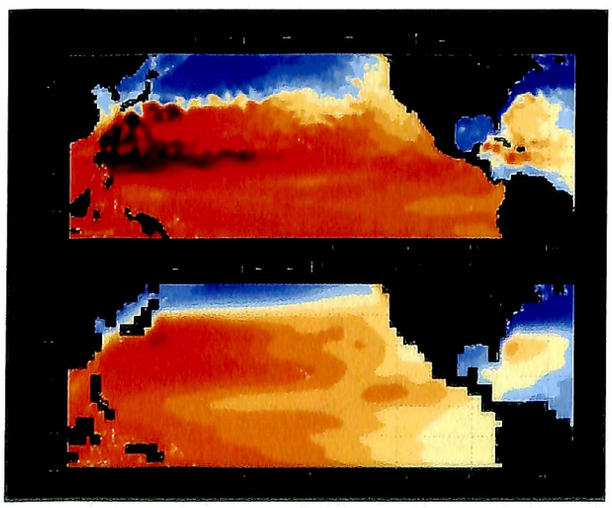


図1：高解像度（上）と従来（下）のモデルで得られた海面高度（気象の場合の気圧に相当）の分布を濃淡で示す。

日々の気象がどのように変るかモデルによるシミュレーションが行われ、これらの異変が温暖化の結果であり、将来それが拡大する事が示された。それが可能になったのは研究の進歩とともにコンピュータの能力向上により、大気現象を一段と細かく計算できるようになったからである。世界の大部分の大気モデルのメッシュ間隔がひと昔前の天気予報並になり豪雨や台風が表せるようになった。IPCC報告の予測がぎりぎりで間に合ったと言えようか。

3. 地球シミュレータによる日本研究陣の貢献

このような大事な時期に日本の研究陣は幸運にも「地球シミュレータ」という世界最高速のスーパーコンピュータを使うことができ、それにふさわしい高解像度のモデルを開発し、100年先の毎日の気象が現在とどう違って来るかを詳しく計算する事によってかけがえのない貢献をする事が出来た。その例を幾つか示そう。

(a) 東大気候システム研究センター、国立環境研、地球環境フロンティアの合同チームは大気約100km、海洋20kmのメッシュ間隔の世界最高解像の大気・海洋結合モデルを開発し、温暖化実験を行った。海洋は従来の標準的モデルの10倍の解像度で、黒潮のような幅の狭い海流を初めて表現し得た（図1)。これによって黒潮や親潮の変化を初めて予測した。黒潮の流速は30%ほど増大し、魚の成長・回遊に影響を与えるおそれがあり水産専門家と共同研究を継続中である。

(b) 大気モデルでは、梅雨前線のような比較的小スケールの気象も表現できた。日本付近について、無降水日（日雨量1mm以下)、弱～並雨日（1~20mm)、強雨日（50mm以上）の変化を調べると、強雨が増えるとともに無降水日も増えると予測された（図2)。

(c) 気象庁・気象研究所のグループは20kmメッシュの全球大気モデルを開発し、海面水温を現状と温暖化時の状態にして各10年間モデルを走らせ（天気予報を行い)、熱帯低気圧を比較した。温暖化時に発生する最大級のものは、現在の最大より風速で15%ほど強いものになると予測された（図3)。

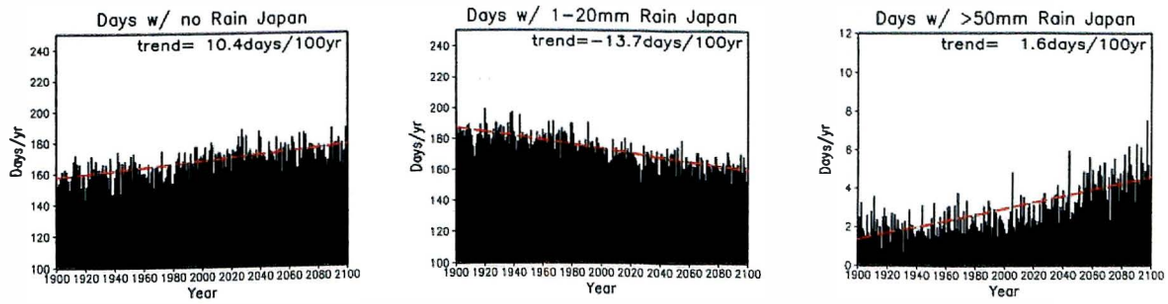


図2：無降水日（左)、弱～並雨日（中)、強雨日（右）の日数の変化（1900年-2100年）

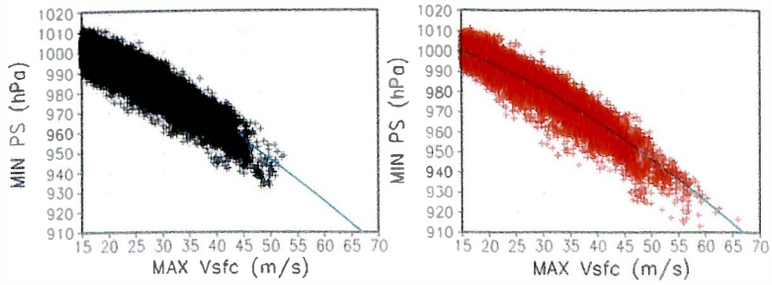


図3：現在気候（左）と温暖時（右）における熱帯低気圧の中心気圧（縦軸）と最大風速（横軸）の関係

JAMSTECの研究開発成果の事業化促進に関する新たな取り組み

研究成果展開担当役　　真鍋　烈

1. JAMSTECベンチャー支援制度の発足

JAMSTECは、これまでも成果の活用等に鋭意取り組んできたが、知的財産の活用を一層積極的に進めるため、平成18年4月にJAMSTECベンチャー支援制度を発足させた。（図1）概要は次のとおり。

JAMSTECはその知的財産を活用して事業を行うベンチャー（設立中又は設立後5年以内の企業）の申請に基づき、知的財産に対する独占的通常実施権の付与、研究施設等の使用料減免などの優遇措置を講ずることにより、事業活動の支援をする。JAMSTECベンチャーとしての認定期間は、原則5年間です。具体的な支援措置は（1）ベンチャーに対する独占的通常実施権の付与又は、部分的専用実施権（同業種の他企業への実施権の許諾をしないなど）を付与すること。（2）JAMSTECとの共同研究において業務の遂行に支障がない範囲で、必要なスペース、研究設備等を廉価で使用することを認めること。（3）JAMSTECの研究施設内にベンチャーの住所を置くことを認めることやJAMSTECが保有する研究施設等を廉価で使用することを認めること等である。本制度に基づき、平成18年5月にJAMSTECベンチャー第1号として海流予測情報利用有限責任事業組合（LLP）を認定した。

2. 実用化展開促進プログラムの開始

JAMSTECの研究成果に付加価値をつける等により、社会・経済に還元するという、社会貢献を推進する活動の一環として新しく「実用化展開促進プログラム」を創設し、昨年12月より開始した。（図2）その実施形態から、次の2つの区分に分けている。

（1）JAMSTECの研究成果をもとに、経済・社会で役立つ技術・手法に発展させるためのソフトの改良等や技術開発、それらに先立つＦＳ（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・普及活動のための調査研究をJAMSTEC内（外部への委託を含む）で行うもの。（実施期間：1年間、資金負担：1課題につき2,000万円を上限としてJAMSTECより支出）

（2）JAMSTECの研究成果をもとに、企業・自治体等との連携で経済・社会で役立つ技術・手法に発展させるための共同研究を行うもの。企業との共同研究終了後は、当該企業と実施許諾契約の締結を行うことを念頭に置く。（実施期間：3年間以内、資金負担：1課題につき年間2,000万円を上限としてJAMSTECより支出）申請者はいずれもJAMSTEC職員で、企業等と協力を行いたいと考えている。

3. 地球シミュレータの産業利用推進

これまで地球環境分野等で目覚ましい貢献をしてきた地球シミュレータを産業界へも利用を拡大することで産業の発展に寄与することを目指して活動している。地球シミュレータは一企業では設置・運営することが困難な世界でトップクラスのスーパーコンピューターであり、従来は不可能であった大規模な計算が可能である。（図3）

また成果の非公開が可能な有償利用サービスの本格運用を昨年6月より開始している。

図1：JAMSTECベンチャー支援制度

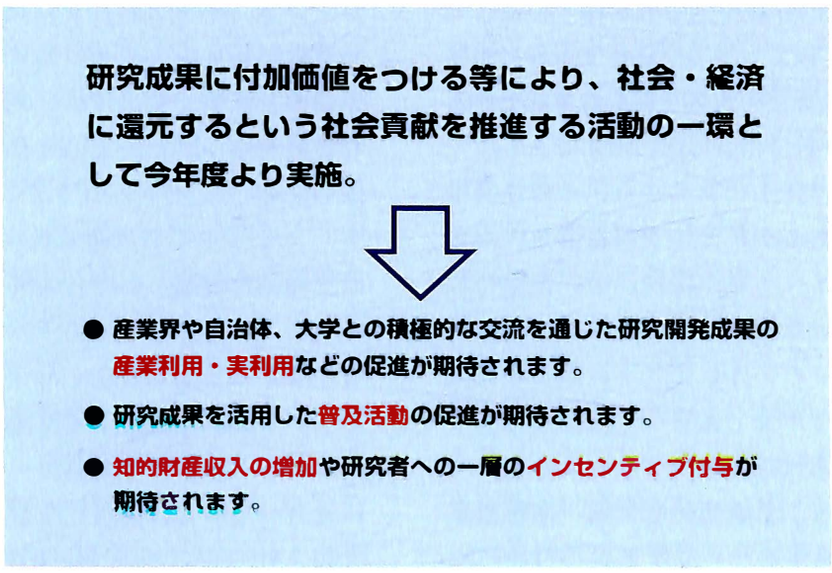


図2：実用化展開促進プログラム

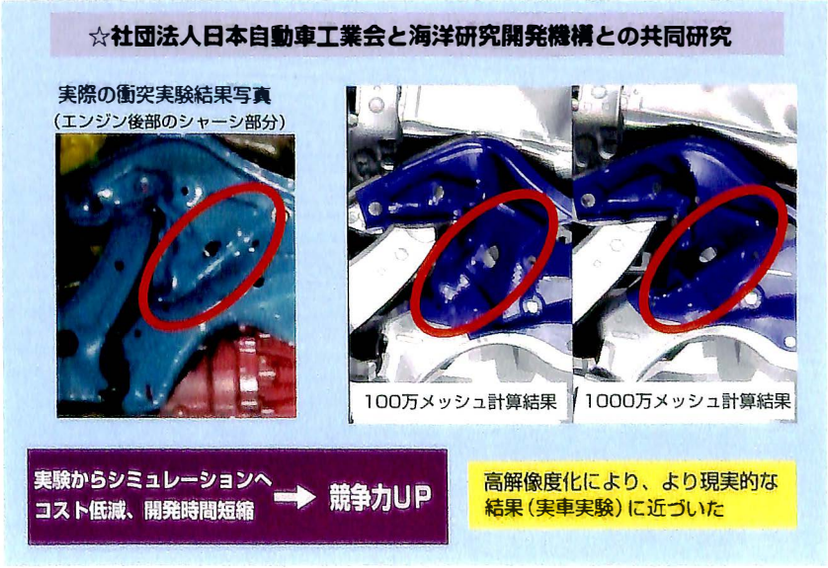


図3：地球シミュレータの産業界利用の例 衝突解析（自動車安全設計）

JAMSTECの研究開発成果の事業化への展開

JAMSTEC初のベンチャー企業 - Forecast Ocean Partnership - の立ち上げ

地球環境フロンティア研究センター　プログラムディレクター　　山形　俊男

1. 天気予報と海洋予報

今日、天気予報(Weather Forecast)を知らない人を探すのは難しい。ちなみにグーグルで検索してみると一億件近くのヒット数がある。一方、海洋予報（Ocean Forecast）の存在を知る人を探すのはとても難しい。検索してみても世界全体で50万件にも届かない。この中には海上の天気予報も含まれているので、実際のヒット数は相当に低いはずである。

人類の活動基盤は陸上にあるから、この差異はある意味で当然であるが、海洋予報は海運、海難救助・防止、レジャー、海洋環境保全、漁業に代表される海洋生物資源開発・管理、油田、天然ガス、メタンハイドレート、レアメタルなどの海底資源開発・管理、海洋安全保障などに不可欠なものである。台風、爆弾低気圧、フリークウェーブなど、海難を引き起こす破壊的な気象・海象現象の予測向上にも貢献するし、異常気象の母胎になる気候変動現象の予測にも著しく貢献する。そのニーズはますます高まっているといえる。それではどうして潜在的なニーズに較べてこのように認知度が低いのだろうか？

それは天気予報の歴史を振り返ることで明らかになる。今日的な意味での天気予報は1950年代に開始されたといえるだろう。これには数学者のフォン・ノイマンと二十世紀最大の気象学者といわれるジュール・チャーニイが関係している。最先端の計算機科学・技術と気象力学の展開が融合し、最先端の研究成果の社会展開と社会ニーズの間の正のフィードバックが、初期データ、検証データを与える地球観測技術の進展と相俟って、研究開発を加速し、今日の姿をとるようになったのである。翻って、海洋予報はこのような状況になかなか至らなかった。海洋観測が高価なこともあるが、1990年代前半には海面水温データや海面高度データなど衛星観測データは利用できる段階にはあったので、実用化を目指す研究開発意欲の欠如と社会のニーズとの間に正のフィードバック・メカニズムを醸成する努力がなされなかったことがもっとも大きかったように思う。こうした状況分析に基づき、地球フロンティア研究システ

数値海流予測システムの発達

JCOPE（日本沿海予測可能性実験）

海洋研究開発機構では，衛星、船舶、アルゴフロート等による観測データと数値海流モデルを使って、日本近海の海流変動を詳細に予測するシステムを開発。2001年12月から海流、水位、水温、塩分濃度の２ケ月先までの予測結果をウェブで公開。数値海流予測データを利用する多くの共同研究とベンチャー事業体(Forecast Ocean Partnership)が活動中。

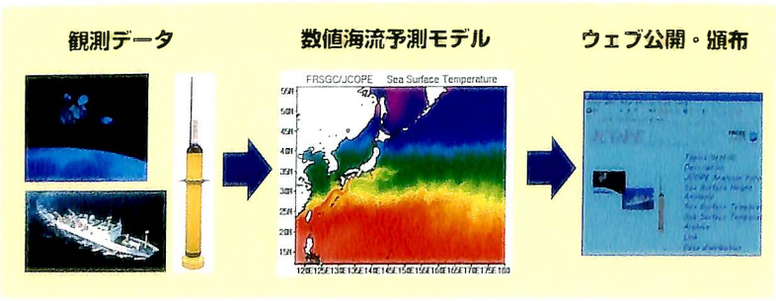


図1

ムの発足と同時に私たちは日本沿海予測実験（JCOPE）を企画した。これは1997年10月のことであった。

2. 日本沿海予測実験（JCOPE）の成功

地球シミュレータの活用に向けて、1990年代半ばから高解像の大循環モデル実験を始めていたが、ここで明らかになったことがある。海流変動の正確なシミュレーションには風応力などの外力とともに、海底地形を詳しく解像し、地球回転による海底トルクの影響をきちんと取り入れることが重要だということである。これはコロンブスの卵のようなものであるが、当時はこれを正しく認識している海洋物理学者は少なかったのではないかと思う。JEBARと呼ばれる効果の重要性である。これで黒潮がどうして季節変動を示さないのかが明らかになった。近い将来、排他的経済水域の海洋管理が重要になることを想定して、これを詳細に予測するネスティング手法を導入して日本沿海予測実験が始まった。黒潮の大蛇行のハインドカースト実験（既に既知の過去の事象をそれよりも前の段階で予測すること）を繰り返し、中規模渦などの総観現象については2ヶ月程度の予測可能性があることも明らかになった。こうして2001年12月にリアルタイム予測実験を開始し、2002年7月にJCOPEのウェブサイトを開設した（http://www.jamstec.go.jp/frcgc/jcope/）。予測成果の社会発信を開始したのである(図1)。JCOPEは水産総合研究センターとの共同研究に基づき、FRA-JCOPE（http://ben.nrifs.affrc.go.jp/）などにも発展している。

海流予測情報利用の効果
（運航時間一定）

海流効果を含めた船速 (knot)	詳細な海流情報がない場合		詳細な海流情報が得られる場合		消費節減効果 (%)
	黒潮の平均流速 (knot)	必要な船の対水速度 (knot)	必要な船の対水速度 (knot)	黒潮の最大流速 (knot)	
22	2	20	3	19	9.8
17	2	15	3	14	12.9

（燃費が速力の2乗に比例するという仮定）

図2

3. JAMSTECベンチャー1号：海流予測情報利用有限責任事業組合（Forecast Ocean Partnership)の発足へ

JCOPEサイト開設の反響は大きく、ここではじめて海洋物理学に基づく研究開発成果のリアルタイム発信と社会のニーズとのフィードバックのメカニズムが生まれた。開発サイドと利用者サイドの合同研究会や海運関係企業との実証試験などを経て、2006年6月に海洋研究開発機構のベンチャー1号として海流予測情報利用有限責任事業組合(Forecast Ocean Partnership)が発足した（http://www.forecast-ocean.com/）。

