

海と地球の情報誌

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

BlueEarth

5・6月号
2004

特集 地球と人類の未来を開拓する **海洋研究開発機構**

JAMSTEC Report 大気中の汚染物質による化学反応と気候変動の相互作用を探る
Blue Earth Museum イカたちの知られざる生活



海洋研究の幕開け

海洋開発の中核的役割を果たす機関として設立された海洋科学技術センター



「シートピア計画」の海中居住実験に使用された海中作業基地（ハビタット）

1960年代末、戦後の復興とともに水産・海運・造船など日本の伝統的な海洋利用分野における研究開発は順調に進み、国際的にも高い水準にあった。その一方で、先端的な科学技術を総合的に駆使した海洋開発の分野では、日本は欧米先進諸国に大きく立ち遅れ、また、海洋開発を推進する体制も十分に整備されていなかった。

こうした状況のもと、海洋開発に必要な先端的な科学技術の研究開発を強力に推進する目的で、1971年10月、当時の科学技術庁（現・文部科学省）傘下の認可法人として、海洋科学技術センターが発足した。当初は職員30名、組織は企画部・実験研究部の2部体制だった。本部を現在の横須賀市夏島に設置したのは1973年6月であり、それまでは横須賀・米が浜の仮事務所および新橋・東京事務所を活動の拠点としていた。

夏島に移転してからは、職員数もおよそ3倍に増え、組織も海洋開発の総合的な技術開発を推進する海洋開発技術部、海洋環境の様々な調査のための機器や手法を研究する海洋保全技術部、海中での潜水作業および居住に関する研究を行う潜水技術部などが設置され、本格的な研究開発活動が開始した。

海洋科学技術センターが最初に着手したのは、長時間の海中作業を安全・確実に実施するために必要な飽和潜水技術に関する研究開発だった。「シートピア計画」と名づけられたこのプロジェクトは、当時、海洋開発の一環として欧米が力を入れていた海中居住実験に倣ったもので、日本の沿岸に広がる大陸棚開発に必要な潜水技術・海中作業技術・潜水システム機器の開発をめざしていた。高圧タンク（DDC：Deck Decompression Chamber）によるシミュレーション実験、海中作業基地（ハビタット）を使用した実海域実験などがくり返し行われ、1975年には深度100mまでの飽和潜水技術を確立した（さらに、「シードラゴン計画」、1980年代末には、深度300mでの飽和潜水技術の確立に成功）。

飽和潜水技術の研究開発を進める一方で、波力エネルギー利用をめざした波力発電装置「海明」の研究開発、有人潜水調査船の研究開発、曳航式深海探査システムの研究開発なども推進され、海洋・地球科学技術に関する幅広い分野での研究開発の礎を築き上げてきた。

そして、設立から30余年を経た今日、海洋科学技術センターはさらなる飛躍をめざして、独立行政法人海洋研究開発機構として新たなスタートのときを迎えた。



海中作業基地（ハビタット）の撮影を行うダイバー



波力発電装置「海明」の海域実験



本部移転から6年後の1979年当時の横須賀本部（夏島）全景

Blue Earth

5・6月号／2004

Contents

2 特集1 地球と人類の未来を開拓する海洋研究開発機構

海洋・地球科学技術のたいなる発展をめざして
海洋研究開発機構、新たな出発！

4 海洋を中心とした地球システムの探求を通して

人類の持続的な発展、科学技術の進展に貢献してまいります。
独立行政法人海洋研究開発機構 理事長 加藤 康

6 海洋から地球環境の明日を読み解く

独立行政法人海洋研究開発機構が推進する研究・開発事業の紹介

10 海洋研究の躍進を担う学術研究船「白鳳丸」「淡青丸」

14 特集2 BEAGLE 2003 航海達成

世界初の三大洋横断高精度観測をなし遂げた
海洋地球研究船「みらい」

20 Interview 研究者・技術者に聞く

世界に先がけて、津波が生まれる瞬間の姿を捉えた
平田 賢治 研究員

24 Blue Earth Museum

イカたちの知られざる生活

26 JAMSTEC Report

北太平洋北緯47度線の再観測で発見された最深部の水温上昇

30 JAMSTEC Report

大気中の汚染物質による化学反応と気候変動の
相互作用を探る。

34 Marine Science Seminar

～梅雨の気象のカギは大陸にあり～
「梅雨の集中豪雨の起源をたどる」

38 BE Room

施設・船舶の一般公開を開催

40 Present／編集後記

41 賛助会会員名簿

表紙：学術研究船「白鳳丸」

※表紙についての詳しい説明は裏表紙をご覧ください。

海洋・地球科学技術の大いなる発展をめざして 海洋研究開発機構、新たな出発!

地球温暖化をはじめ、異常気象や巨大地震などが引き起こす大規模な自然災害にどのように対応していくかは、21世紀の人類にとって大きな課題だ。海洋は大气とともに地球の気候システムを左右する重要な要素であり、また、海溝型巨大地震などが発生するプレート境界の大部分は海底に存在している。気候変動や地殻変動といった地球規模の変動現象の解明には、地球表面の約70%を占める海洋について詳しく理解することが必要といわれている。

しかし、海洋は陸上に比べて観測が難しいため、その研究はまだ十分ではない。未知の部分が数多く残されている。21世紀の人類の課題の解決を図るためには、海洋の様々な現象を深く探求していくことが求められている。

こうした課題に取り組んできた海洋科学技術センターが、2004年4月、東京大学海洋研究所の船舶運航部門とひとつになり、独立行政法人海洋研究開発機構として新たにスタートした。海洋研究開発機構には、海洋および地球に関する科学技術を推進し、人類の持続的な発展に貢献することが期待されている。海洋研究開発機構は、21世紀の大きな課題である海洋を中心とした地球環境変動の解明に、どのように取り組んでいこうとしているのだろうか。

海洋調査船「なつしま」

海洋調査船「かいよう」

海洋地球研究船「みらい」

深海調査研究船「かいけい」

支援母船「よこすか」

学術研究船「淡青丸」

学術研究船「白鳳丸」

海洋研究開発機構の研究を支える船舶および潜水船・探査機

有人潜水調査船「しんかい6500」

地球深部探査船「ちきゅう」(建造中)

曳航式深海探査システム「ディープ・トウシステム」

無人探査機「かいこう7000」

掘削孔利用システム「べんけい」

無人探査機「ハイバードフィン」

深海巡航探査機「うらしま」



独立行政法人海洋研究開発機構 理事長
加藤 康宏

【独立行政法人海洋研究開発機構発足記念 特別メッセージ】

海洋を中心とした地球システムの探求を通して 人類の持続的な発展、科学技術の 進展に貢献してまいります

世界の研究機関とともに 地球規模で活動を展開

平成16年4月1日をもって、海洋科学技術センターは、東京大学海洋研究所の船舶運航部門と一緒に、独立行政法人海洋研究開発機構として新しく発足いたしました。

前身である海洋科学技術センターは、1971年10月1日に、海洋科学技術の総合的な試験研究を行うことを目的として、科学技術庁（現・文部科学省）の認可法人として設立されました。70年代は活動の基盤づくりとして、海洋開発のための様々な技術研究を実施し、80年代には有人潜水調査船「しんかい