海流予測情報利用有限責任事業組合の現時点における事業内容は外航船舶の燃費節約支援、海底掘削事業支援、遠洋・近海漁業活動支援、真珠養殖事業支援、JCOPE海流データの頒布などである。三菱総合研究所のNEDO事業の支援、水産総合研究センターとの共同研究などに加えて、漁業者の利用促進のためモバイル放送への黒潮予測画像を無料配信、モルジブで遭難した日本人サーファーの捜索に予測データを提供するなど社会貢献事業も随時行っている。黒潮などの強流域を航行する外洋船舶が海流予測情報を活用した場合には、その燃費節約効果は状況により10%を越えることが明らかになっており、原油価格の高騰の折から今後大きな発展が望めるであろう(図2)。フリークウェーブの発生海域の予測情報の提供など航行の安全、安心に向けて事業も企画中である(図3)。まだまだ発展途上であるが、基礎研究から事業展開に至る道筋はManagement of Science and Technology (MOST)の良き例になるものと自負している。

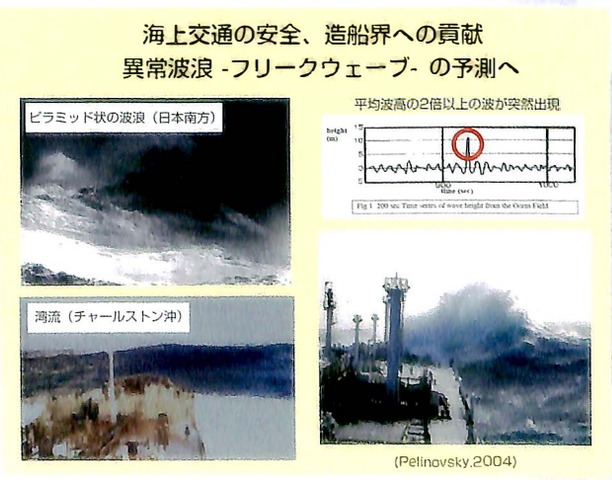


図3

JAMSTECの研究開発成果の事業化への展開

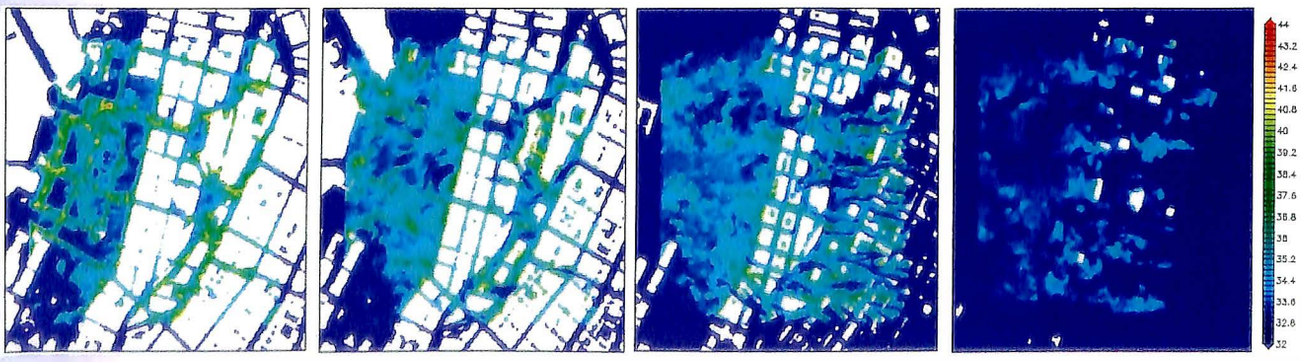
社会還元を目指した成果展開への取り組み

地球シミュレータセンター　グループリーダー　　高橋　桂子

地球シミュレータセンター複雑性シミュレーション研究グループでは、全地球におこる気象や気候変動から、地域や都市の環境までを扱うことができるような大気海洋結合モデルの開発を推進してきた。私たちは、この大気海洋結合モデルを、Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment（略してMSSG）、メッセージモデルと呼んでいる。このモデルの特徴のひとつは、研究者をはじめ、利用する人々が、研究対象や調べたい対象を自由に選ぶことが可能なシミュレーションコードとなっていることである。このモデルは、地球シミュレータ上で非常に高速に計算できるように設計されていること[redacted]の二つ目だが、その他のコンピュータ上[redacted]使用することができるようになっており、[redacted]使用環境に合わせて使える、オンデマン[redacted]ミュレーションコードということもでき[redacted]。

このようなモデル開発は世界的にも関心が高[redacted]課題だが、地球シミュレータというそれ以前[redacted]パーコンピュータの1000倍の計算能力という飛躍的な発展があったからこそ、現実的な開発が可能になったといえる。地球温暖化に代表される気候変動が起こったときには、私たちをとりまく環境がどのような変化をするのか、というテーマは、社会的な要請が非常に高いものだが、温暖化という長期予測の難しさに加えて、住んでいる地域や都市の環境がどのような変化を受けるのかについては、まだ不確定なことが多く、変化の傾向を把握することは難しいのが現状である。実際に、日本の複数の都市域では、“ダブル温暖化”といわれる地球温暖化より速い速度で温暖化が進行していることが指摘されているが、そのメカニズムはまだよくわかっていない。その難しさの原因のひとつは、地球全体に起こる気候変動の傾向と、地域や都市などの環境の変化が、どのように結び付けられるのか、ということについてよくわかっていないからなのある。

地球全体の気候変化と、地域や都市の気象や気候の変化を結びつけるためのひとつの有望な手段は、従来からたくさんの知見が蓄積されて



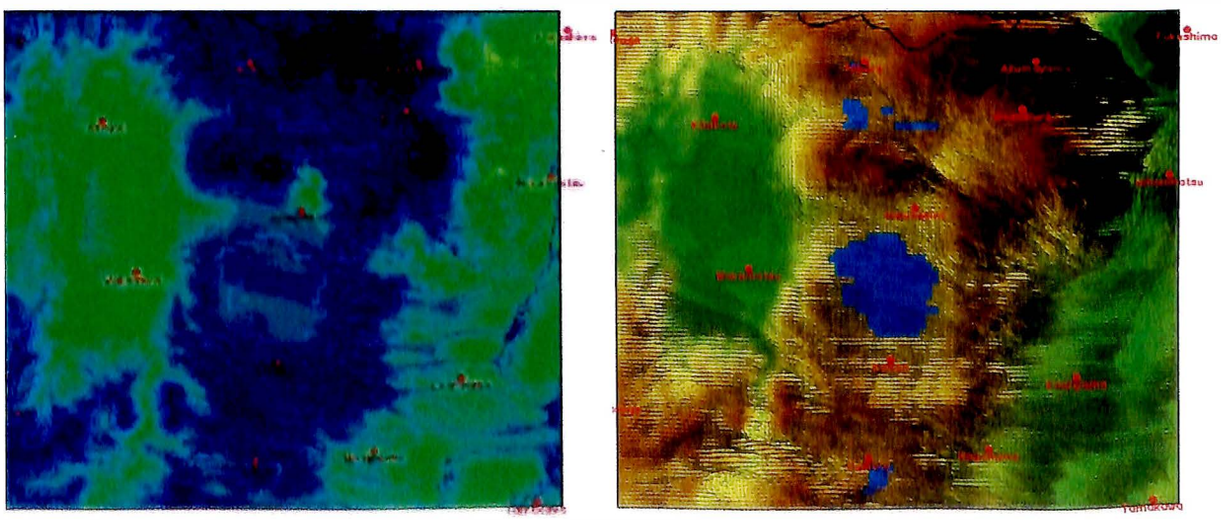
(a) 7.5m　(b) 12.5m　(c) 32.5m　(d) 102.5m

図1．水平、鉛直ともに5m解像度の有楽町周辺域のシミュレーション結果。2005年8月5日15時10分における各海抜高度(a)～(d)における気温分布。

きた気候変動を予測するシミュレーション予測の知見と、メソスケールの気象や都市気象の予測シミュレーションの知見と結びつけたシミュレーション予測である。MSSGは、そのような予測シミュレーションを可能にするべく開発が進められてきた。MSSGによるシミュレーションを通して、地球規模の気候変動とエルニーニョやインド洋のダイポール現象などに代表されるある領域に特徴的な変動などと、さらにもっと狭い地域や都市域の気象や気候の変動とがどのようなメカニズムによってつながっているのか、その解明のためのイノベーションの創出を目指している。

このようなイノベーションの創出に向けた方向性のなかで、社会貢献を強く意識したひとつの検証ステップとして、地域密着型のシミュレーションを位置づけ実施をしている。ご紹介するシミュレーションのひとつは、都市のヒートアイランド対策に必要とされる緑化や舗装材の改良、ビルの形状の変化によるひとの体感指数を予測し、対策の効果を評価しようとする東京都からの受託研究により行った研究結果である(図1)。もうひとつは、会津地域におけるローカル気象予測と地域の環境特性への理解を深めるためのシミュレーションである(図2)。この一連のシミュレーションでは、非常にローカルな予測結果を農業などの産業における計画的、効率的な生産へ適用する試みに加えて、例えば、“猪苗代湖がもしなかったら”というような仮想シミュレーションを行い、次の世代を担う子供たちへの地域密着型の環境メッセージにつなげたいとも考えている。私たちの住む身の回りの環境がどのようなメカニズムで成り立っているのか、また近い将来何が起きようとしているのか、について知るために、地域密着型のシミュレーションと観測は、新たなコラボレーションが必要となる段階に来ているということも付け加えなければならない。

MSSGが目標とする気候変動予測と地域や都市域の気候変動予測とを結びつける挑戦が実を結ぶためには、地球シミュレータの能力をさらに超えた計算パワーが必要であり、MSSGは次世代のスーパーコンピュータを視野に入れた開発である。報告では、現在の地球シミュレータの能力の上限において社会還元を目指した試みとその結果を紹介する。



(a) (b)

図2. 会津地域の2004年7月18日21：00の気温分布(a)と風の分布(b)。

JAMSTECの研究開発成果の事業化への展開

小型深海ロボットの技術最前線

海洋工学センター　サブリーダー　　吉田　弘

極限環境生物圏研究センター　技術研究主任　　Dhugal J. Lindsay

プランクトン研究の第一人者と水中探査機の研究開発エキスパートエンジニアが手を組んで開発した最新の小型深海ロボットがPICASSO(Plankton Investigatory Collaborating Autonomous Survey System Operon)である。PICASSOは中層から1,000m程度の深海のプランクトンを主とした生物観測にターゲットを絞って設計したため、小型ながら生物観測のための機能を多く備えている。放送局級のハイビジョンカメラ、調査現場で微小な生物の姿をとらえるための水中顕微鏡である深海現場調査用実体顕微鏡（Visual Plankton Recorder)、12bit高感度ディジタルカメラのうち1つを潜航前に選択して搭載することが可能である。これらのカメラを駆使して、大きな生物から数ミリの小さな生物まで正確に捉えることで、これまで採取に頼っていた調査が短時間で確実に行えるようになった。水深約200m～1,000mの深海では、藻食性プランクトン、肉食性プランクトンが食物連鎖によって活発な鉛直移動を行っていることから、海洋における炭素循環を研究する上で重要な調査領域となっている。このような事からPICASSOのような探査機を用いてプランクトンの多様性、分布状態、食物などの調査研究を効率的に行うことがとても重要となる。

PICASSOは約2mの機体にハイビジョンカメラやVPR、ディジタルカメラなどの大型の撮影装置を備えるために、これらの機器が簡単に交

図1：潜航中のPICASSO（左）、小型船の船上装置操作シーン（右）

換できるようにした。PICASSOの接近で生物が逃げないように、水中生物が認識できない赤でボディを塗装し、更に水中赤色LEDライトを新規開発した。接近していくときは赤LEDを用い、観測時には白色LEDライトとHIDライトを点灯し、十分な光量で撮影できるようになっている。水中のプランクトンを追跡するために機動性が高くなくてはいけないが、推進器を多く装備すると機体が大型化してしまう。機動性を維持しながら小型にするために、機体左右前方にチルト式スラスタを、中央に垂直スラスタを装備した。PICASSOの特徴は水中のハイビジョン映像を母船上でリアルタイムに観測できることで、これを実現するために小型のハイビジョン光通信装置を開発し、PICASSOと母船上のコントローラを直径1mmの光ファイバーで接続して通信している。昨年2月の完成以後、実海域で24回の潜航試験を行い、これらの装備により中層のプランクトンならびに海底の生物を効率よく詳細に観測できることがわかっている。海域試験では母船に約5千トンの海洋調査船から10トン程度の小型船舶まで使用し、いずれの母船でもPICASSOの運用が可能であることを確認しできた。

深海生物観測のためのPICAASOプロジェクトでは、最終的には複数のPICASSOが相互に情報を交わしながら自律して観測を行うシステムの開発を目指している。このシステムによって鉛直方向や水平方向に分散しての多点同時観測や、多くの観測装置による一生物の観測を実現しようと考えている。このために、現在もいくつか技術の研究を進めている。一つはプランクトン追跡のためのプランクトン認識と機体の自律制御である。これが実現できればPICASSOはマーキングしたプランクトンを自律して追跡することが出来るようになる。認識技術は取得した生物データの整理にも使用できる。例えばプランクトンの種類を自動認識させ自動的に分類することで、これまでサイエンティストが費やしていた膨大な時間を削減することができる。重要な技術開発テーマのもう一つは複数のPICASSOを同時に制御するためのPICASSO間通信と、自身の動作を決定する自律制御である。PICASSOでは100m程度の範囲であれば電磁波で通信できるように研究を進めている。これらの技術研究成果が実るとき、PICASSOプロジェクトの舞台が完成する。

さらにPICASSOプロジェクトでは、PICASSOで撮影した高画質の深海映像の価値や開発で得られた新しい水中映像装置の価値をとらえたビジネス化を考えている。PICASSOにより撮影できる高画質の映像が持つ社会的な意義や価値は研究者だけでは評価できないので、得られる映像の市場価値や教育用素材としての有用性を査定し、機構における知的財産の活用にもつながるフィージビリティスタディを開始したところである。

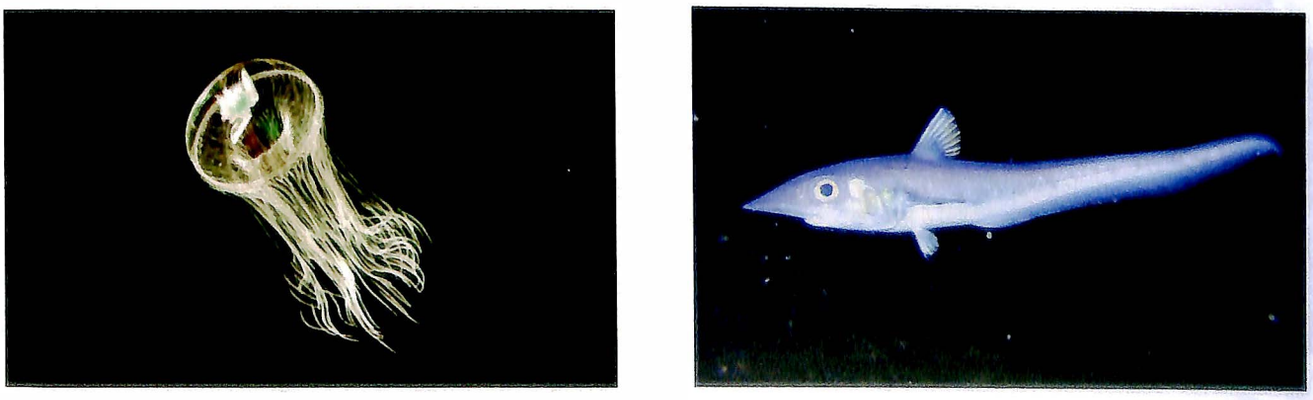


図2: VPRで撮影したクラゲ（左）、ハイビジョンカメラで撮影したソコダラ（右）

■平成19年の主な成果■

地球環境観測研究センター（IORGC）

アルゴ(Argo) 計画

アルゴ -3000台のフロートによる全海洋観測網を達成 -

アルゴ（Argo）は、全世界の海洋の内部をリアルタイムに観測する国際プロジェクトです。海洋は気候変動に大きな影響を及ぼしているため、その実態を監視し続ける必要があります。人工衛星では海面の状況しか分からないため、海洋の内部の状態を知るために特別な装置（アルゴフロート）を利用しています。

アルゴは、日米をはじめとする20カ国以上と世界気象機関（WMO）、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）等の国際協力のもとで2000 年から進められてきましたが、2007年10月末に当初の目標である3,000 台のフロートが稼動する状況に至りました。

これにより、海面下2000mまでの水温、塩分の鉛直分布のデータが10日毎に取得でき、全世界の海洋における熱や淡水の貯蔵と移動を含めた海洋の変動が把握でき、気候変動の予測精度の向上や温暖化研究等に大きく貢献します。