2000」の運航を開始。深海生物の発見や熱水噴出現象を発見するなど、日本における深海研究、海洋研究の開拓に力を尽くしてまいりました。さらに、90年代には有人潜水調査船「しんかい6500」により様々な発見がなされ、また、10,000m級無人探査機「かいこう」は、世界最深のマリアナ海溝チャレンジャー海淵の潜航に成功しています。一方では、97年に海洋地球研究船「みらい」が就航し、北極域から赤道域まで幅広い海域で海洋観測を行うなど、世界の海を舞台にグローバルな海洋研究を展開しています。また、21世紀に入り、世界最速の優れた性能を持つス

ーパーコンピュータ「地球シミュレータ」も着実な成果をあげるなど、海洋を中心とした地球システムの解明に向けて、幅広い分野で研究を進めてまいりました。これまでに取り組んできた様々な成果をあらためて眺めてみると、その活動フィールドは、まさに世界中に広がっています。

今年4月に、東京で「第2回地球観測サミット」が開催されました。多くの国々が参加したこのサミットにおいて、地球の様々な変動現象の解明・予測は、21世紀の人類にとって差し迫った緊急の課題であり、各国が一致協力して地球観測に取り組んでいくことが合意さ

れました。海洋研究開発機構が積極的に協力していくことはもちろんですが、これまで地球規模で幅広い研究活動を行い、実績を積み上げてきた海洋研究開発機構には、ここでしかできない大きな仕事、果たすべき重要な役割というものがあるように思います。高い技術力、そして豊富な経験に基づく知恵を生かしてイニシアチブをとり、さらに世界の様々な機関と連携しながら、持てる力を存分に発揮し、地球と人類の未来に貢献していきたいと考えております。

科学の夢やロマンへの挑戦にも 期待していただきたい

私は愛知県の名古屋の近くで生まれ育ちました。私が子どものころは、毎年冬になると何度か大雪が降り、雪遊びを楽しんだことを思い出します。しかし、最近は、東京も同様ですが、大雪が降ることがほとんどなくなりました。また、近年、世界各地で異常気象が伝えられ、大きな自然災害も多数おきています。地球温暖化に代表される気候の変動は、私たちの生活に直接的に影響を及ぼします。もちろん、生態系にも大きな影響を与えます。また、私たちが暮らす日本列島は、4つの

プレートの境界に位置しており、火山・地震活動が非常に活発な場所です。火山噴火や巨大地震は、これまで数々の災害を引きおこしてきました。このような不幸な出来事を少しでも減らしていくためにも、気候変動や地殻変動など、地球規模の変動現象を理解することが求められています。海洋研究開発機構は、地球規模の環境変動に関する諸問題の解決や、自然災害による被害の軽減に貢献するため、こうした変動を明らかにすることをめざして観測研究や予測研究、技術開発などの活動を行ってまいります。

もうひとつ、海洋研究開発機構が果

たすべき大きな役割があります。それは、知の探求、言い換えれば、科学へのロマンの追求です。海洋は、私たち人間にとって未知の世界です。これまで、海洋研究開発機構が行ってきた様々な研究によって、興味深い事実が次々と明らかにされてきましたが、海はまだ多くの謎を秘めています。たとえば、海底の堆積物は過去の地球環境の変動の過程を記録した貴重な情報源といわれています。この堆積物を高精度で解析することによって、過去1~2億年で地球の環境がどのように変動したのかを理解することができます。また、生命の起源に迫るための鍵も深海底にあるといわれます。海洋を詳しく研究することによって、やがて地球の歴史や生命の起源を解明するという大きな夢を実現する日がやってくることでしょう。それが実現できれば、これほど素晴らしいことはありません。

また、海洋研究開発機構では、地球深部探査船「ちきゅう」の建造を進めています（2005年完成予定）。水深2,500m（最終目標4,000m）の深海域で、海底下7,000mを掘り抜くという最新鋭の科学掘削船です。「ちきゅう」が活動を開始すれば、地下生物圏の存在や地殻の変動過程などが明らかにされる

だけでなく、人類未踏のマントルへの到達も夢ではありません。こうした活動を通して、海、地球、そして科学へのロマンを多くの人々に感じていただけるように努力していくことも、私たちの大切な仕事であると考えています。

海洋研究開発機構が運用を行っている世界最高速のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」にも大きな期待が寄せられています。この「地球シミュレータ」は、地球環境や気候研究に用いられているだけでなく、ナノテクノロジーやバイオ技術、さらにはロケットエンジンの開発など、産業技術分野の研究にも活用されようとしています。まさに、日本の科学技術躍進のための大きな財産です。この「地球シミュレータ」の成果にもぜひ注目していただきたいと思います。

海洋研究開発機構は、こうした数多くの世界に誇る研究設備を最高度に活用し、また優れた研究者や技術者たちの頭脳を生かし、海洋を中心とした地球の探求を通して、人類の輝ける未来を切り拓くべく努力を続けてまいります。夢とロマンに満ちた私たちのチャレンジを、みなさまが大きな関心をもって見守ってくださることを願っています。



独立行政法人海洋研究開発機構設立記念式典であいさつする加藤理事長

海洋から地球環境の明日を読み解く

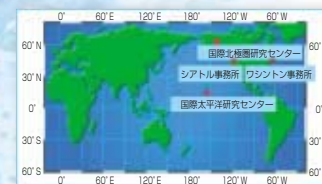
独立行政法人海洋研究開発機構が推進する研究・開発事業の紹介

2004年4月1日、独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC：Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology）が発足した。「独立行政法人海洋研究開発機構法」には、その目的について「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」と記されている（第4条）。また、文部科学大臣が定めた「中期目標」では、「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」であり、海洋研究開発機構はその活動によって、「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」としている。こうした使命を果たすため、海洋研究開発機構では、「中期目標」に基づいて、新たにその活動に関する「中期計画」を定めた。これからどのような活動が推進されようとしているのか、その全体像を紹介していこう。



2004年4月27日、東京商工会議所・東商ホールにおいて、独立行政法人海洋研究開発機構設立記念式典が開催された。式典では、はじめに海洋研究開発機構・加藤康宏理事長があいさつに立った。そして、稲葉大和文部科学副大臣、池坊保子文部科学委員会委員長、上杉道世東京大学理事（写真中央）よりご祝辞をいただき、海洋研究開発機構・木下肇研究担当理事が組織の説明と事業紹介を行った。

独立行政法人海洋研究開発機構の主な拠点



国際海洋環境情報センター



むつ研究所



横浜研究所



横須賀本部

機構が果たすべき4つの使命

海洋研究開発機構は、その活動を推進するにあたり、海洋を中心とした地球システムの研究開発を通じて果たすべき4つの使命を掲げている。

- 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ことに貢献する知見、情報を提供する。
 - 海底地殻変動による災害から国民の生命と財産を守り安全安心を確保することに資する知見、情報を提供する。
 - 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知見、情報を提供する。
 - 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。
- そして、これらの使命を達成するため、業務遂行の基本方針として次の5つを定めている。
- 国内外の機関と連携・協力を図り、

海洋を中心とした地球を一つのシステムとしてとらえ、研究及び開発を学際的、総合的に進める。

- 提供するサービスの向上と研究開発による成果の社会への還元を図る。
 - 広報、普及、啓発等を通じ、国民の理解と支援を得ることに積極的に努める。
 - 人材、資金等を有効に活用して、効率的に業務を遂行する。
 - 業務遂行における安全性と信頼性を確保する。
- こうした方向性のもとで、海洋研究開発機構は、海洋を中心とする水圏および海洋と密接に関連する気圏の変動から見た地球環境変動の解明、海底からの観測などによる地圏の構造と変動の解明、表層から深海底、さらには地圏下へと広がる生物圏の構造と役割の解明等に向けて、海洋を中心とした地球システムに関して、学際的・総合的な観点から研究を進めていこうとしている。

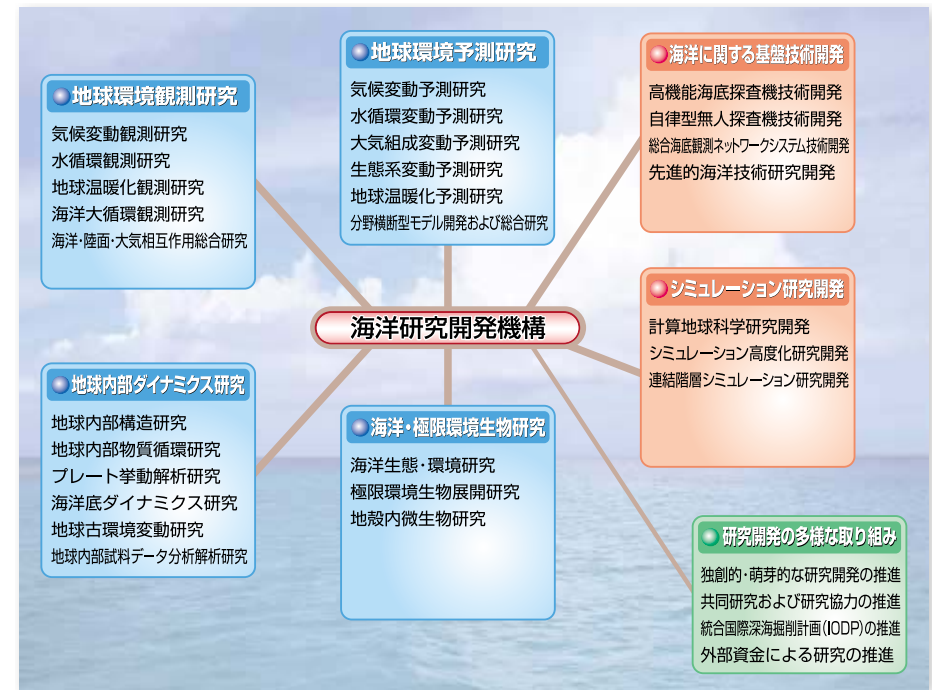
機構が取り組む研究開発プロジェクト

海洋研究開発機構が、これから重点的に取り組もうとする研究開発プロジェクトは、地球環境観測研究、地球環境予測研究、地球内部ダイナミクス研究、海洋・極限環境生物研究の4つの研究分野と、海洋に関する基盤技術開発、シミュレーション研究開発の2つの開発分野だ。また、このほかに、将来の独創的なプロジェクトを生み出すための研究開発、統合国際深海掘削計画（IODP）への積極的な参画をはじめ、国内外の機関との共同研究・研究協力の推進等にも取り組んでいこうとしている。

これらの研究開発プロジェクトが具体的にどのようなものなのか、「中期計画」に記された内容をもとに紹介していこう。

【地球環境観測研究】

太平洋・インド洋・北極海・ユーラシア大陸アジア域等において、研究船、



日本列島周辺海域・西太平洋域を中心に地震・火山活動の原因、島弧・大陸地殻の進化、地球環境変遷等についての知見を蓄積するため、地球深部探査船「ちきゅう」、深海調査システム、海底地震計・海底磁力計等により、地

独立行政法人海洋研究開発機構の中期目標・中期計画の全文をホームページに掲載しています。より詳しい内容についてはそちらをご参照ください。

海洋研究開発機構ホームページ
<http://www.jamstec.go.jp/>



学術研究船「白鳳丸」

■全長：100.0m
■幅：16.2m
■深さ：8.9m
■総トン数：3,987トン
■航海速力：約16ノット
■航海距離：約12,000海里
■定員：89名
(乗組員：36名、研究者：35名)



学術研究船「淡青丸」

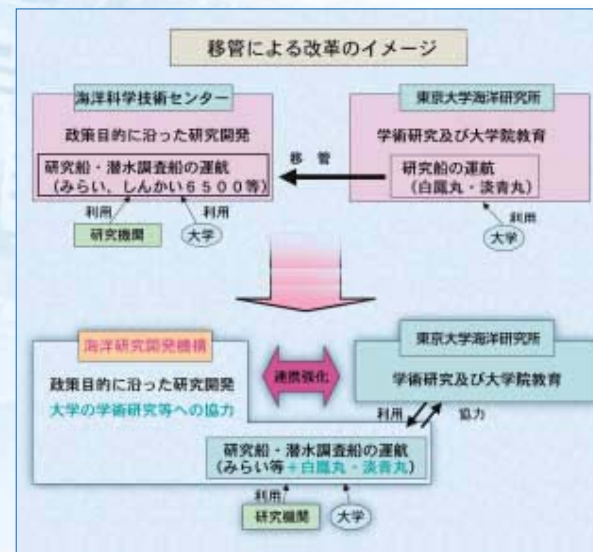
■全長：51.0m
■幅：9.2m
■深さ：4.2m
■総トン数：480トン
■航海速力：約12ノット
■航海距離：約6,200海里
■定員：34名
(乗組員：23名、研究者：11名)