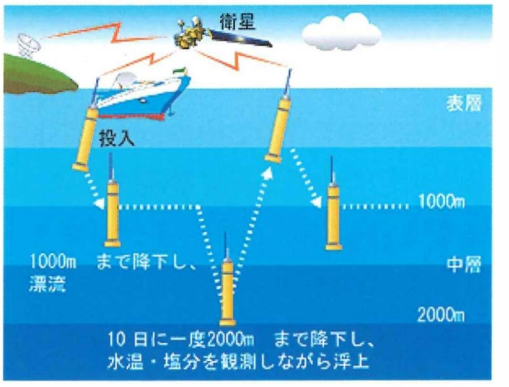


図1

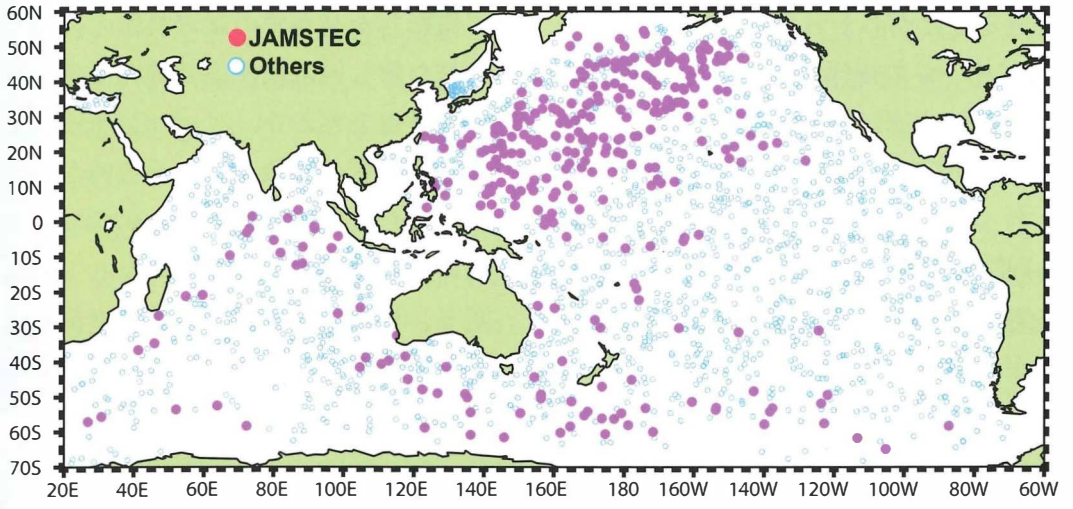


図2-1：アルゴフロートの展開状況2007年10月末

図2-2：アルゴフロート稼働3000台達成「みらい」
（写真提供：（株）マリン・ワーク・ジャパン小林氏）

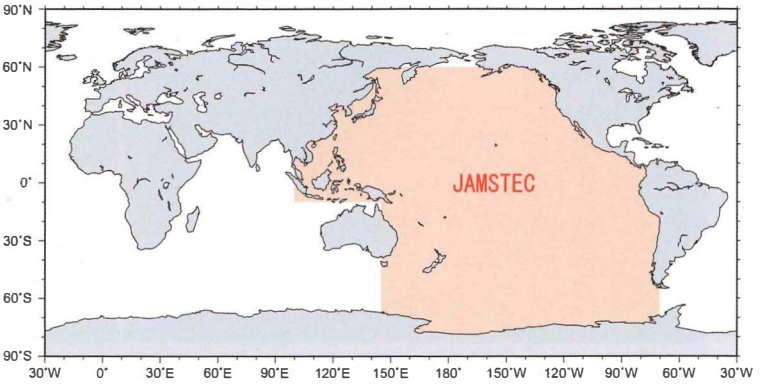


図3：JAMSTECがデータを管理している海域

フロートの働き

フロートは、船から海洋に投入されると1,000m まで沈み、10日間その深さで漂流した後、さらに2,000mまで降下し、水温、塩分を観測しながら、海面まで浮上します。海面で人工衛星に向けてデータを送信した後、再び1000mまで沈みます。このサイクルを3〜4年くり返します（図1）。

フロートのデータを用いた研究

アルゴフロートから得られるデータを利用して次々と新しい科学的な知見が生まれています。JAMSTEC が行ってきた研究の一例を挙げると、海洋の表層100mの塩分の時間変化から、近年グローバルな水循環が約2%増加している可能性があることが分かりました（図4）。

フロートの投入状況

図2はアルゴに参加している22 ヶ国とEU が投入したフロートの分布を示しています。2007年12月現在、3070台のフロートが観測中です。日本（その90%はJAMSTEC の寄与）は、米国に次いで2番目に多いフロートを北・南太平洋、インド洋、南大洋に投入しています。また、JAMSTEC では気象庁・海上保安庁・大学・研究機関に投入協力を依頼し、投入海域の維持・拡大を行なっています。

データの配信と利用

人工衛星で受信したアルゴフロートの観測データは、24時間以内に国際気象通信システムを通じて世界中の気象機関に配信されています。各国の気象および研究機関では、フロートのデータを海洋同化モデルに組み込んで海洋の実況監視や長期予測に利用しています。また、世界中の誰でもインターネットによって無料で利用できます。

JAMSTEC では太平洋アルゴリージョナルセンターを運用し、太平洋に投入される全てのフロートデータの品質を監視しています。

キャパシティービルディング

JAMSTEC では、アルゴへの理解を深めてもらうために太平洋諸国の若い研究者や行政官に研修等を行ってきました。

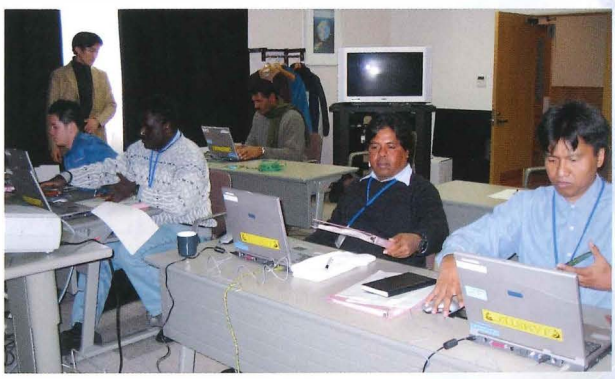


図4：アルゴフロートより得られるデータの利用方法について講義（むつ研究所）

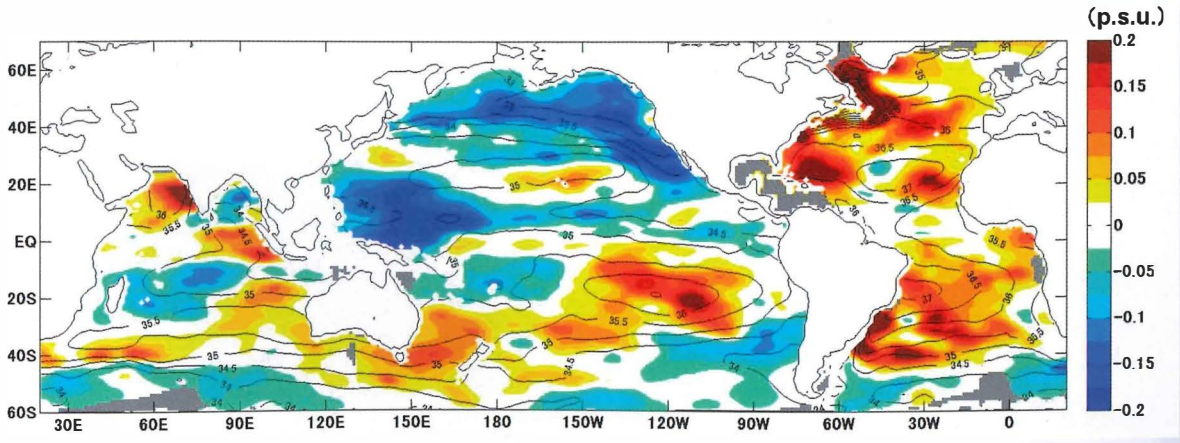


図4：気候学的な塩分分布と比較した2005年における塩分の差（表層100m）

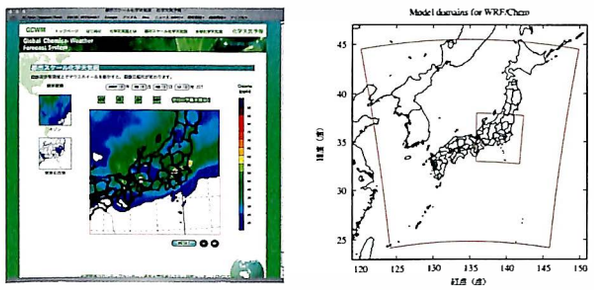
■平成19年の主な成果■

地球環境フロンティア研究センター（FRCGC）

首都圏の化学天気予報システムを開発

化学天気予報

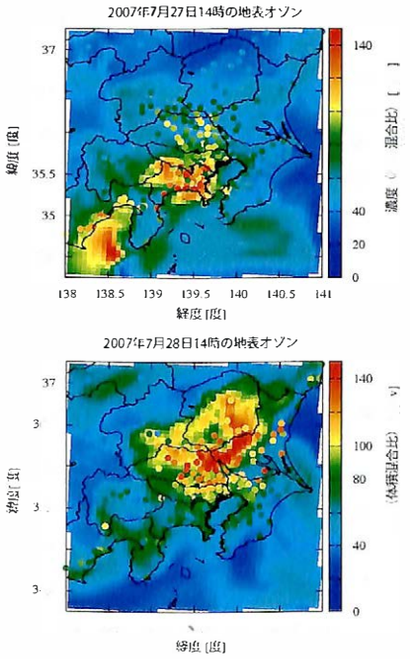
普段何気なく吸っている空気の中には色々な種類の化学物質が含まれており、私達の健康や生活に悪影響を及ぼすことがあります。化学天気図予報では、工場などから放出された汚染気体がどのように運ばれ、途中で化学変化を引き起こしているのかを詳細な化学輸送モデルを用いて計算し、その予報結果をホームページを通して簡単に見ることができるようになっています。



（左） 開発した化学天気予報システムによる計算結果例（http://www.jamstec.go.jp/frcgc/gcwm/index_j.html）（右） モデルの計算領域：外側領域（日本域）は15km、内側領域（関東・中部域）は5km の解像度で計算される。また、外部からの汚染気体の流入は全球モデル（CHASER）の結果を用いる。

モデルの計算領域

全球化学輸送モデル(CHASER)と領域スケール化学輸送モデル(WRF/Chem)を組み合わせた数値モデル計算を行うことにより、越境大気汚染の影響を考慮しつつ、5kmという細かなスケールで都市域のオゾン汚染の当日予測を行うことが可能になりました。



観測およびモデルによる７月２７日および７月２８日における首都圏地表オゾン濃度分布の比較
観測データ（丸い点）は環境省・そらまめ君より。７月２７日は神奈川から静岡にかけて高濃度領域が存在し、２８日は埼玉に高濃度領域が観測されたが、モデルでも同様の分布を示している。

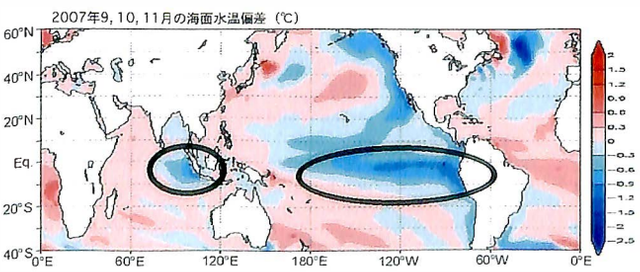
インド洋ダイポールモード（IOD）現象発生の予測に2年続けて成功

IOD現象とは

インド洋熱帯域で発生する顕著な気候変動モードの１つで、太平洋のエルニーニョ現象とよく似た現象です。IOD現象が発生するとインド洋東部の海面水温は通常よりも低下し、インドネシアやオーストラリア等で旱魃傾向となる一方、西部インド洋では海面水温が上昇し大気の対流活動が活発化するために通常よりも降水量が増加します。2006年のIOD現象発生の際には、東部熱帯域のアフリカ諸国で洪水が多発し百万人以上が被害にあいました。

2007年秋の予測

2007年の秋には、1967年以来40年ぶりにIOD現象とラニーニャ現象が同時に発生しました。また、2006年に続き、２年連続してIOD現象が発生したのは、近年の観測史上初めてという、とても稀な年でした。この様な大変珍しい気候変動の状況に



2007 年4月に行ったSINTEX-F1 モデルによる2007年9、10、11月の海面水温偏差（℃）：海面水温の平均値からの差の分布。黒線円内は、海面水温が低くなることを表しており、正のIODモード現象とラニーニャ現象の同時発生を予測していた。

おいても、地球シミュレータを用いたSINTEX-F1モデルにより、IOD現象の発生を2006年に続き2007年も予測することに成功しました。今後、短期気候変動の理解と予測可能性の研究に大きく貢献することが期待されます。

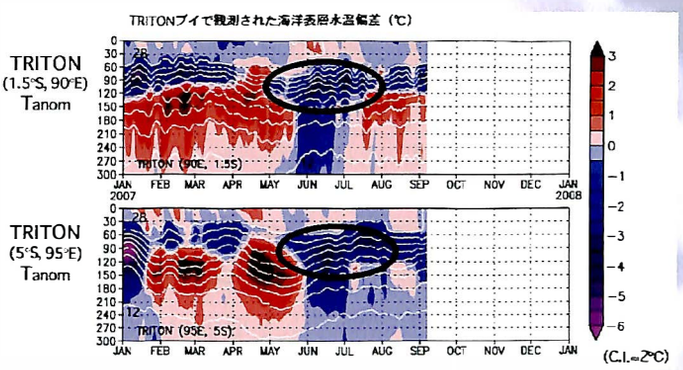
マッデン・ジュリアン振動（MJO）の再現実験に成功

MJOの再現

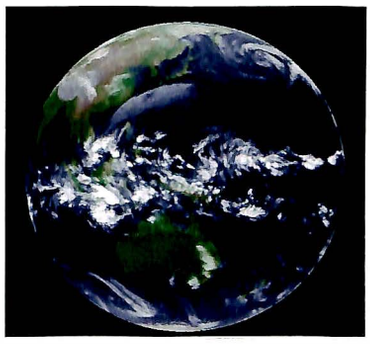
MJOとは、赤道付近で大規模に組織化した雲の塊が30日～60日周期で発生し、インド洋から太平洋へゆっくりと東進する現象です。MJOは、大規模雲活動の中心の位置によって日本の冬季の気温に影響を与えます。また、熱帯低気圧の発生、モンスーン活動、エルニーニョ現象など、世界の気象にも大きな影響を及ぼすため、適切な予測が期待されています。しかし従来の大気モデルでは、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第4次評価報告書にも記述されている通り、それを精度良く再現することでさえ難問とされていました。

全球雲解像モデルNICAM

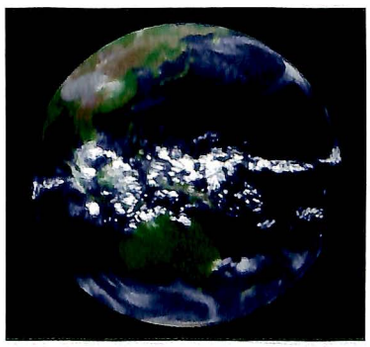
地球シミュレータを使用した3.5km格子の全球雲解像モデルNICAM（Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model）は、従来の粗い格子では大変困難であった雲の生成・変動を直接計算できるため、まるで衛星写真を見る様な非常に現実的な雲を再現することができます。今回の実験では、NICAMにより世界で初めてマッデン・ジュリアン振動を詳細に再現することに成功し、将来の季節予報の精度向上へ向け大きく前進しました。



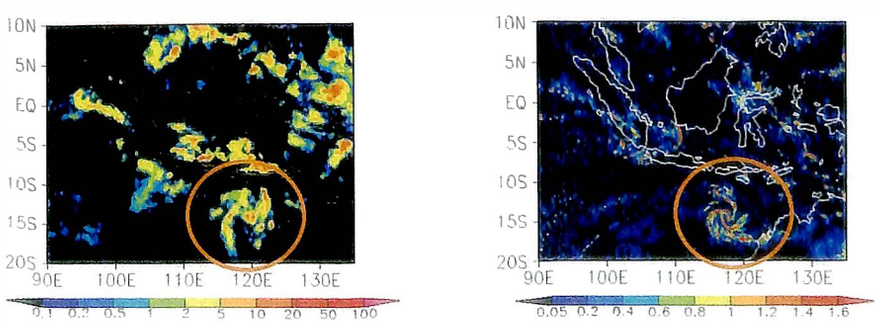
TRITON ブイで観測された海洋表層水温偏差：
2007年9月に発生したIOD 現象を、発生初期の6月初旬から成長するまでの9 月初旬までの海洋内部の水温変化を詳細に捉えることにも成功。IOD 現象発生の3ヶ月前である6月頃から既に海洋内部の水温が極端に低下し、これが長期にわたり持続していることが確認された（中楕円部）。同様の海洋内部の低温偏差は2006年のIOD 現象発生時にも見られており、これは重要な前兆現象である可能性を示唆している。