海洋研究の躍進を担う学術研究船「白鳳丸」「淡青丸」

東京大学海洋研究所より移管された2隻の研究船

取材協力：
学術研究船運航部

独立行政法人海洋研究開発機構の発足を機に、東京大学海洋研究所から「白鳳丸」、「淡青丸」の2隻の学術研究船が海洋研究開発機構に移管されることになった。これに伴い、海洋研究開発機構には学術研究船運航部が新たに設置され、これらの船舶の安全かつ効率的な運用をめざして、東京大学海洋研究所と連携・協力を図りながら、運航・管理等が行われる。旧・海洋科学技術センターより運航されてきた海洋調査船「なつしま」、海洋調査船「かいよう」、支援母船「よこすか」、深海調査研究船「かいらい」、海洋地球研究船「みらい」といった既存の船舶に加えて「白鳳丸」、「淡青丸」の運用が行われることにより、海洋の観測・研究を推進していく上で、より効率的・効果的な運用体制が整ったといえる。学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」が、どのような設備と能力を持つ船舶なのか、その概要を紹介していこう。



「白鳳丸」「淡青丸」の移管による改革

両船の移管により、海洋研究開発機構は東京大学海洋研究所と連携・協力しながら、学術研究の特性に配慮しつつ、既存の研究船と連携した効率的・効果的な運航を進める。

海洋科学の発展に 貢献する学術研究船

1962年、海洋に関する基礎的な研究を行うことを目的に、全国共同利用研究機関として東京大学海洋研究所が設立された。その設立に伴い、大学の研究者や大学院生たちが実際に海洋に出て観測を行うために必要な海洋研究船が建造された。1963年6月に初代「淡青丸」(257トン)、1967年3月に初代「白鳳丸」(3,200トン)がそれぞれ竣工し、日本の海洋科学の黎明期を確立するにふさわしい研究船として生まれ変わった。特に、初代「白鳳丸」は日本初の大規模研究船であり、外洋域における日本の海洋研究の水準を飛躍的に向上させた。しかし、1980年代に入ると科学技術はめざましい発展を遂げ、最新機器・先端的な技術を駆使した研究領域も増大し、新たな研究船を求める声が高まった。そこで、1982年10月に二代目の「淡青丸」(480トン)が、さらに

1989年5月には二代目の「白鳳丸」(3,987トン)が新たに建造された。新「淡青丸」は、それまで同様に日本近海や沿岸海域の研究航海に用いることを考えてつくられたが、以前に比べて大型化され、やや速出することも可能になった。一方の新「白鳳丸」では、建造にあたって航海・観測性能を向上させるための基礎的な実験・解析・検討が詳細に行われるとともに、研究設備・機器についても最新の技術が盛り込まれ、世界の海洋科学の最先端を開拓するにふさわしい研究船として生まれ変わった。

こうして誕生した学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」によって、これまで海洋科学に関する幅広い分野における基礎研究から応用研究まで、多様な観測・研究航海が行われてきた。「白鳳丸」は太平洋からインド洋といった全地球海洋を対象に、「淡青丸」は日本の沿岸および外洋でと、それぞれの特徴を生かしながら

効果的な運用がなされてきた。

そして、2004年4月、東京大学海洋研究所から「白鳳丸」、「淡青丸」の両研究船が移管されることとなった。今後は、海洋研究開発機構において運航・管理などがなされ、「大学および大学共同利用機関における海洋に関する学術研究への協力」(「中期目標」)を行っていく。そのために、海洋研究開発機構は、東京大学海洋研究所と緊密に連携協力を図り、学術研究の特性に配慮しながら、海洋地球研究船「みらい」など、既存の研究船と連携した効果的な運用を行うことによって、「白鳳丸」と「淡青丸」をより効率的に運航することとなったのだ。

「小さい」特性を生かし 日本近海で効率よく活動

学術研究船「淡青丸」は総トン数480トン、全長51mの中型研究船だ。相模湾や駿河湾、熊野灘、三陸沖など、



4月20日、「淡青丸」の入港歓迎式が行われた。(横須賀本部)



5月13日、清水港より中西部太平洋海域へ航海に出る「白鳳丸」。



「淡青丸」の操舵室（チャートテーブル付近）の様子。



観測作業甲板。左舷側にウインチ類を配置。



船体中央部にある研究室スペース。



研究者の居室。左手に二段ベッドがある。



■淡青丸



「淡青丸」の
藤田 潮 船長。

主に日本近海で、海洋に関するあらゆる分野の基礎的な研究を行うための研究船として活躍している。観測作業時に要求されるきめ細かい操船性能・針路保持性能などを確保するため、パウスラスタに自動船首保持装置を備えるなど、優れた操船性能を持つほか、エンジン等も高速から低速まで観測に適したあらゆる船速を長時間維持できるよう工夫されている。また、このクラスの船において初めてハイブリッド航法装置を導入し、研究航海で要求される船位測定の精度を格段に向上させるなど、初代「淡青丸」の実績と経験を十分に考慮して、海洋研究船に求められる高い性能を保持している。さらに、居住区をやや船首側に配置したり、右舷側に十分な広さを持つ観測作業甲板を用意するなど、船上の限られたスペースをできる限り有効に活用する工夫もなされている。

研究室スペースは船体中央部付近の最も便利な場所に設置されており、後部の観測作業甲板と直結させて作業の効率化を図っている。さらに、約53m²

の研究室は、船首部のドライ研究室（約21m²）、中央部のセミドライ研究室（約20m²、無菌室を含む）、後部のウェット研究室（約12m²）から構成されているものの、それぞれの仕切りを設けず、様々な分野の研究活動に適合できるように、机等の配置換えによって多目的に使用できるようになっている。こうすることによって、ひとつの研究室で、物理学、化学、生物学、地質学、気象学、水産学など、航海の研究目的に応じたあらゆる分野の観測・研究活動を効率よく行うことができる。

「本船では、ほとんどが1週間から10日という短期間の研究航海を数多く行っています。海が荒れたときなどは、限られた短い航海日数で予定された研究課題をこなすのがたいへんなこともあります。大学で学生への指導も行わなければならない多忙な研究者にとっては、とても使いやすい研究船といえるかもしれません」と藤田 潮 船長はいう。藤田船長は初代「淡青丸」にも乗船し、現在の「淡青丸」の艦装にも立ち会うなど、「淡

青丸」を知り尽くしたベテランだ。「今後は、これまでより航海日数が増える予定です。より多くの研究航海が行われることで、さらに幅広い分野の研究者が参加して、たくさんの研究活動が行われます。基礎的な海洋に関する研究に加えて、地球レベルの環境問題、生態系の維持、物質循環等の社会的テーマを扱う研究プロジェクトや、小規模であっても独創的な個別研究などにも対応できるでしょう。『小さい』ということをメリットとしてとらえ、利用しやすく、小回りが利くことを生かしながら、この研究船からより多くの成果が生まれることに期待しています」と藤田船長は話す。

世界の海を巡り 海洋研究の発展に力を発揮

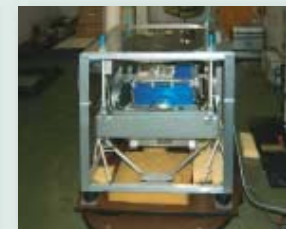
学術研究船「白鳳丸」は総トン数3,987トン、全長100mの大型研究船だ。近海・遠洋を問わず、極海を含めた世界の海を舞台として、長期間の多目的研究航海に活用されている。気泡障害の少ない船型、水中放射雑音を低



「白鳳丸」の操舵室の様子。



搬入された研究機材で一杯の第7研究室。



第9研究室には重力計、ジャイロコンパスを装備。



「白鳳丸」の
稲葉不二夫 船長。



■白鳳丸



世界の様々な国の入港記念盾が飾られている。

減するプロペラやスラスタの開発、エンジンの振動を伝えにくくする防振構造の採用、観測時の電気推進など、海洋研究船として洋上における観測作業に支障ないように、様々な工夫が凝らされている。また、各種測位装置をはじめ、ジョイスティックコントロールシステムによりパウスラスタ（2基）、スタンスラスタ（1基）、推進プロペラ（2基）、舵（2基）を操作して、観測作業時の優れた操作性と保針性を確保するなど、建造当時における最新のシステムが導入されている。さらに、船内にはシービーム、CTD解析処理装置、生物資源音響探査装置、地層探査装置、船上重力計、音響測位システムなど、数多くの高性能研究設備が備えられている。航行データ、人工衛星データをはじめ、これらの観測機器によるデータは、光データリンクシステムによって船内で処理され、各研究室・居室で、データを取り出すことができる。

研究室スペースの総床面積は375m²

で、10室の研究室を研究内容によって使い分けている。たとえば、第7研究室は後部の観測作業甲板に直結したウェット研究室で、採取した海水や海底堆積物コアの処理作業が行えるようにつくられている。また、第5、第6研究室はセミドライ研究室で、研究内容に応じた様々な実験・分析が行われる。こうした部屋には備え付けの実験装置類はほとんどなく、研究航海ごとに必要な研究機材が運び込まれる。このような多目的な研究室がある一方、海底地形や気象・海象などの観測作業を行う第1研究室、コンピュータによる解析作業を行う第8研究室、船上重力計が装備された第9研究室、クリーンルームの第4研究室、低温実験室の第10研究室などのように、使用目的が限られた専門性の高い研究室も用意されている。

「白鳳丸」の稲葉不二夫船長は、1989年の完成時から、中1年間を除いてずっと「白鳳丸」とともに航海をしてきた。「これまでずっと大学の共同利用として基礎的な海洋研究を中心に航海を行っ

てきました。もちろん応用研究にも十分に対応できる機能を備えています。しかし、建造から15年の運航実績を生かし、どちらかといえば基礎的な研究に重点を置いて運用されるのがよいのではないかと思います」と話す。

確かに、これまで「白鳳丸」、「淡青丸」が海洋科学分野における人材育成に果たしてきた役割は大きい。海洋研究者、海洋研究を支援する技術者をはじめ、それらをめざす大学院生らが乗船し、観測研究の実体験を通してなされる教育は重要だ。さらに、共同観測などを通して異なった大学や研究機関の研究者・学生が交流する場としての機能も忘れることはできない。藤田船長は、「学術研究船が研究の場と交流の機会を提供し、海洋研究の発展に寄与していることを誇りに思っています」という。「白鳳丸」、「淡青丸」は、これからも多くの研究成果をあげるとともに、洋上の海洋研究室あるいは教室として、海洋科学の発展を支える重要な役割を果たしてくれるに違いない。



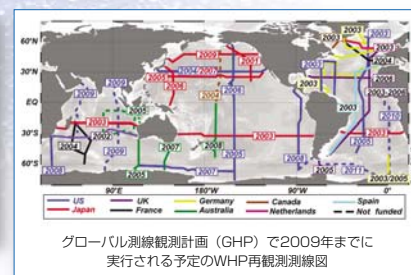
周航航海の出発地プリズペン港を出航



採水作業は単調だが、細心の注意が必要



採取された海水は、直ちに船内で分析



— BEAGLE (Blue Earth Global Expedition) 2003 — 世界初の三大洋横断高精度観測を なし遂げた海洋地球研究船「みらい」 南半球周航観測航海を無事に終え今後の研究成果に大きな期待

2004年3月22日、南半球周航観測航海 (BEAGLE 2003) を達成した海洋地球研究船「みらい」が、10ヶ月ぶりに日本へ帰還した。
BEAGLE 2003は、海洋科学技術センター (現・独立行政法人海洋研究開発機構) 創立30周年を記念する事業の一環として行われた大規模海洋観測だ。海洋地球研究船「みらい」は、南半球中緯度を太平洋・大西洋・インド洋と一気に横断し、その間約500点で、海面から海底直上までの水温・塩分を測定し、さらに鉛直36層で海水を採水して溶存酸素・二酸化炭素・栄養塩類など十数項目の測定・分析が行われた。単一の研究船によって、これだけ大規模な観測が短期間のうちに行われたのは、海洋観測史上例のない画期的なプロジェクトであり、しかも、周航観測に関しては、計画していたすべての観測点で観測を達成するという驚異的な成果をあげた。観測によって得られたデータは、今後、品質管理を行った上で全世界の研究者に公表されることになっている。また、観測結果からすでに興味深い成果が数多く見つかり、今後の研究に期待が高まっている。



取材協力：
深澤 理郎 むつ研究所所長
海洋観測研究部 研究主幹
BEAGLE 2003 代表研究者

海洋観測の歴史に残る 世界初の大航海

「とにかく「すごい」というのが、航海を終えたときの率直な気持ちでした。この観測航海の結果そのものがすごいというより、この航海に係わった多くの人が力を合わせてなし遂げたことがすごいと思ったのです。研究者、観測技術員、「みらい」の乗組員をはじめ、この観測航海を実現させるために力を尽くしてくださった多くの人々に感謝したい」とBEAGLE 2003の代表研究者である深澤理郎研究主幹はいう。

BEAGLE 2003の計画を進めている間、深澤研究主幹は、世界の様々な研究者たちから「成功させることは難しいのではないか」、「本当に日本の力でできるのか」といった不安の声を聞かされてきた。天候や海況の悪化、ケーブルの破断や観測機器のトラブルなど、大規模海洋観測に多くの困難が待ち受けていることは分かっていた。その上、約200日の航海で500点に及ぶ大量の採水観測を実施しようというのだ。実現の難しさを指摘する声があるのも当然のことだったかもしれない。それで