ひまわり6 号による衛星写真　MTSAT-1R（気象庁）



NICAM によって再現された全球の雲画像雲の生成・ふるまいを現実的に再現できる様になった。



現実的な熱低低気圧を再現：計算開始から18 日後に、オーストラリア北西に位置する熱帯低気圧を現実的に再現した

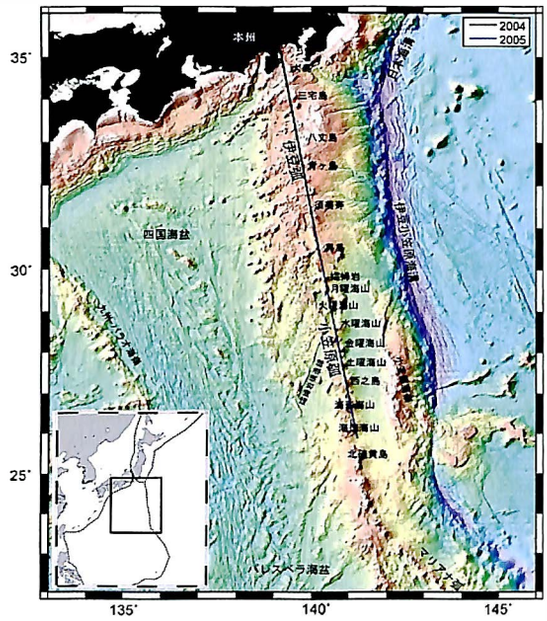
■平成19年の主な成果■

地球内部変動研究センター（IFREE）

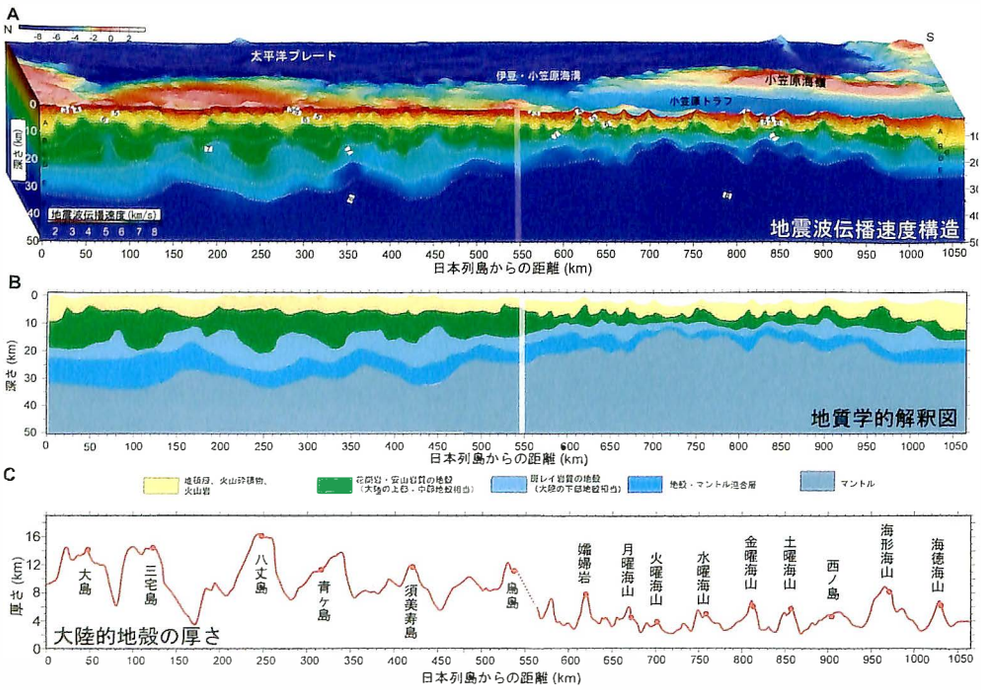
トピックス1

2004年および2005年に実施された伊豆・小笠原海域における地殻構造探査の解析結果から、火山列を構成する伊豆・小笠原弧は、大部分が海底下にあるにもかかわらず、火山が大陸地殻を生成していることを世界で初めて解明しました。この調査は、海洋調査船「かいよう」を使用したマルチチャンネル反射法と呼ばれる構造探査を用い、人工震源として大容量エアガンを発振し、地殻やマントルで屈折、反射した音波を海底地震計で捕らえ、音波速度解析から、地下の構造を明らかにする調査方法を採っています。

今後は、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて、同海域を掘削することにより、掘削した岩石の組成分析などから、大陸地殻構造の検証が進められる事が期待されています。



この図は、相模湾から北硫黄島北方までの約1,000kmで実施した調査測線図です。



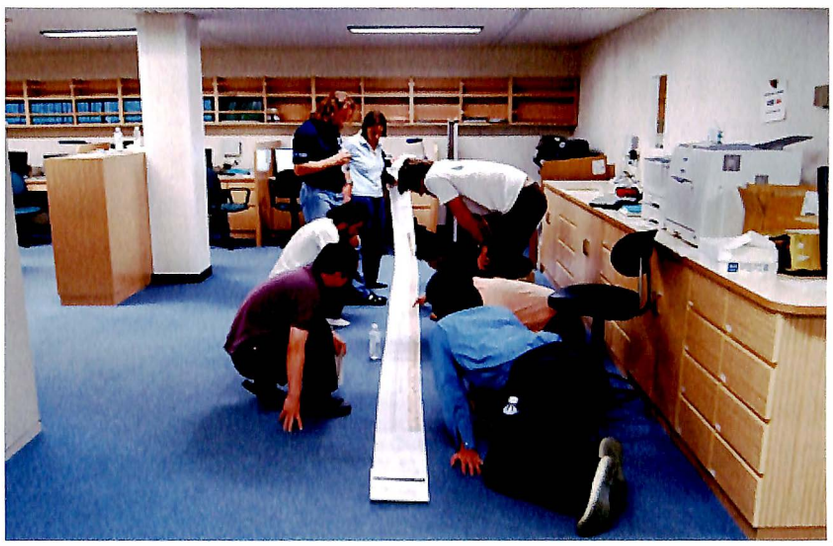
調査海域の地下構造断面図です。A：地震波伝播速度構造　B：地質学的解釈図　C：地下構造探査によって得られた構造から計算された大陸地殻の厚さ。火山直下でも最も厚くなっているのが分かります。

トピックス2

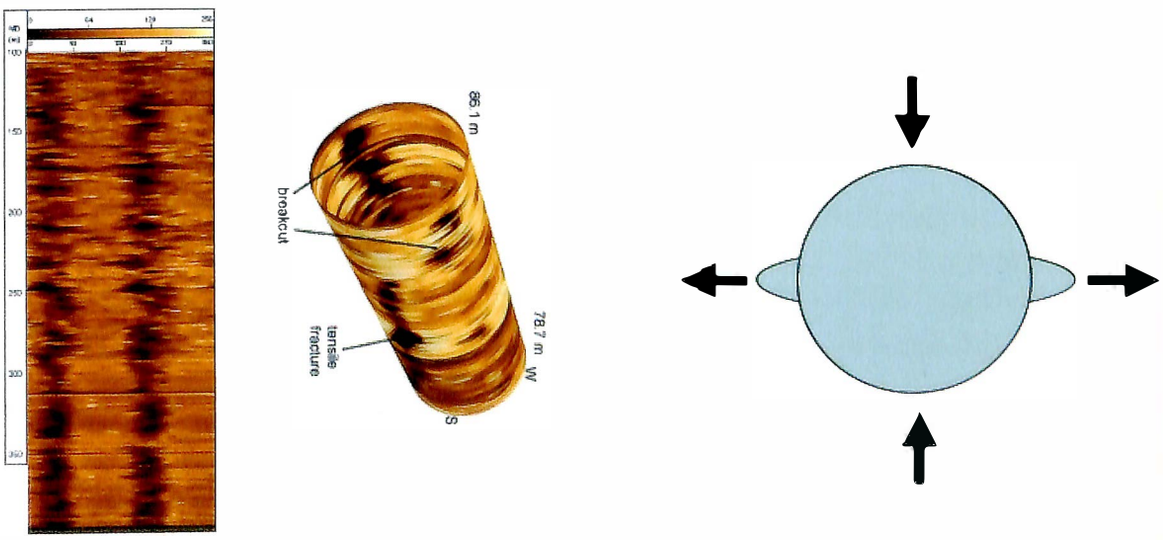
地球深部探査船「ちきゅう」は、平成19年9月21日から、初めての科学掘削航海となる統合国際深海掘削計画（IODP）「南海トラフ地震発生帯掘削計画」（NanTroSEIZE）を紀伊半島沖熊野灘において実施、同年11月15日に終了しました。記念すべき「ちきゅう」初となる第1次研究航海には、コチーフ及び乗船研究員としてIFREEからは2名が乗船しました。

掘削海域は、プレートの沈み込みに伴い、歪みが蓄積されているため予想外の圧縮応力が有ることが分かり、さらに、4ノットを超える黒潮の強い海流下という厳しい環境下での掘削となりました。

船上では、掘削孔内の様子がリアルタイムデータとして観察することができ、多くの興味深い事柄を観測しています。今後の航海での成果が期待されます。



掘削同時検層（LWD）で得られた掘削孔内のデータを検討する乗船研究者



この図は、LWDによる掘削孔のイメージです。孔内を電気的に可視化することによって、海底の圧縮方向が分かります。掘削孔が、圧縮されると圧縮方向に直交する方向の孔壁が崩落し、2列の掘削帯が現れます。この崩落帯は、水の進入により電気を通しやすいため、黒い帯としてイメージされています。

■平成19年の主な成果■

極限環境生物圏研究センター（XBR）

深海由来の新規微生物から発見された新規有用酵素

これまでの調査の成果から、かつては全く未開の領域であった深海や海底下地下生命圏より、多くの新属･新種微生物が見出されている。つまり、深海や海底下地下生命圏では陸上や浅海とは異なった様々な環境で微生物も独自に進化をしてきたものが多いと考えられ、さらに新規性･多様性に富んだ微生物群からは、新規な有用物質が効率良く発見されるのではないかと期待される。

テングサやオゴノリなどの紅藻類から得られる多糖類である寒天（主成分はアガロース）は古くから日本人が好んで食してきた食材であるが、近年になって、寒天を分解して得られるオリゴ糖（アガロオリゴ糖、ネオアガロオリゴ糖）の持つ様々な有用性がクローズアップされている。例えば、抗腫瘍、免疫機能調節、保湿、美白などの生理機能がその例であり、食品改良剤としての利用に加え、医薬、化粧品原料としての応用が期待されている。寒天を分解してオリゴ糖を効率良く取得できる酵素を深海微生物から多種類発見する事に成功した。これらの多くは酵素化学的性質および酵素を形成しているアミノ酸配列の新規性が大変高い。

その中の一つとして耐熱性の寒天分解酵素を紹介する。本酵素は*Microbulbifer*属細菌の一種から得られたもので60℃での高温中でも安定に活性を保持できる。酵素反応により寒天からオリゴ糖を生成する工程において、濃度の高い寒天溶液がゲル化しない程度の高い温度を保つ必要がある。耐熱性の低い酵素では、高温溶液中において酵素活性を失ってしまい、効率の良いオリゴ糖生成はできない。この度発見された耐熱性酵素はその高い耐熱性に付け加え、寒天を分解する速度自体も高く、効率の良いネオアガロオリゴ糖生成を実現できる。一方、この耐熱性と高いアガロース分解能力を生かし、分子生物学分野において、アガロースゲル電気泳動後のDNA断片の高効率回収にも本酵素を応用できる事から、企業との共同開発により本酵素を遺伝子実験試薬として製品化を進めている。

また、アガロースのα-1,3結合を切断するαアガラーゼが*Thalassomonas*属に属する深海由来微生物から発見された。これまで発見された寒天分解酵素の大部分がアガロースのβ-1,4結合を切断するのに対し、α-1,3結合を切断する酵素はほとんど発見されていない。本酵素は、アガロース骨格に硫酸基が付与されたポルフィランという海藻由来多糖のα-1,3結合も効率良く切断する事ができる。ポルフィランは海苔に多く含まれる可溶性硫酸化多糖であり、抗酸化作用など健康によい成分として知られている。本酵素を用いてポルフィランを分解して得られたオリゴ糖は、元のポルフィランよりも、活性酸素除去能力やビタミンEに類似した作用のラジカル電子除去といった抗酸化作用においてさらに優れた作用を示した。これも新しい知見であった。

また、アガロースと並んで海藻の細胞壁の主成分多糖として多く見られるカラギーナンを分解する新規酵素も深海由来微生物から幾つか発見されている。カラギーナンは、硫酸化多糖であり、その硫酸化パターンから主としてι（イオタ）、κ（カッパ）、λ（ラムダ）タイプに分類される。これらは動物性ゼラチン様の固有で良好な食感を持つことから、食品改良剤として古くから多用されており、さらに近年ではヒトの健康に対する作用に関して注目を集めている。特に、ヘルペスウイルスやHIVウイルスの感染予防、ガン転移の抑制作用などが発見され、食品としての利用以外に医薬品原料としての期待もされている。カラギーナンの硫酸化パターンには多くのバリエーションがあり、自然界ではそれらのハイブリッドとして存在している。λタイプのカラギーナンのみを効率良く分解できる酵素を深海由来微生物から発見する事に成功した。この発見により世界で初めてλタイプのカラギーナン分解酵素（λ-Carrageenase）がEnzyme nomenclature database (IUBMB)に登録され、新規にECナンバー（EC 3.2.1.162）が付与された。

その他にも深海微生物からは興味深い酵素が次々と発見されている。例えば、深度6,000m地点由来の*Bacillus*属細菌の一種から酸化剤耐性デンプン分解酵素（主生成物はマルトペンタオース）が検出された。本酵素は1 mol／Lの過酸化水素溶液中でも非常に安定にその活性を維持できる事が確認された。

さらにこれらの有用な酵素を産業に応用するために、当グループでは酵素の大量生産系を構築した。遺伝子発現部分には極限環境微生物由来の遺伝子発現システムを応用した。本システムに有用酵素遺伝子を導入すると抗生物質を全く添加しない培地を用

いても、培養上清液中に多量の目的酵素を生産することが可能である。また優れた性能を有しているにも係わらず、その耐熱性が不足なため工業用酵素としては応用できていない酵素もタンパク工学的手法により改良を施し、本システムで改良型酵素として大量に生産することが可能である。実際に数件の企業との共同研究において、比活性あるいは耐熱性などを大幅に向上させた改良型酵素を開発し、さらに本システムによって大量生産に成功し、実用化検討の最終段階に至っている酵素も幾つかある。

深海・地殻内より（未開の領域）

調査

新規性の高い微生物取得

探索

新規有用酵素の発見

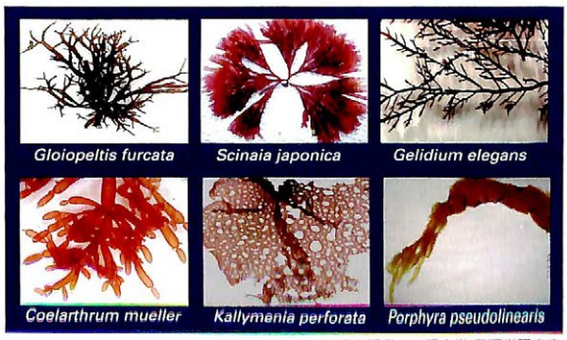
1. 海藻多糖からオリゴ糖を作る酵素など

カラギーナンオリゴ糖

「ラムダカラギーナンを低分子化し,オリゴ糖を生成できる酵素の発見（世界初）」

※カラギーナンは主に食品改良材として使用されているが、近年、抗癌、抗ウイルス、抗血栓作用等を持つことが報告されている。各々の生理機能を詳細に調べるには、カラギーナンを低分子化して得られるオリゴ糖が必要。

海洋バイオマスとしての海藻類



写真提供：三重大学 藻類学研究室

「近年、医薬品や機能性食品の原料としての作用が注目されている」

海藻細胞から得られる多糖

アルギン酸、カラギーナン、寒天、ポルフィラン、フコイダンなど

寒天オリゴ糖

「深海微生物から寒天オリゴ糖生成新規酵素を多種類発見」

寒天（アガロース）を低分子化して得られるオリゴ糖

↓

制癌作用、免疫活性化作用、美白効果などが報告されている。

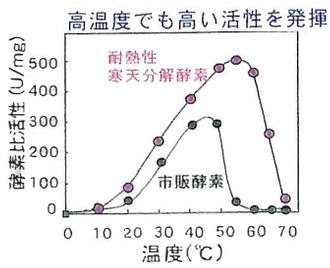
↓

深海由来の酵素を利用して様々なサイズの寒天オリゴ糖を調製できる。（寒天オリゴ糖機能性評価へ）

▶ 耐熱性・キレート剤耐性の寒天分解酵素発見

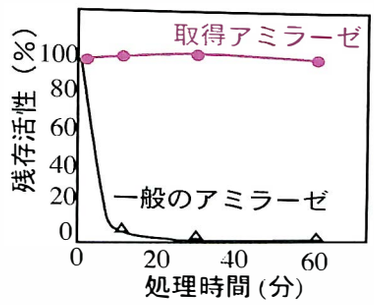
↓

遺伝子解析試薬として応用（製品化予定）



2. 酸化剤耐性澱粉分解酵素

高濃度（1 mol/L)の過酸化水素水溶液中でも非常に安定



酸化耐性機構の解明→他タンパク質安定化への応用

3. 糖転移酵素

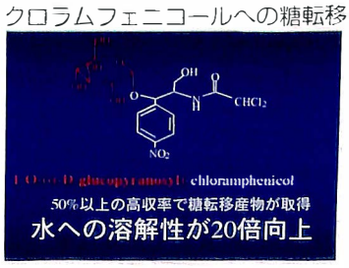
水に溶け難い有用化学物質

↓ 糖（水溶性が高い）を結合（転移）

水に溶け易くなる

▶ 医薬、産業に利用が期待

クロラムフェニコールへの糖転移

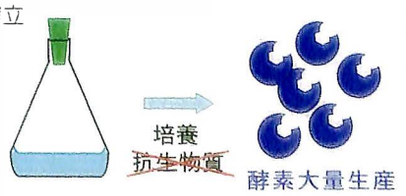


4. その他の有用酵素

▶ 強力アルカリプロテアーゼ（地殻内サンプル由来）など

発見された有用酵素を大量生産するシステムを構築

▶ 環境リスクを考慮して、抗生物質を用いない新たなシステムを確立（特許出願済）



■平成19年の主な成果■

海洋工学センター（MARITEC）

海洋工学センターは、海洋に係る先進的技術の研究開発を行うとともに、研究船、観測機器、研究施設・設備の運用、管理、機能向上により、また、技術者の育成等により、海洋に関する研究開発を支援・推進しています。以下に、当センターの本年度の活動の一部を紹介させて頂きます。

大深度無人探査機の技術開発

局所的な海中空間を深く安全に潜航し、エネルギー問題等我が国の総合的な安全保障や国民の安全・安心を実現するため、複雑な海底地形場所においても資源採取等重作業から海底ケーブルの保守等精密作業までこなせる、高度作業型海中ロボットの実現を目指し研究開発を行っています。

平成19年度は、陸上・浅海域で各種試験を実施し開発を進めてきた大深度小型無人機「ABISMO」（図1）について、潜航試験で深度9,707mを達成し、現時点で、世界で最も深くまで潜航できる探査機とすることが出来ました。ランチャー部とビークル部から構成され、ランチャーは海面と海底間を潜航・浮上する間ビークルを内部に収納し、海底近傍でビークルを離脱し調査を行います（図2）。平成20年度には、世界最深部であるマリアナ海溝チャレンジャー海淵水深約11,000mにおける潜航試験を実施する予定です。

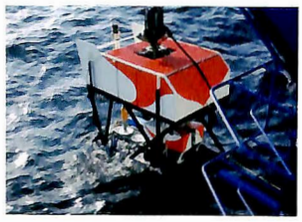


図1：「ABISMO」外観

図2：ABISMO システム

また、並行して、高強度浮力システム、軽量・高強度ケーブル等要素技術の研究開発を実施しています。

巡航探査機の技術開発

我が国の排他的経済水域をほぼ全域カバーし、海底下の資源探査、海底面の地震研究等に資する巡航型探査機の実現を目指し研究開発を行っています。

平成19年度は、閉鎖式燃料電池を搭載し世界最長航続距離317kmを達成している「うらしま」（図3）について、熱水活動の精密探査のための試験を実施しました。起伏の多い複雑な海底地形において一様に高解像度のデータを取得するためには海底から高度一定で計測する必要がありますが、今回、それを確認・達成しました。また、音響測深機の計測精度を向上させ、高精度の海底地形図を作成することができました（図4）。本試験により作成された地形図からは、この海域に分布する熱水マウンド等のこれまでにない詳細な形状・分布が明らかになりました。

図3：「うらしま」外観

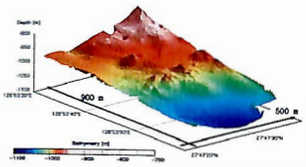
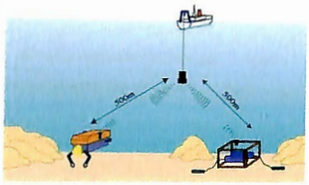


図4：「うらしま」取得3次元海底地形図

また、並行して、次世代動力システム、高精度位置検出技術等要素技術の研究開発を実施しています。

水中音響技術の研究開発

電波の届かない海水中において、音波を用いた通信技術の研究を行なっています。現在500mの距離において80kbpsの速度の通信が可能であるとの実験結果を得ています。また、並行して位相共役波を用いた百km超という長距離の音響通信の研究も進めています。



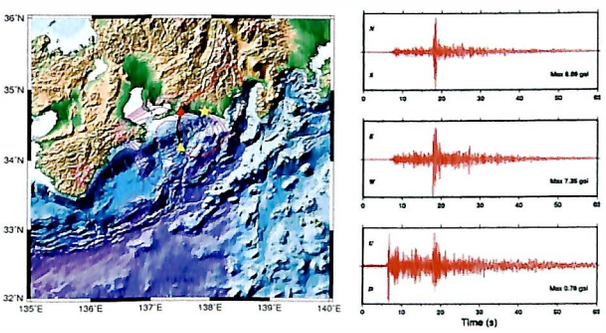
深海生物追跡調査ロボットシステムの開発

PICASSO は1000mまでの深海に棲む小型生物を観測するために開発されたロボットです。ボートから展開できる小型ボディながら、放送局級ハイビジョンカメラや水中実体顕微鏡などを搭載しています。この1月にはこれまでほとんど調査されたことがない東京湾の深海を見てきました。PICASSO はまだまだ進化します。

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っています。

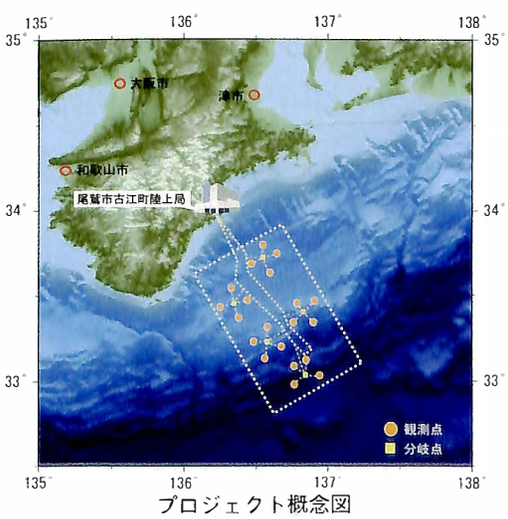
東海沖海底ケーブルシステム連続観測開始



観測点で得られたデータ

2007年6月11日に静岡県西部地方で発生した地震波を捉えることができました。

地震・津波観測監視システム陸上局立地選定及び観測点配置案決定



プロジェクト概念図

文部科学省からの委託研究「地震・津波観測監視システム」の陸上局は三重県尾鷲市立古江小学校（廃校）に決定しました。

研究船等の運用・管理・機能向上、観測の支援及び海洋技術研修の実施

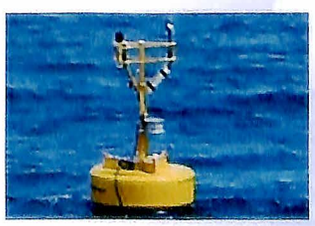
「なつしま」（図9）をはじめとする7隻の研究船、有人潜水調査船「しんかい6500」（図10）、無人探査機「かいこう7000Ⅱ」（図11）、トライトンブイ、m-TRITONブイ（図12）等の運用･管理･機能向上、当機構や大学などが実施する海洋研究開発の支援・推進を実施しています。今年度は「うらしま」(図3)の平成21年度公募航海に向けた種々の取り組みに着手し、m-TRITONブイは、インド洋での1年間の長期係留・運用によりその実用性を実証しました。またIORGCが製作した黒潮続流域用のK-TRITONブイは、m-TRITONをベースに一部仕様変更を行って製作されたブイでm-TRITONで開発された技術が随所にいかされています。海洋研究開発の支援・推進では、今年度の配乗支援業務量は11,000人日に及びました。

平成19年度は、さらに、海洋技術を確実に伝承・発展させることを目的に、海洋技術研修(「海洋技塾」)を開始し、その初級コースとして40名程度が修了しました。

「なつしま」

「しんかい6500」

「かいこう7000Ⅱ」



m-TRITONブイ

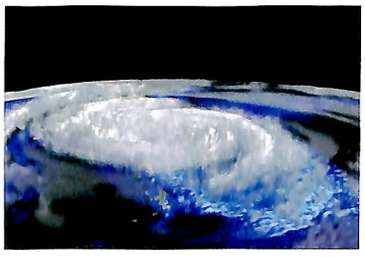
■平成19年の主な成果■

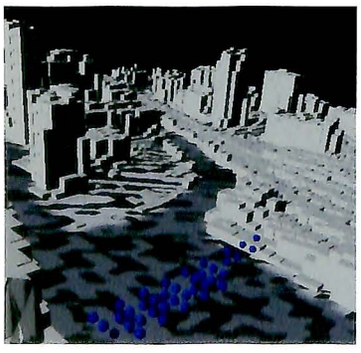
地球シミュレータセンター（ESC）

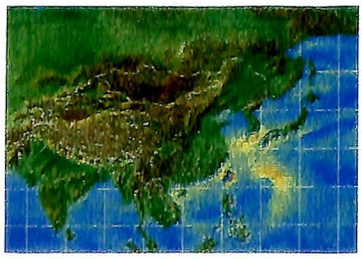
気象や気候の予測シミュレーション
～都市環境から地球環境まで

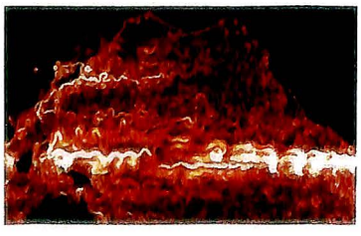
社会的な要請が高い激しい降雨や強い風などの予測シミュレーションに関連する現象は、大気や海洋における様々な条件が重なり合ってもたらされます。これは、ひとつの雲だけでなく、それをとりまく大気や海洋の状態、例えば地形や海水温やジェット気流など、時間的にも空間的にもさまざまな現象が影響し合って成り立っているといえます。

複雑性シミュレーション研究グループでは、高性能で、効率よく、どんな現象にも柔軟に対応でき、全球から都市までを扱える非静力大気海洋結合シミュレーションモデルを開発し、このようなさまざまな現象が影響し合って成り立つ大気や海洋の現象を捉え、シミュレーション予測に役立てようという挑戦を行っています。







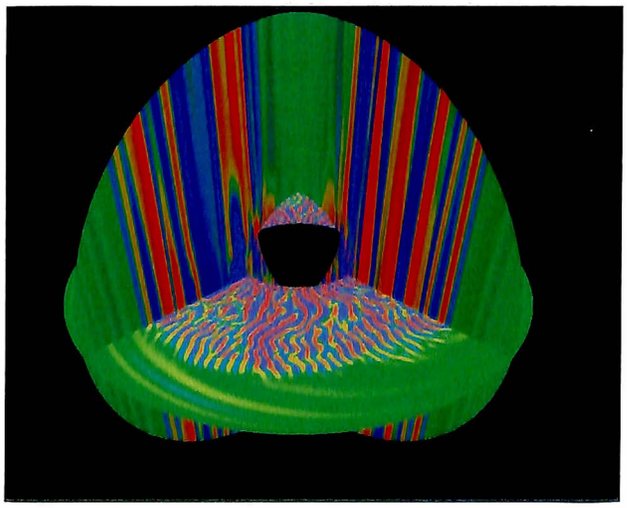


複雑性シミュレーショングループで開発されたＭＳＳＧ(メッセージモデル)によるシミュレーション結果の例：
(左上) 2003年台風10号、
(左下) アジア域の詳細な風の強さ分布
(右上) 都市キャニオンのなかの物質の流れ
(右下)北太平洋の海流（流れの速さ）の様子。

地球の内部を計算機で探る
～全地球シミュレーションモデルの開発に向けて

固体地球シミュレーション研究グループでは、地球内部の流れ計算機シミュレーションにより調べる研究をしています。地球の内部に流れなどないように思えますが、実は地球を構成するマントルやコアは今この瞬間にもゆっくりと流れているのです。マントルの流れであるマントル対流は地球の表面を覆うプレートを駆動し、地震を引き起こしています。一方、コアの流れは10億アンペアにも達する莫大な電流を作り出し、地球全体を磁場（地磁気）で覆っています。

マントルやコアの流れを地球シミュレータを使った大規模な計算機シミュレーションで理解するために我々は独自の計算格子や計算手法を考案しています。さらに、マントル対流とプレート運動を統一的に解くための新しい計算手法や、地震のシミュレーションをするための新しい計算手法の開発にも取り組んでいます。

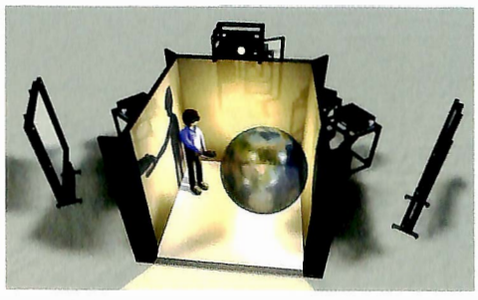


インヤン格子と呼んでいる独自に開発した計算格子で求めた地球のコア内部の流れの様子。細長いシート状の流れ構造が見える。この流れのもとで自然に電流が生まれた。地球のコアは流体でできた発電機である。

バーチャルリアリティシステム
～シミュレーション科学を支える先進技術

地球シミュレータの出現以来、とてつもなく大規模なシミュレーションが可能になり、自然現象を如実に再現する精緻なデータが得られるようになってきました。また昨今の環境問題への意識の高まりから、シミュレーションに対する世間の期待もいっそう膨らんできています。それらに伴って、このような数値データからある特徴を抜き出してCG化する処理やその作業、即ち「可視化」が果たすべき役割も、いかに新たな発見を導き易くするか、いかに誰にでもわかり易くするかなど、多様化が進みつつあります。可視化を通してはじめて、我々はシミュレーションから新たな知見を見出すことができ、さらにその知見を広く世間に伝えることができるようになります。

高度計算表現法研究グループでは、複雑に入り組んだシミュレーションデータの解析を目的としたVFIVE（バーチャルリアリティ可視化ソフトウエア）の研究開発を行っています。VFIVEは、ＢＲＡＶＥ（ＣＡＶＥ型バーチャルリアリティ装置；下図）で動作するソフトウエアで、これにより3次元データを3次元のまま、データ空間の中に文字通り身体ごと入り込んで解析することができます。

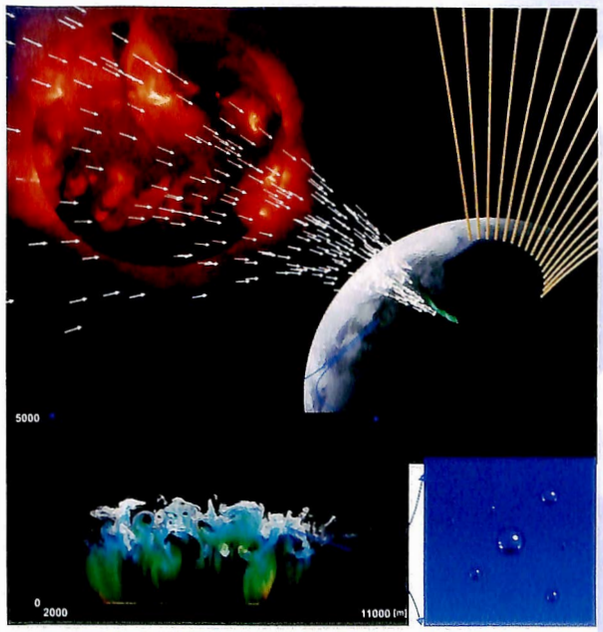


CAVE型バーチャルリアリティ可視化装置BRAVEの外観（イメージ）。

VFIVEを用いて、地磁気ダイナモシミュレーションの計算結果を可視化している様子。

連結階層シミュレーション
～地球と宇宙のつながりに挑む

豊かな自然と生命を育む宇宙船地球号が飛び続ける暗黒の宇宙空間。しかし、最新の科学が暴き出す宇宙の姿は、激しい放射と爆発、強力な宇宙線に満ち溢れたダイナミックな世界です。我々の地球環境も太陽黒点など様々な天体現象と無縁ではあり得ません。しかし、地球と宇宙の不思議なつながりの背後には多くの未知なプロセスが潜んでいるため、そのメカニズムは未だに解明されていないのです。　連結階層シミュレーション研究開発プログラムでは「連結階層シミュレーション」と呼ばれる独自の方法論に基づいて、この謎に挑戦しています。連結階層シミュレーションは原子、微粒子、地球、宇宙など、それぞれの物理階層に適合した計算モデルを相互に連結することによって初めて可能となる、次世代のシミュレーション技術です。