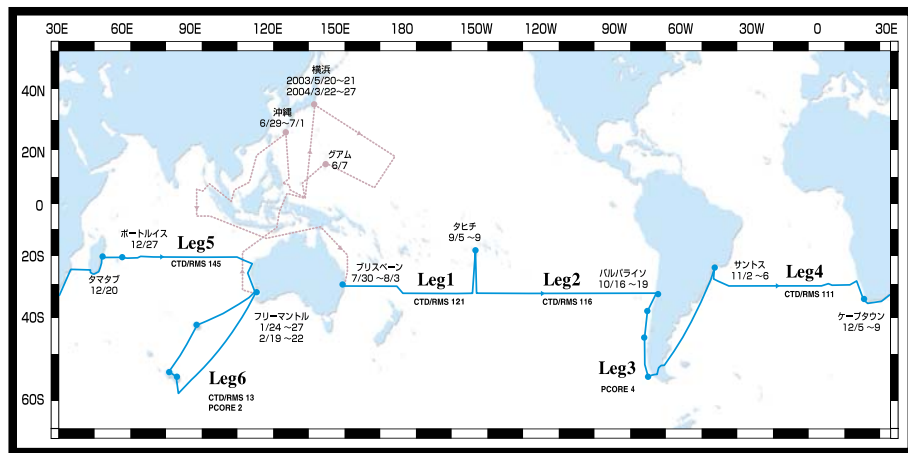
も、南半球の周航観測を実現させることの意義は大きいと、深澤研究主幹をはじめプロジェクト実現に向けて奔走した多くの人が考えていた。そして、世界最大級の海洋地球研究船「みらい」の存在が、プロジェクトを実現に導く最大の支えとなった。

BEAGLE 2003の大きな目標は2つある。ひとつは海洋観測データが十分でない南半球で高精度観測を完全実施し、気候変動予測のために必要なデータを収集すること。今回の観測航海で実施された約500点の観測は、1990年代に世界海洋循環実験 (WOCE) で実施されたWOCE測線観測計画 (WHP) の再観測だ。その航路は、WHPのWHP-P6 (太平洋)、WHP-A10 (大西洋)、WHP-I3、I4 (インド洋) に対応しており、観測によって得られた成果は、過去の観測結果と比較することで、気候変動による熱輸送や物質輸送の変化を明らかにするための貴重なデータとなる。もうひとつは、南極オーバートーン・システム (P29右上図参照) の解明だ。世界の深層海水の半分以上は南極周辺の海域で沈み込んだものであり、その量は毎秒3,000万トン (東京ドーム約25杯分) といわれている。この大規模な海水の沈み込みと変成を南極オーバートーンという。南極オーバートーンは、大気への熱の放出 (大気を加熱)、大気中の溶存ガス成分の深層貯蔵、海洋の成層構造の維持などを通して、気候変動と深く関係している。

今回の観測航海では、南極を取り巻くように高精度・高密度の観測を行い、南極オーバートーンによる南半球の海水の様々な変化を検出することをめざしている。さらに、周航観測とともに、太平洋からマゼラン海峡を経由して大西洋に抜ける際、南米チリ沖で、地球の環境変動の歴史を探索するために海底堆積物を採取する (レグ3)、南インド洋 (南大洋)・ケルゲレン海台東側での採



3月23日、航海達成を記念する式典が横浜大機橋ふ頭・国際旅客ターミナルで行われた



海洋地球研究船「みらい」の南半球周航観測航跡図

水観測等や海底堆積物採取を行う(レグ6)といったミッションも加わった。

様々な苦難を乗り越えて 達成した周航観測航海

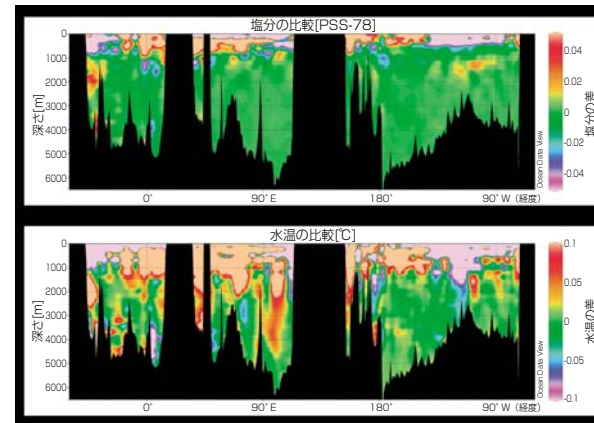
2003年5月21日、海洋地球研究船「みらい」は横浜港を出航し、10ヶ月に及ぶ長い航海が始まった。北太平洋中央海域、西太平洋赤道域、東インド洋赤道域において観測を行った後、7月30日にオーストラリア・ブリスベンに入港。そして、8月3日から南半球周航観測航海がスタートした。観測航海は6つのレグに分かれていた。レグ1とレグ2は太平洋での海洋観測、レグ3はチリ沖での海底堆積物採取、レグ4は大西洋での海洋観測、そして、レグ5でインド洋の海洋観測を終え、と「みらい」はオーストラリア・フリーマントルからケルゲレン諸島をめざしてインド洋を南下し、荒れた南大洋で海底堆積物採取と海洋観測(レグ6)が行われた。「みらい」が再びフリーマントルに入港したのは、2004年2月19日だった。周航観測で計画していた493点は、すべて予定通り観測することができた。最後のレグ6でも、荒天のなか、予定し

ていた15点のうち13点がCTD観測に成功した。また、海底堆積物採取でも、ほぼ満足できる成果を得ることができた。しかも、航海中、大きな機器トラブルや人身に及ぶ事故は一切なかった。BEAGLE 2003は大成功だった。「航海が終わって、世界の研究者たちからメールや連絡をもらいましたが、誰もが、最初に「どうして500点もの観測を、これほどの短期間に混乱なく行うことができたのか」と驚きの声を上げていました」と深澤研究主幹はいう。そして、その理由を次のように話す。「日本人の特性といってしまうまでもありますが、今回、このように組織立てて観測作業ができたのは、やはり、研究者と観測技術員そして乗組員とが、お互いのプロフェッショナルリティを確立できたからだだと思います。特に、このプロジェクトにおいては、観測技術員が技術レベルを高め、本当の意味で技術者としてその存在を主張できるところまで到達しました。今回の航海では、研究者・観測技術員・乗組員の間で、お互いのよい意味での緊張感と協力関係が高いレベルで保たれたと思っています。だからこそ、航海を終えた