連結階層シミュレーションは宇宙線、分子、雲粒子の微細なスケールから雲と大気のダイナミクスを再現することにより、地球環境と宇宙のつながりを探ります。

■平成19年の主な成果■

地球深部探査センター（CDEX）

地球深部探査センター(Center for Deep Earth Exploration)は、地球深部探査船「ちきゅう」の安全かつ効率的・効果的な運用を通して、総合国際深海掘削計画(Integrated Ocean Drilling Program: IODP)を中心とした、地球掘削科学の発展に貢献する。また、科学目標達成の過程において、必要な運用・掘削・孔内計測の技術開発を行う。これらの業務を通じ、新たな生命地球科学の創成をサポートする。

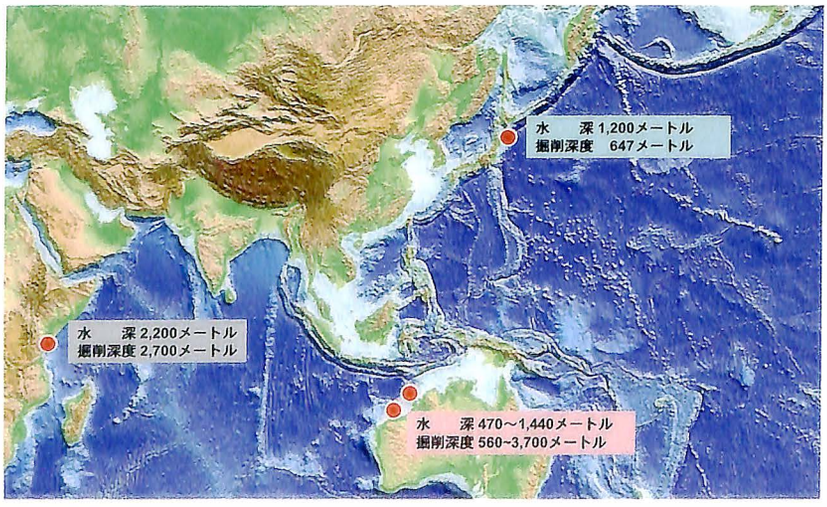
平成19年9月、約2年間行っていた各種試験や乗員の習熟訓練等を終え、IODPにおける南海トラフ地震発生帯掘削計画の研究航海に向けて、和歌山県新宮港を出港した。

「ちきゅう」空撮

「ちきゅう」試験運用終了

平成17年7月の就航後、試験運用を行っていた地球深部探査船「ちきゅう」は最終の試験・訓練として昨年10月末からインド洋のケニア沖および豪州北西大陸棚において海外試験掘削を実施し、水深2,000mを越える海域でのライザー掘削試験および日本周辺にはない地質・地層条件での大深度ライザー掘削技術の蓄積など所期の目的を概ね達成し、8月28日に日本へ帰港した。

2008年「ちきゅう」から望む初日の出

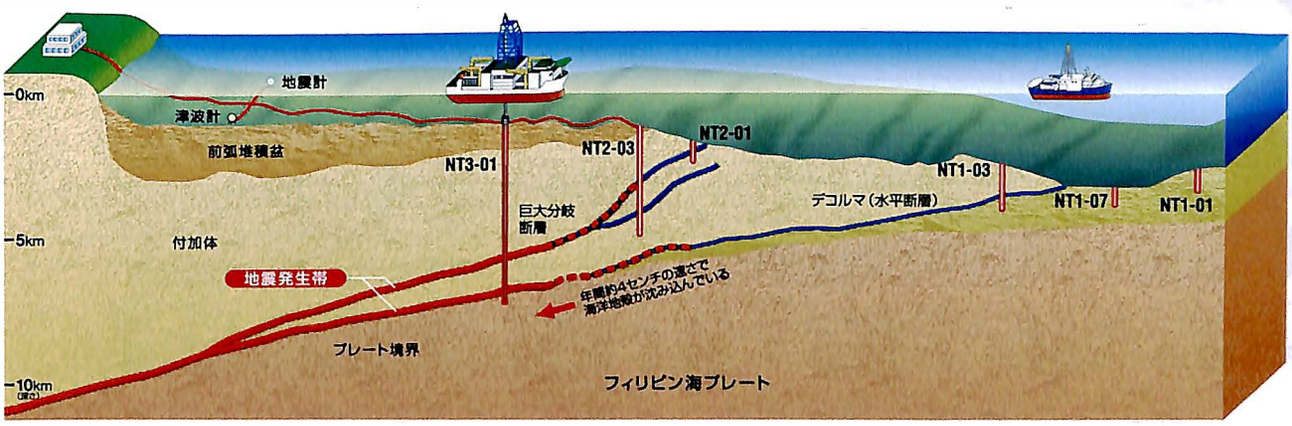


海外試験掘削　掘削地点

IODP科学掘削の開始

「南海トラフ地震発生帯掘削計画」
～地震発生メカニズムの解明を目指して

日米主導の統合国際深海掘削計画(IODP)の主力船として実施する、南海掘削（南海トラフ地震発生帯掘削計画）は全体を下記のように4ステージに分けて段階的に南海トラフの調査を平成19年9月より開始した。科学史上初めて、巨大地震が幾度となく発生してきた地震断層に向けて掘削し、地震発生のキーとなる岩石試料を採取するのみならず、現場でのデータ観測を試みる科学計画である。



ステージ1 ➡ 6つのサイト全てにおいて掘削同時検層を実施。堆積層や断層の特性を理解。
ステージ2 ➡ 海底下3,000mの巨大分岐断層をターゲットに、科学史上初めてのライザー掘削を実施。
ステージ3 ➡ 海底下6,000mの地震発生帯をターゲットとし、プレート境界面の掘削にチャレンジ。
ステージ4 ➡ 掘削した孔内で長期にわたって観測する、長期孔内システムの設置を計画。

ルーペでコアを詳しく観察する乗船研究者

サンプリングを行う乗船研究

■平成19年の主な成果■

海洋地球情報部 データ統合・解析グループ

地球観測データ統合・解析プロダクトの試験公開・提供

データ統合・解析システムの概要

「データ統合・解析システム（DIAS）」は、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」の一部として、地球プロセスの理解と、その振る舞いの予測を向上するため、

- 大気・陸域・海域・人間圏に関する多種多様な観測データの収集
- 品質管理・フォーマット変換
- 大容量データの検索、可視化、時間的・空間的な相関関係の解析など高度で集中的な情報処理

を行うことによってデータの統合・解析を行い、気候変動要因の分析情報など社会的・科学的に有用な情報に変換して提供することを目指すシステムであり、GEOSS10年実施計画で掲げられている"A System of Systems"の構築に貢献するものである。文部科学省からの委託を受けて、東京大学・EDITORIAを中心に、JAXA、JAMSTECの三者が共同で、平成18年度から平成22年度までの5年間にプロトタイプのシステム構築を進める計画である。

統合・解析データ公開の試みとニーズ調査

海洋研究開発機構では、DIASの平成19年度課題の一つである「地球観測データの実用化技術開発」において、長期安定的なデータ提供サービスの構築を推進している。その一環として、ウェブサイトで試験的なデータセットの提供を行い、ユーザニーズを調査するためアンケートを実施している（図1参照）。ここで提供される統合・解析データは、平成18、19年度「地球観測データの科学的・社会的に有用な情報への変換に関する開発研究」課題のうち、海洋研究開発機構の担当する課題で作成した統合・解析データである（図2参照）。

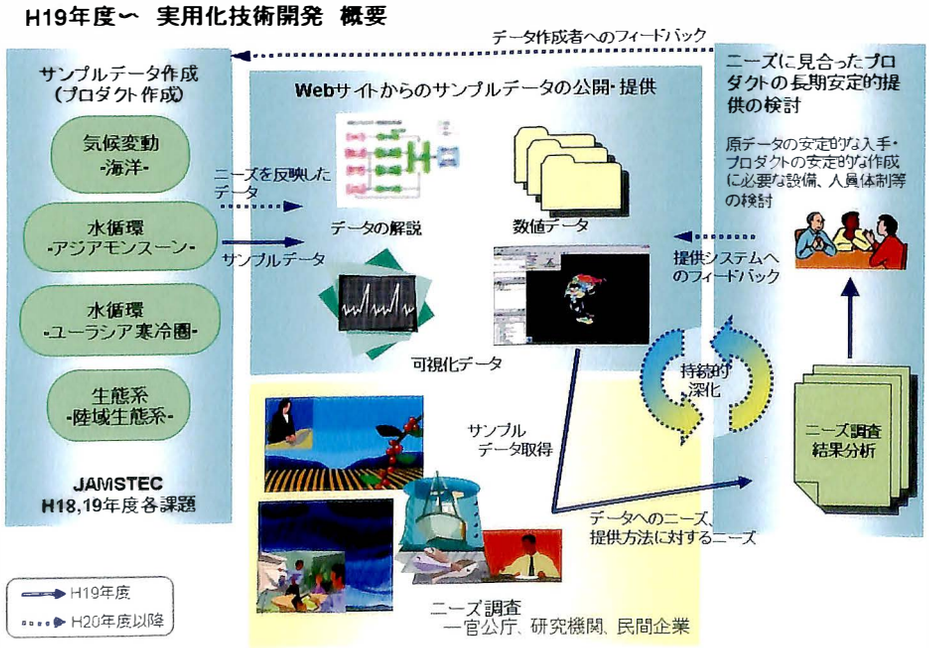
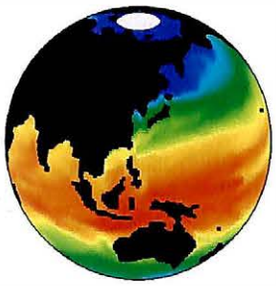


図1

ウェブサイト <http://www.jamstec.go.jp/j/medid/dias/index.html> にて、
データの公開・提供とニーズ調査を実施しております。調査へのご協力をお願いいたします。

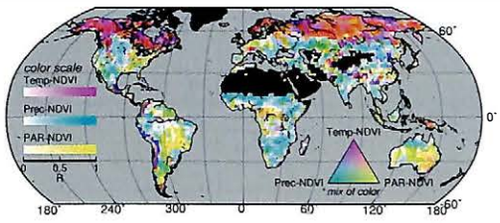
DIAS プロダクト　検索

気候変動　-海洋-



船舶・ブイ・衛星データ等の海洋観測データを用いた4次元変分法による全球海洋再解析プロダクト：1990年1月のSSTの例

生態系　-陸域-

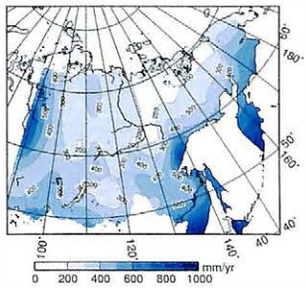


植生指数と気象データから作成された全球陸域生態系連動マップ：　赤色は気温、青色は降水量、黄色は放射量との関係を示す。

水循環　-ユーラシア寒冷圏-

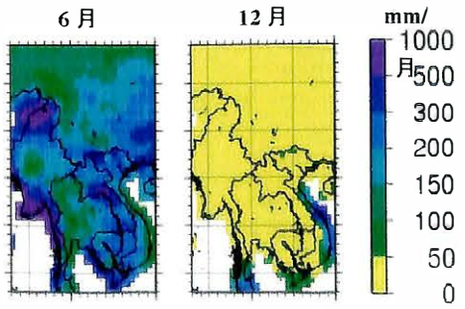
デジタル標高データと衛星データを用いた氷河インベントリ：モンゴルアルタイ山域のTsambagarav地域の氷河分布。
（左）現在、（右）1945-47年

水循環　-ユーラシア寒冷圏-



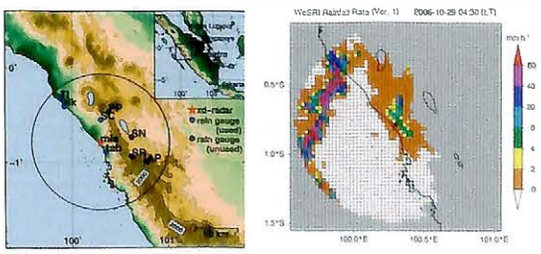
ユーラシア寒冷圏の陸域水循環に関する長期的気象水文データセット：年積算降水量(1986年)の例

水循環　-アジアモンスーン-



アジア域の格子点降水量データ：例はインドシナ半島の南西・北東両モンスーン季の降水量分布

水循環　-アジアモンスーン-



インドネシア西スマトラレーダー・雨量計統合降水量データ：山かげ部分を除く半径80kmのレーダー視野内の降水量分布

図2：公開データの概要

■平成19年の主な成果■

国際海洋環境情報センター（GODAC）

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:ゴーダック）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・設備の無料開放を行っています。

図1：国際海洋環境情報センター全景

デジタルアーカイブ（データの電子化と整理保存）

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、デジタルアーカイブを行っています。

平成19年12月現在、映像情報のデジタル処理として、10,063本のエンコード処理を行い、101,752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処理として、32,758ページ行いました。

図2：ＧＯＤＡＣの業務

地球情報提供Web

デジタル化、アーカイブ化された深海映像情報や文書情報は、インターネットを通じて広く一般に公開しています。（URL：http://www.godac.jp/）。主な「地球情報ポータルサイト」としては、以下のとおりです。

- 映像情報データベース検索
- 文書データベース検索
- 観測データの提供
- バーチャルアース
- サンゴ礁ネットワークWebシステム

図3：GODAC Web

利用開放ゾーン

GODACでは、海洋科学技術の理解増進を目的として、講義室や教育用映像システム等の各種施設・設備の開放を行うともに、教育コンテンツ等のソフトの整備も積極的に行っています。

来館者数は、平成13年11月24日の開所以来、平成19年12月現在で約6万3千人に達しています。

図4：利用開放ゾーン（講義室）

今後について

デジタルアーカイブ機能については、JAMSTECの研究成果としての生物関係の各種データのアーカイブ化、Webでの提供（海洋生命情報バンク）に力を入れていくこととしています。

また、海洋科学技術の理解増進のさらなる発展として、調べの学習・職場体験学習などを積極的に受け入れるとともに、水中小型ロボットROVを使った学習の機会の提供や、JAMSTECの研究者等による最新の海洋科学技術の研究成果の発信などをGODACという場を使い積極的に発信していくこととしています。

図5：来館者6万人を達成

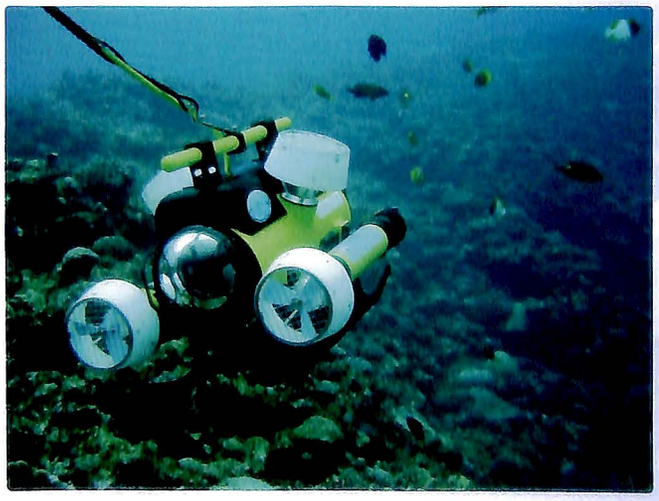


図6：ＲＯＶ操縦体験

■平成19年の主な成果■

計算システム計画・運用部 (SPOD)

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、そしてネットワークをはじめとする情報基盤の整備、運用を行っています。また、次期計算機システムの研究開発も行っています。

システム運用グループ

地球シミュレータおよび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を行っています。また、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。

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。

システム高度化グループ

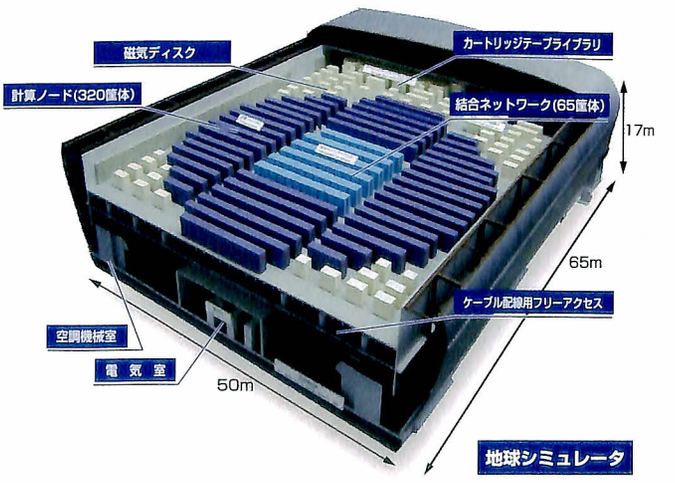
計算アーキテクチャやグリッド技術等、大規模計算機システムの高度化に関する研究を行っています。また、地球シミュレータなどスーパーコンピュータの計算処理能力向上を目指した更新計画の検討と運用方法等に関する共同研究、大規模計算機システムに適したベンチマークプログラム等の開発を行っています。

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。

地球シミュレータ

地球シミュレータは、640台のベクトル型演算方式を基本ノード（8CPU）とした高度な並列アーキテクチャを採用した分散メモリ型並列計算機です。その主記憶容量と演算処理速度において世界最大級の規模と演算能力を持つシステムです。



	地球シミュレータ	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	20CPU	1280CPU(Dual Core)	24CPU
総メモリ容量	10TB	3TB	384GB
理論性能	40TFlops	16.384TFlops	844.8GFlops
総ストレージ容量	940TB	136.2TB	
テープアーカイブ容量	1.8PB	600TB	
導入時期	2002年3月	2006年9月	

システム概要

JAMSTEC基幹ネットワーク

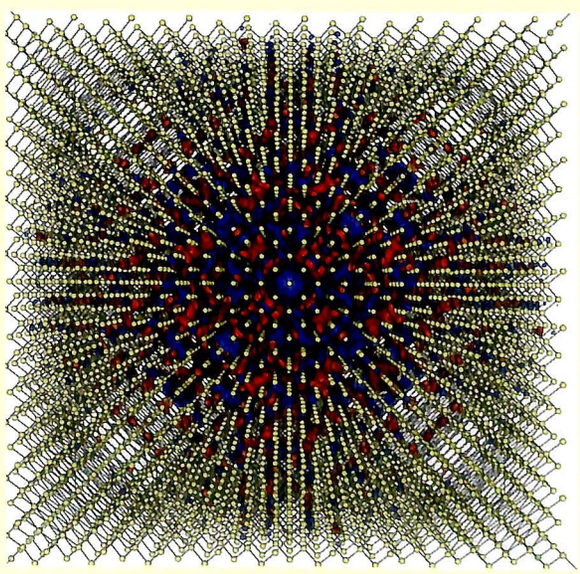
JAMSTECの各拠点を接続するネットワークを構築しています。また、国立情報学研究所の運用するSINET3のノードがJAMSTECに設置されており、2.4Gbpsの高速ネットワークでインターネットに接続されています。これらのネットワーク上では、不正アクセスやウイルス等の侵入を防止するため、ネットワークの監視を行っています。

地球シミュレータの産業利用推進

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、有償利用制度と事前評価(Trial Use)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を行っています。また、地球シミュレータ用アプリケーションソフトウェアを利用することができます。

JAMSTECネットワーク接続図

世界最大規模のLES乱流解析による車両空力設計（約1億2千万要素数でのLESによるフォーミュラーカーの大規模空力解析（地球シミュレータ100ノードを利用））



次世代半導体デバイス開発への適用（8,000原子からなるモデル系におけるSi結晶中のAsドナーの電子状態。赤は波動関数の値が正の部分、青は負の部分。（地球シミュレータ384ノードを利用））

資料提供：地球シミュレータ共同利用プロジェクト「戦略的革新シミュレーションソフトウェアの研究開発」
（プロジェクト責任者：東京大学生産技術研究所加藤千幸様）

■平成19年の主な成果■

むつ研究所（MIO）

北西北太平洋で起きている海洋環境変化を探る
—北太平洋時系列観測研究—

【要旨】

地球の温暖化や海洋の酸性化が危惧されています。北西太平洋の西部亜寒帯循環域の定点KNOT、K2（図１）において、地球温暖化や海洋の酸性化に関わる二酸化炭素と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を行っています。

北西北太平洋域は、冬季に二酸化炭素分圧が大気より高く、二酸化炭素を大気へ放出している海域です。観測定点KNOT、K2において1992年から2007年に取得されたデータから表面混合層最深部から中層において、年々溶存全二酸化炭素濃度（DIC）が増加していることが分かりました（図2）。この増加は浅い層ほど大きく、大気中の二酸化炭素の増加によって各層の二酸化炭素の放出量が少なくなっていることと関連していると予想されます。観測された増加速度で海水中の二酸化炭素が増加すると2020年頃には二酸化炭素分圧として420μatmとなり、大気中二酸化炭素分圧と等しくなると予測されます。すなわち、2020年頃から後は季節を問わず一年を通して二酸化炭素を吸収する海域となります。この海域の環境を大きく変えることになるかも知れません。

時系列観測点K2に係留したセジメントトラップで捕集された表層から中深層へ輸送される沈降粒子の組成を測定しました。表層で生物によって作られる固体ケイ酸塩（オパール）と固体炭酸カルシウムの比は、年々減少している傾向が見出されました（図3）。海水中の二酸化

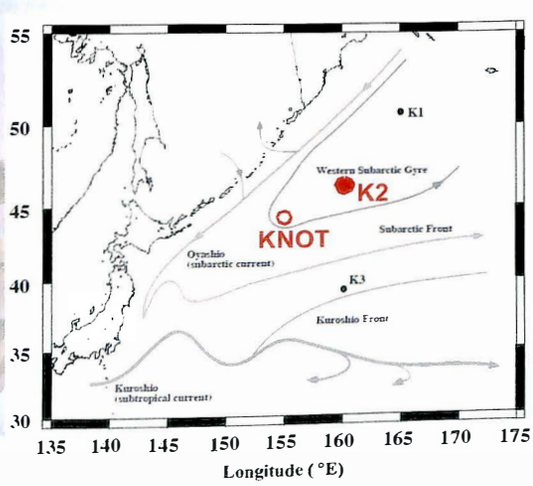


図1：西部亜寒帯循環域の時系列観測点KNOT、K2

観測点K2は2000年にむつ事業所をむつ研究所と改組した後、2001年からJAMSTECが主体として時系列観測を行っている観測点です。観測点KNOTは、北海道大学のサケマス資源調査観測線の最北端に位置し、1992年から二酸化炭素濃度の測定が行われています。1998年からの2001年の3年間は北太平洋共同時系列観測点として国内の研究機関が参加して共同集中観測が行われています。海洋研究開発機構所属「みらい」も参加し、特に他船では行えない冬季の観測を行い、貴重な観測データを得ています。2001年以後は、「みらい」をはじめ北西北太平洋で観測を行う多くの観測船が機会のある度に観測を行っています。

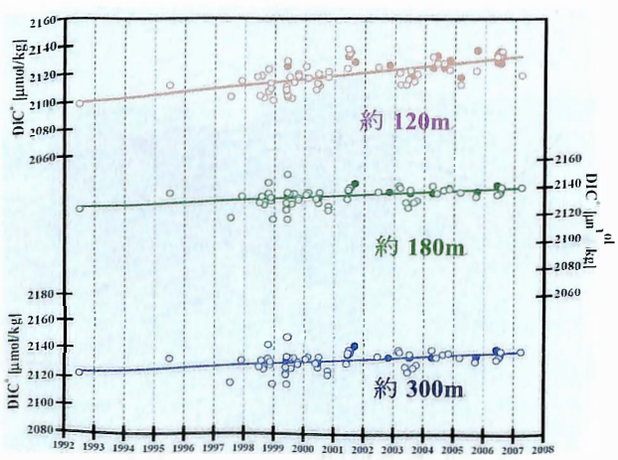


図2：時系列観測点KNOT、K2における補正した溶存全二酸化炭素濃度の経年変動[Wakita et al., in preparation]

各年のほぼ120m、180m、300mに相当する各密度面で得られた全二酸化炭素濃度、アルカリ度、溶存酸素量等を用いて各層の海水が表層で大気と気体交換を行っていたときに溶存していたと考えられる溶存全二酸化炭素濃度（補正した溶存全二酸化炭素濃度）を推定しました。どの層でも補正した溶存全二酸化炭素濃度は経年増加を示しています。2020年頃に各層の補正した溶存全二酸化炭素の値はほぼ同じになる傾向があります。このときの二酸化炭素分圧は大気とほぼ同じになると推定されます（参考図１参照）。

炭素濃度の増加や温暖化によって生物による生産の形式や生物の多様性に変化が起き始めている可能性があります。

10年後（2020年頃）に、気候変動の他、一年中CO2吸収域になるため、生物生産量や棲息する生物種も大きく変化する可能性があります。今後も、環境変化を捉えるために、高精度で長期にわたる化学データ、生物データ等の海洋観測データを蓄積することが重要で、外洋域での最も直接的に信頼できる観測を行う自動採水装置とセジメントトラップや現場自動計測器からなる高度化した係留系を用いて時系列観測を行う必要があると思われます。

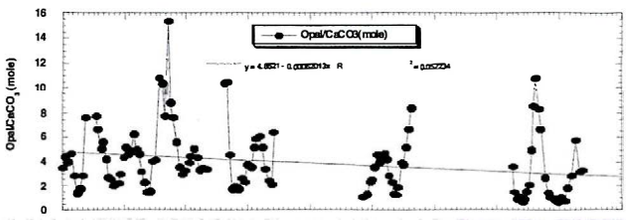
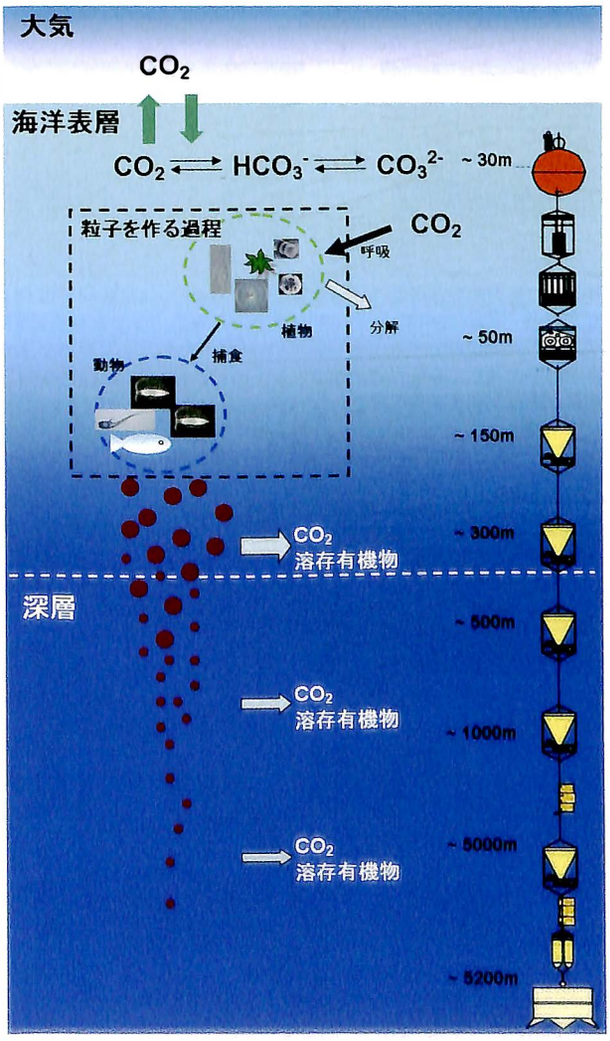
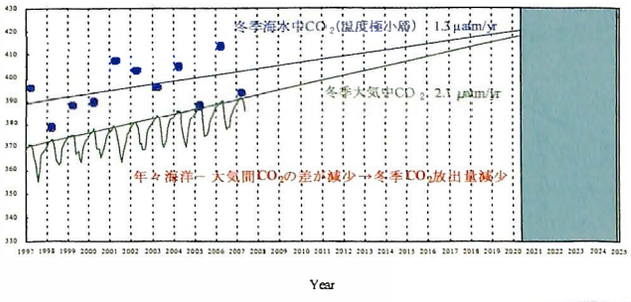


図3：時系列観測点K2で得られたセジメントトラップ中のオパール・炭酸カルシウム比の経年変化 [Honda et al., in preparation]

時系列観測点K2に係留した時間分画式セジメントトラップの各カップに捕集された沈降粒子中の生物起源粒子であるオパール（個体珪酸塩）と炭酸カルシウム濃度を測定し、その組成比を時系列に表すと大きなばらつきを持っているものの年々組成比が小さくなる傾向が見られます。この変化の要因が温暖化や酸性化による生態系の変化によるものであるかを明確にするために、今後も北太平洋時系列観測研究を発展・継続する必要があります。





参考図1：大気中CO_2と温度極小層から計算した冬季海水中CO2の経年変動[Wakita et al., in preparation

参考図2：北太平洋時系列観測研究を表す海洋における物質循環（炭素循環）の模式図

表層の二酸化炭素気体交換によって大気海洋間を移動し、また表層域の食物連鎖網によって固定されます。固定された有機物質等の生物起源の粒状物質は、海洋深層に輸送されます。輸送過程で一部は分解され、再び二酸化酸素や溶存有機物となります。深層の二酸化炭素等は、海水循環によって再び表層へ運ばれ、生物に利用されます。
この様な物質循環が、近年の気候変化や二酸化炭素増加によって受ける影響を評価するために北太平洋時系列観測研究を行っています。

■平成19年の主な成果■

高知コア研究所（KOCHI）

高知コア研究所とは？

高知コア研究所（Kochi Institute for Core Sample Research）は、地球深部探査船「ちきゅう」の国際運用の開始にあたり、研究機能を持つ”研究所”として2005年10月に新たなスタートを切りました。これにより掘削コア試料の分析と研究、さらに保管といった一連のプロセスを行う中核的研究拠点として活動しています。

現在は3つの研究グループと科学支援グループ、事務部門から構成されています。

地震断層研究グループ

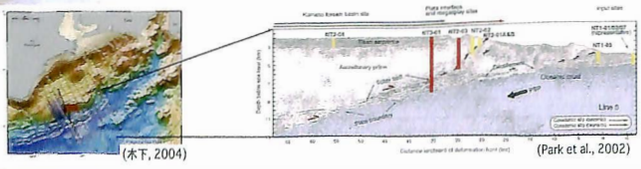
「巨大地震」発生・破壊伝播のメカニズムの解明を目指して

なぜ、津波を起こす巨大地震が起こるのか。世界の研究者と協力して地下深部の地震断層を実際に掘削、採取したコア試料を、最新鋭の分析・実験機器を駆使して研究を進めています。

例えば、1999年の台湾集々地震（Mw 7.6:死者約2500人）や、2004年に起きたスマトラ島沖地震、インド洋巨大津波(Mw9.3:死傷者 約30万人)が記憶に新しい。

これらは将来起こる可能性が高いと予測されている南海・東南海地震と同じ海溝型地震であり、よく似た挙動を示したとされています。私たちはこの点に着目し、2007年より開始されたIODP南海トラフ地震発生帯掘削計画（NanTroSEIZE）に、現在の研究成果を活かせると考え、積極的に計画を推進しています。

地震断層によってできた河川の段差
（破線部分・約45m）
写真提供：Kuo-Feng Ma (NCU)



NantroSEIZEにおける掘削予定サイト（右図における赤色・黄色の部分）

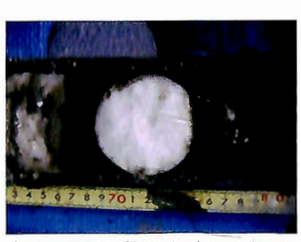
台湾チェルンプ断層（地下約1,243m）から採取された地震断層（厚さ約20cm）黒色部分は、岩盤が地震によって高温・高圧下で破壊、形成されたものと考えられている。

同位体地球化学研究グループ

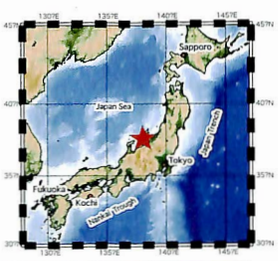
地球環境変動の研究

海洋や海底では、地球規模の環境変動に応答して、様々な物質がいろいろなかたちで移動しています。

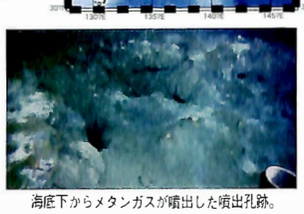
見えてきたメタンハイドレートの実態



ピストンコアにより採取されたメタンハイドレート



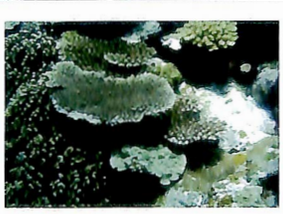
ハイドレート化したメタンガス気泡



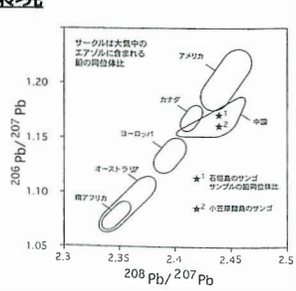
海底下からメタンガスが噴出した噴出孔跡。
周辺にはバクテリアマットなどが分布する。

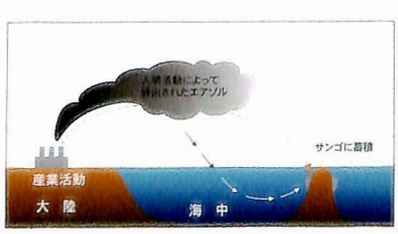
海底下に膨大な量が眠るといわれる”燃える氷”メタンハイドレート東京大学・産業技術総合研究所・独立総合研究所・東京家政学院大学とともに、2005年以降調査を行っています。
日本周辺で初めて海底に露出するメタンハイドレートやハイドレート化したメタンガス気泡を発見しました。

サンゴからわかる地球環境



サンゴの骨格に含まれる極微量の鉛の同位体比から、中国大陸→日本のエアロゾルの輸送過程と供給源が明らかになりつつあります。



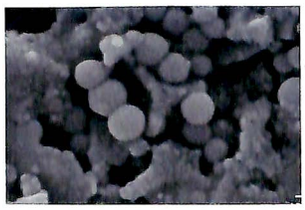


分析の結果、小笠原諸島のサンゴから大陸の化石燃料起源と思われる鉛が検出され、この地域でも大陸起源のエアロゾルの影響が大きいことがわかってきました。現在もJAMSTEC・東京大学・産業技術総合研究所の共同研究チームが分析を進めています。