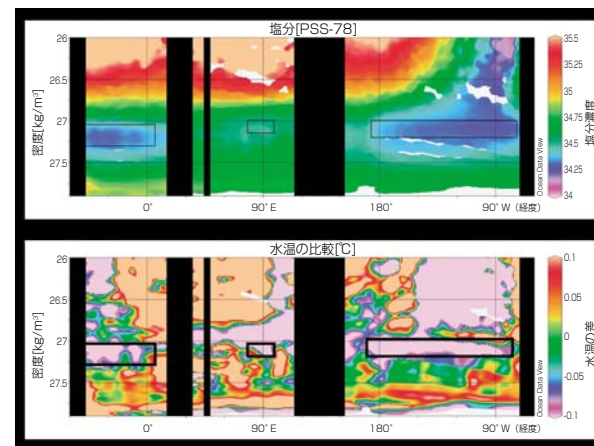
いまでも、誰もが『楽しい航海だった』と思えるのではないのでしょうか」「ツキも味方してくれた」と深澤研究主幹はいう。レグ1・レグ2は、冬の南太平洋の荒天に悩まされ続けた。波は5mを超え、10m以上の風が吹く日も多かった。ときには観測を中断しなければならぬこともあったそうだ。だが、それでも1点も残さず観測を続けることができた。サイクロン(台風)の季節に入っていたインド洋では、2回のサイクロン接近を体験した。しかし、いずれも観測を終えた翌日に航路を通り過ぎてくれたおかげで、何とか無事に観測を行うことができた。ふたつとも1日ずれていたら観測はできなかったという。心配されたクレーンやウインッチのトラブル、作業中の事故が皆無だったことも幸いだった。

気候変動解明に向けて 研究成果に期待

BEAGLE 2003の観測航海は無事に達成することができた。だが、研究者たちにはまだ大きな仕事が残されている。航海で手に入れたデータの品質管理を行い、それを世界の研究者に公開



塩分(上)と水温(下)に関するBEAGLE 2003の観測結果と過去のWHP観測結果の比較(暖色系は塩分・水温の上昇、寒色系は降下していることを示す)



南極中層水(囲み部分)は、南極オーバーターンで形成される南半球に特徴的な塩分極小水(上図)。BEAGLE 2003の観測で、南極中層水が全断面で平均0.05℃冷えていることが明らかになった(下図)

すること、そして、データ解析等を行い研究成果に結びつけ、社会に還元していくことだ。観測データの整理はまだ途中段階だが、「今回の観測からものすごい成果が出ることは間違いありません。私自身を含め、この航海に参加した誰もがワクワクしながら研究を続けています」と深澤研究主幹。確かな研究成果は今後の発表を待つ

として、現時点で見えてきたひとつの興味深い結果について、深澤研究主幹が紹介してくれた。かつての観測データと比較したとき、水温構造が明らかに変化している海水があるというのだ。それは、南極オーバーターンによって形成される南極中層水(南半球に特徴的な塩分極小水)だ。三大洋の全断面において、深度800~1,000mほどにあるこの南極中層水が、平均0.05℃冷えて

いることが明らかになった。厚さ200mの南極中層水全体が0.05℃冷たくなったと仮定すると、その熱量は全球の大気を1.2℃上昇させる量に相当する。それほど熱が、南半球の海洋の中層から失われているのだ。現在、この観測結果を正しく理解するために、研究者たちは「どのようなメカニズムで中層が冷却されるのか」、「南極オーバーターンに起因するすべての海水ではどうなるのか」といった疑問の答えを探し出そうとしている。

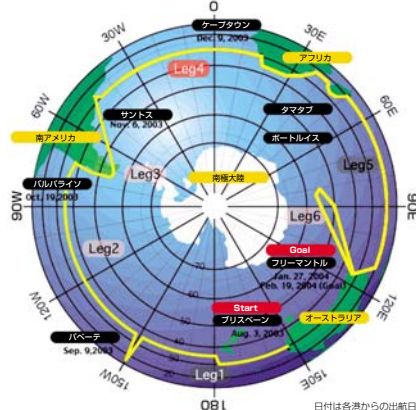
そのヒントは、南極オーバーターンによる海水の沈み込みのプロセスにあると推測されている。冷却された南極中層水を詳しく見ると、海水の温度が下がった分、塩分濃度も下がっており、密度はほとんど変わっていなかった。もし、塩分濃度が同じであるなら、大気がどれほど冷たくても、南極表層の海水は一定の温度まで冷やされた時点で沈み込んでしまい、それ以上大気によって冷やされることはない。さらに冷やされるためには、表層で塩分濃度が下がる必要がある。表層で海水の塩分濃度を下げる原因として可能性が高いのは、降水もしくは南極の氷の融け水だ。だが、そのために必要と推定される真水の量は、毎秒100万~200万トンにもなる。それだけの真水が供給されているのだろうか。もしくは、他に海水を冷却するメカニズムが存在するのか、それはまだ分かっていない。だが、ここ5~10年ほどの間に、南極オーバーターン周辺で、中層水を100分の5度と大きく変化させた何かがおきていることは間違いないようだ。BEAGLE 2003によって得られた膨大な観測データは、温暖化をはじめ気候変動を理解する上で重要なカギとなる多くのことを、私たちに語りかけてくれるはずだ。今後の研究の進展を、大きな期待を持って見守っていきたい。

BEAGLE 2003 南半球周航観測航海の 200日

海洋地球研究船「みらい」は、約200日をかけて南半球を一周し、三大洋で観測航海を行った。この間、乗船した研究者・観測技術員らは二十数カ国、延べ280名にも及ぶ。大成功に終わった世界にも例のない大規模観測航海の全体を振り返る。



レグ5の研究者・観測技術員・乗組員



日付は各港からの出発日

Leg 1

(8月3日 オーストラリア・ブリスベン
～9月5日 タヒチ・パペーテ)

採水、CTDによる海洋観測は、昼夜を問わず1日に4～6点をこなさねばならない。その上、最初のレグは、観測の体制づくりや細かい部分でのすり合わせを行うなど、その後の観測航海にも大きく影響する重要な意味を持っていた。研究者や観測技術員にとって、体力的にも精神的にも最もたいへんなレグだった。だが、それを見込んで、十分に経験を積んだスタッフが乗船しており、混乱することなく観測作業は進み、観測のシステムもこのレグでほぼ確立された。

Leg 2

(9月9日 タヒチ・パペーテ
～10月16日 チリ・バルパライソ)

タヒチで研究者・観測技術員はほとんど交代したが、レグ1で確立した観測体制はしっかりと引き継がれ、観測はスムーズに行われた。だが、天候には恵まれず、冬の南太平洋の悪天候に悩まされながらの航海となった。上空には低気圧の雨雲が広がり、雨が降るなかで、寒さに耐えながらの辛い観測が続いた。結局、天候は最後まで回復しなかった。一方、タヒチからは海外のPOGO訓練生も加わり、船内の食堂は日本語・英語・スペイン語が飛び交う、国際色豊かな交流の場となった。