地下生命圏研究グループ

海底下生命圏の全貌解明を目指して

地球の約7割を占める海洋底のさらにその下には、陸上や海水中などの地球表層の生命圏とは全くことなる第三の生命圏が広がっています。近年の海洋掘削による微生物学・生物地球化学の調査などから、地下生命圏には地球表層の生命体を遥かに上回る数の微生物細胞が生息して、その多くがこれまでに分離・培養されたことのないような未知系統の微生物であることがわかってきました。海底下の地球内部に生息する微生物が、どのように、またどのくらい深くまで生命活動を行っているのか？地下生命圏研究グループでは、最先端の分子生物学・生物地球化学の手法を駆使して、海底下生命圏の空間的な広がりや未知微生物の代謝機能と物質循環への役割などを研究し、地球内部に広がる生命圏の全体像を明らかにしようとしています。



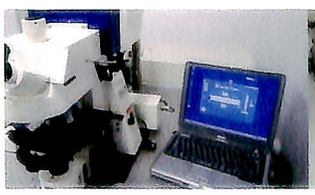
地球深部探査船「ちきゅう」の慣熟航海(CK06-06)によって下北沖より採取された掘削試料中に見られる球状細胞様構造

IODP Expedition 301のファンデフカ海嶺翼部の掘削孔内設備より分離された新属新種の好熱嫌気性細菌。

海底下生命科学研究を支える研究設備(抜粋)

DNAシーケンサー
DNAを構成するヌクレオチドの結合順序（塩基配列）を決定・解析する装置。遺伝情報の解析には不可欠である。

フローサイトメトリー
細胞の大きさや内部構造・蛍光シグナルの分布を解析する装置異なる性質の細胞をレーザーによって分取することできる。



共焦点レーザー顕微鏡
通常の顕微鏡であれば、焦点距離がばらばらになってしまうような厚い試料であっても、ピントが合った高解像度イメージを取得できる。

液体窒素凍結保存システム
海底下深部から採取した貴重な試料を極低温状態（-150℃）で長期間安定して保存できる装置。

科学支援グループ

研究基盤整備とコアキュレーション

基盤的研究の支援と先端的分析技術開発

掘削地球科学研究に携わるコアセンター内外の研究者のニーズに応じた支援を行うため、研究環境の整備や効率的な分析手法の開発を進めています。
また、若手研究者育成のためコア解析スクール等のスクーリング機能の拡充を計ります。

質量分析計(TIMS)の分析手法開発

高温高圧三軸試験装置の立ち上げ・整備

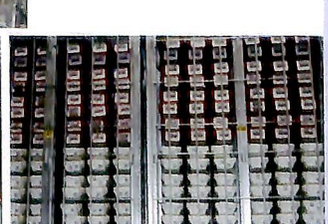
コア解析スクール支援

海底掘削コア試料の保管・管理・試料分配（キュレーション）

海底掘削コア試料の保管・管理および研究者からのサンプルリクエストに対する評価、試料分配などのコアキュレーション事業を行います。
現在、本施設では過去の深海掘削計画（DSDP)および国際深海掘削計画（ODP)で採取された深海掘削コア（約84km分）の搬入作業が行われており、また2月中旬には南海トラフ地震発生帯掘削計画（NanTroSEIZE）で採取されたコア試料を順次搬入する予定です。私たちは、これらのコアのキュレーションを進めます。

移管されたコア試料のサンプリング作業を行うキュレーター

コア試料搬入作業の様子

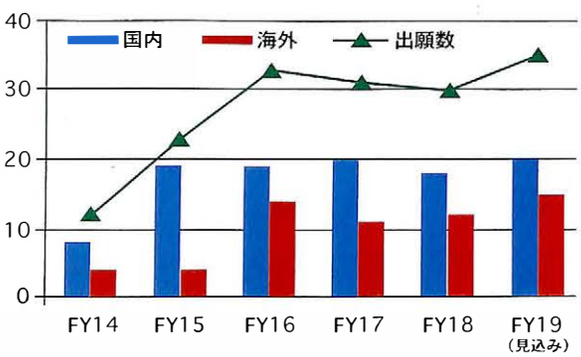


第2コア冷蔵保管庫内に搬入されたDSDP/ODPコア試料

JAMSTECにおける知財活用の主な取り組み

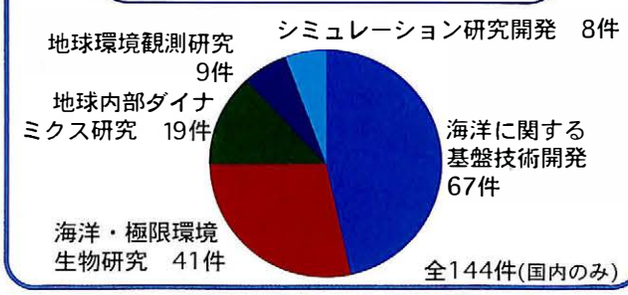
特許件数

	国内	海外	(共願)
登録	49	12	42
出願中	95	43	73



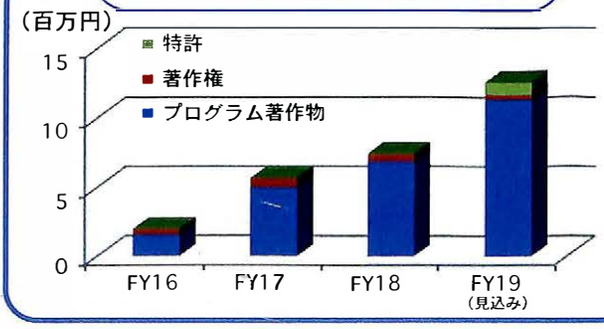
特許出願の推移

保有特許の分野別割合



全144件(国内のみ)

知的財産権収入



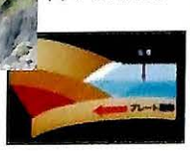
主な特許紹介

深海探査
技術の開発

研究技術開発の主なテーマ

- 高効率エネルギーシステム
  （特開2006-221993など）
- 慣性航法システム
  （特開2007-155584など）
- 水中通信システム
  （特許第3981962号など）
- 機体構造
  （特願2007-266989など）
- 高強度ケーブル
  （特許第 2025965号など）
- 海底探査システム
  （特開2006-234478など）

震源断層の物質
科学的研究



プレート挙動
解析研究

- 地質試料の測定装置
  （特開2007132795など）
- シミュレーション手法
  （特開2007-286514、
  P第9002号-1など）
- 建設材料や非破壊検査法
  （特願2007-132931など）

シミュレーション研究

- 地質試料の測定装置
  （ JP2007/071023など）

極限環境
生物研究

- 深海微生物の有効利用
  WO2004/090127、
  特開2005-270097など）
- 海洋生物の有効利用
  （ 特開2006-296367など）

海洋産業への応用

- ○海洋生物資源の開発・利用
- ○鉱物資源／エネルギー資源の開発・利用
- ○その他海洋産業創出

海洋産業以外への応用

- ○燃料電池自動車など
- ○航空機や掘削装置への応用
- ○災害救助ロボットや警備ロボットなど

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

「実用化展開促進プログラム」にて実用化の支援中。別パネル参照）

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
- ○気象予測、海流予測など
- ○科学計算など

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
- ○バイオリアクターによる有用物質生産

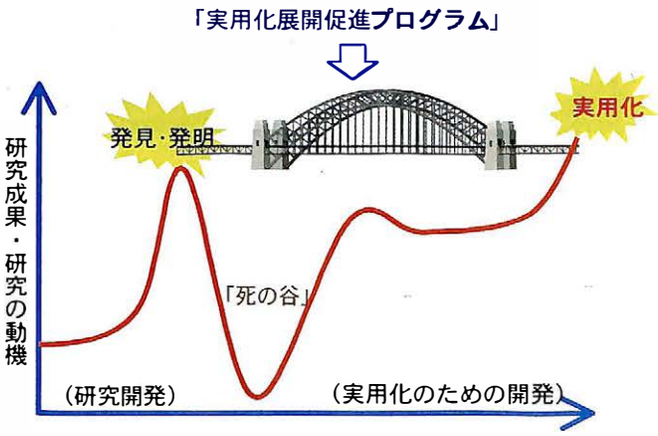
実用化展開促進プログラム（平成19年度より実施）

1.目的

研究成果に付加価値をつける等により、社会・経済に還元するという社会貢献を推進する。

□ 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産業利用・実利用などの促進

□ 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）
最大20,000千円/課題、1年

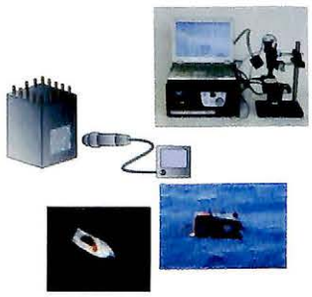
(2)共同研究（企業・自治体・大学等との連携）
最大20,000千円/課題･年、3年以内

3 支援内容

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

平成19年度実施課題

採択課題	実施責任者	期間	FY19経費（千円）
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	ＩＦＲＥＥ 坂口有人 技術研究主任	3年	12,520
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	ＩＦＲＥＥ 坂井三郎　技術研究副主任	1年	4,880
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	ＸＢＲ Dhugal Lindsay 技術研究主任	1年	4,210



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。

●支援措置（優遇措置）

・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

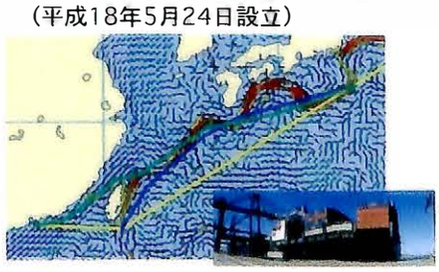
・研究施設等の使用料減免

●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）



http://www.forecast-ocean.com/jpn/fop/

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　：3,385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　：105 m
総トン数　：4,628トン
乗員数　：60 名

海洋地球研究船 みらい

長　さ　：129 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

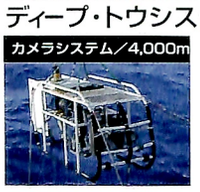
掘削孔利用システム べんけい

最大稼動深度　：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

無人探査機 かいこう7000Ⅱ

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

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

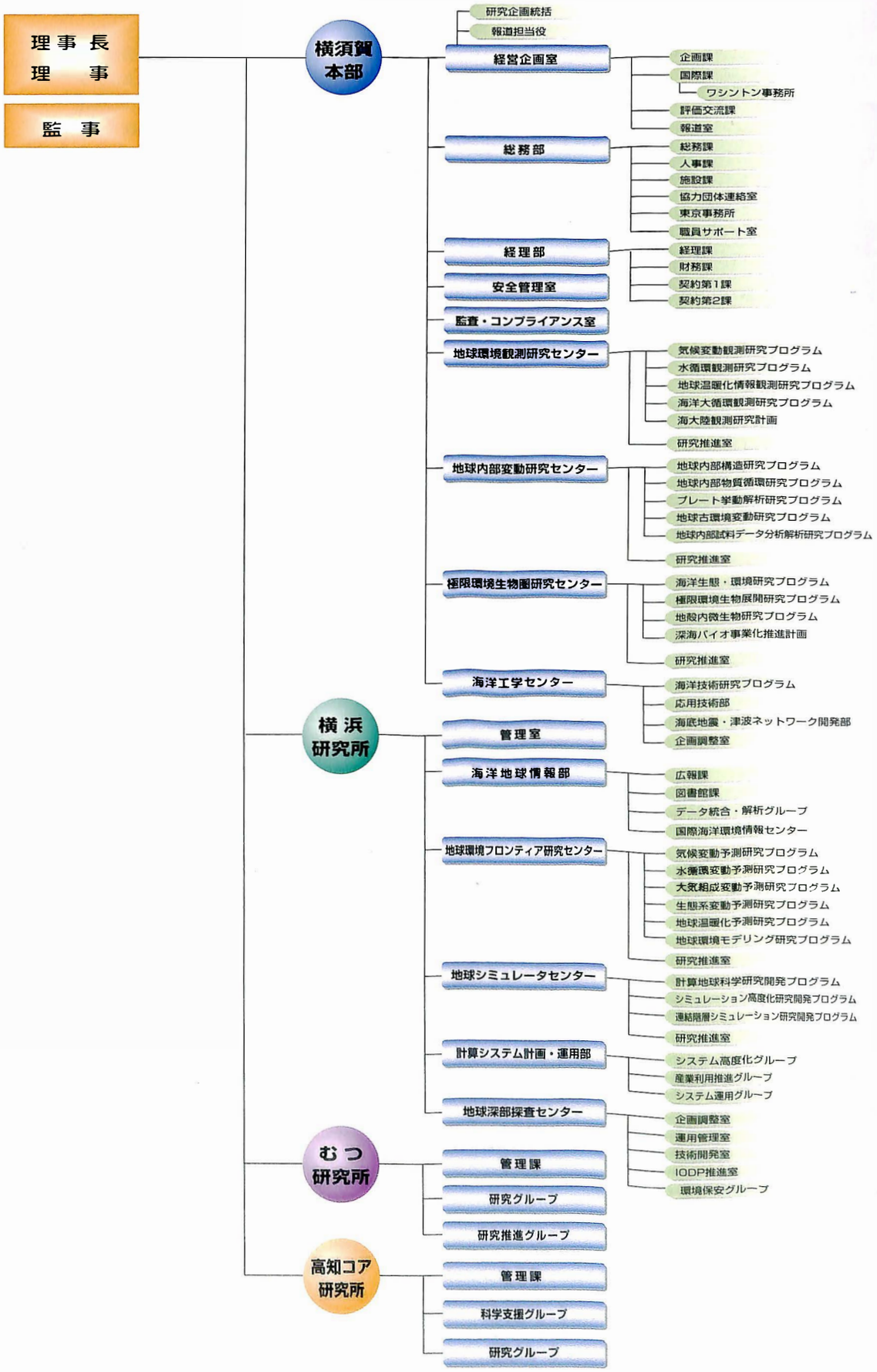
波動水槽

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
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
株式会社アサツーディ・ケイ
朝日航洋株式会社
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
アレック電子株式会社
泉産業株式会社
株式会社伊藤高壓瓦斯容器製造所
栄光電設株式会社
エヌケーケーシームレス鋼管株式会社
株式会社NTTデータ
株式会社NTTファシリティーズ
株式会社江ノ島マリンコーポレーション
株式会社MTS雪氷研究所
有限会社エルシャンテ追浜
株式会社OCC
沖電気工業株式会社
株式会社海洋総合研究所
海洋電子株式会社
株式会社化学分析コンサルタント
鹿島建設株式会社
カネダ株式会社
カヤバシステムマシナリー株式会社
川崎設備工業株式会社
株式会社川崎造船
株式会社環境総合テクノス
株式会社関電工
株式会社キュービック・アイ
共立インシュアランス・ブローカーズ株式会社
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
株式会社クロスワークス
株式会社グローバルオーシャンディベロップメント
京浜急行電鉄株式会社
KDDI株式会社
株式会社ケンウッド
神戸ペイント株式会社
国際気象海洋株式会社
国際警備株式会社
国際石油開発株式会社
国際ビルサービス株式会社
五洋建設株式会社
相模運輸倉庫株式会社
三建設備工業株式会社
株式会社三晃空調
株式会社ジーエス・ユアサテクノロジー
財団法人塩事業センター
有限会社システム技研
シナネン株式会社
清水建設株式会社
株式会社商船三井
昭和ペトロリューム株式会社
社団法人信託協会
新日鉄エンジニアリング株式会社
新日本海事株式会社
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
住友電気工業株式会社
清進電設株式会社
石油資源開発株式会社
セナーアンドバーンズ株式会社
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
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
大陽日酸株式会社
有限会社田浦中央食品
高砂熱学工業株式会社
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
帝国石油株式会社
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
東京海上日動火災保険株式会社
東京製綱繊維ロープ株式会社
東北環境科学サービス株式会社
東洋建設株式会社
株式会社東陽テクニカ
東洋熱工業株式会社
有限会社長澤工務店
株式会社中村鉄工所
西芝電機株式会社
西松建設株式会社
日油技研工業株式会社
株式会社日産クリエイティブサービス
ニッスイマリン工業株式会社
ニッセイ同和損害保険株式会社
日本SGI株式会社
日本海洋株式会社
株式会社日本海洋科学
日本海洋掘削株式会社
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
日本水産株式会社
日本電気株式会社
日本ヒューレット・パッカード株式会社
日本無線株式会社
日本郵船株式会社
株式会社間組
濱中製鎖工業株式会社
東日本タグボート株式会社
株式会社日立製作所
株式会社日立プラントテクノロジー
深田サルベージ建設株式会社
株式会社フジクラ
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
松本徽章株式会社
マリメックス・ジャパン株式会社
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
株式会社マルトー
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
三井石油開発株式会社
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
八洲電機株式会社
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
株式会社緑星社
レコードマネジメントテクノロジー株式会社

平成19年12月現在

独立行政法人海洋研究開発機構

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