観測体制の確立がレグ1の課題だった



採取された海水はすぐに化学分析が行われる



居室は研究員らのくつろぎの場所でもある



観測は24時間体制 夜間も行われる



食堂は様々な言葉が飛び交う国際色豊かな交流の場となった

Leg 3

(10月19日 チリ・バルパライソ
～11月2日 ブラジル・サントス)

レグ3は、チリ沖での海底堆積物採取が行われた。南緯38～55度の間で等間隔に3点を計画していた。1、2点は予定通り行われたが、3点目は荒天のため断念。代わりにマゼラン海峡の入り口付近と中央部で採泥が行われた。同海峡中央部ではこれまでこうした観測はほとんど実施されておらず、貴重なサンプルを得ることができた。

Leg 4

(11月6日 ブラジル・サントス
～12月5日 南アフリカ・ケープタウン)

大西洋での航海は、季節も春から初夏を迎え、天候・海況は一転して好天の日々が続いた。また、研究者・観測技術員の多くが、レグ1のメンバーの再乗船だったこともあり、チームワークもよく、観測は順調に行われた。航海も後半に入り、ウインチやケーブルのトラブルが心配されたが、乗組員の入念なメンテナンス等もあり、無事に観測を進めることができた。

Leg 5

(12月9日 南アフリカ・ケープタウン
～12月20日 マダガスカル・タマツ
～12月27日 モーリシャス・ポートルイス
～2004年1月24日 オーストラリア・フリーマントル)

太平洋は南緯32度、大西洋は南緯30度で観測を行ったが、インド洋では南緯20度でシフトして観測が行われた。インド洋ではサイクロンの季節に入っていたが、幸いにも直撃は免れ、航海および観測は無事に進んだ。ポートルイス(モーリシャス)を出国して5日目、「みらい」はインド洋上で2004年の正月を迎えた。

Leg 6

(1月27日 オーストラリア・フリーマントル
～2月19日 オーストラリア・フリーマントル)

南半球の周航観測を大成功のうちに終え、フリーマントル(オーストラリア)に入港した「みらい」は、続いて南インド洋(南大洋)のケルゲレン海台をめざした。世界で最も荒れる海域として知られ、観測は難しいといわれていたが、幸運にもCTD採水観測は計画の半分以上を、堆積物採取も3点のうち2点で実施することができた。



グラビティコアラの回収作業



万に備えての退船訓練も行われる



バタゴニア水道(マゼラン海峡へ向かう)



レグ3達成を祝って船上バーベキュー



海外からも多数の研究者や研修生らが参加



「みらい」の甲板で初日の出を迎える



大西洋での観測は、好天に恵まれた



荒れる海 波高が10mに達したことも



航海に参加した全員が旗に寄せ書きした



ケーブル式海底観測システムの水圧データ解析から 世界に先がけて、津波が 生まれる瞬間の姿を捉えた

2003年9月26日早朝に起きた十勝沖地震は、北海道沿岸各地に地割れや沈降、津波の爪痕を残したが、同時に海溝型地震の研究に寄与するたくさんのデータが収集された。特に海洋科学技術センター（現：海洋研究開発機構）が設置したケーブル式海底観測システムは、今回の地震の震源域に位置し、世界で初めて海溝型大地震の震源域で貴重なデータを得た。深海研究部の平田研究員は、海底観測システムの水圧計のデータを解析し補正を加えることで、地震によって海底が隆起し津波が発生した経過を正確に捉え、いくつかの「世界初」の研究成果を携えて国際学会で発表。大きな反響を呼んだ。

平田 賢治 研究員
深海研究部



スキーとバイクと放浪旅行が趣味、アウトドア派の平田研究員だが、最近は仕事に追われてなかなか時間が取れないという。

Blue Earth編集部（以下BE） 十勝沖地震についての研究をサンフランシスコの学会で発表されたそうですね。

平田 はい。でも全体像を理解してもらうために、まず2003年の十勝沖地震津波の現地調査と、1952年の十勝沖地震津波との比較から説明しましょう。1952年には釧路の東から霧多布までの間で4m以上の津波があり大きな被害が出ました。2003年の地震では、北海道広尾町に2mを超える津波の第一波が押し寄せました。大津漁港では漁船が打ち上げられ、花咲漁港では車が水没するなどの被害が報告されています。

僕が大学連合調査チームの現地調査で行った大津港では岸壁奥に設置されていた20フィートコンテナのところで漁船が打ち上げられていました。大学の先輩研究者と協力してかなり精度の高い測定機で津波の痕跡高を測ったのですが、大津港の他の地点はみな津波の跡が同じ高さを示すのに、このコンテナだけ40cm低い。「おまえのボールの持ち方が悪いんじゃないか」と何度も測り直しをさせられました。でも、よくよく観察してみたら、もとはコンテナの四隅に厚さ10cmのコンクリートブロックが4枚ずつ積んであったらしいんです。それが津波が引くときに引っ張られて外れた。

BE 津波が引いていくときの力はかなりのものなのですね。



写真1 襟裳の西側の様子(さまに)漁港は、十勝沖地震の影響で22cm沈降し、岸壁を超えて海水が道路まで来ていた。



写真2 豊頃町の海岸で津波痕跡高の測定をする平田研究員と北海道大学の西村氏。ばらばらだった木っ端くずが津波によって再配列され、きれいに並んでいる。



写真3 十勝港。水が引くときに海に向かってなぎ倒された道路際の草。よく見ると、根っこごと引き抜かれているのがわかる。

平田 それはもうすごいです。津波の2日後に調査に行った十勝港の道路では、何百mにもわたって道端の草が枯れていました。現地調査の結果を見ると(図1)、津波痕跡が高かったのは襟裳岬の百人浜や晩成温泉で約4m。それから釧路に向かってだんだん落ちていく。襟裳岬の西側では3m以下で西に向かってだらだらと落ちていくのが特徴です。

1952年の大地震の時には津波痕跡高の測定をしています。襟裳岬の西側では今回の大地震とそれほど違いがないのに、東側では明らかに違う。1952年の地震では昆布森から霧多布の間で3m以上、場所によっては6mを超えています。ところが今

回の地震では同区間は2m以下です。もう一つ違うのが百人浜で、1952年のときはすいぶん低い。

今回、日本中の地震学者が注目しているのは、1952年とまったく同じ地震が繰り返したのかということです。私は「違う」と考えています。

BE それはどのようなことからわかるのですか。

平田 まず海岸線にある検潮所(井戸を設けて潮の高さを測っているところ)・全24観測点のデータを集めてみました。襟裳岬の原野ではあまりに急激に水位が上昇して浮きが井戸を越えてしまい、それ以降のデータはありません。十勝港でも伝送系のト

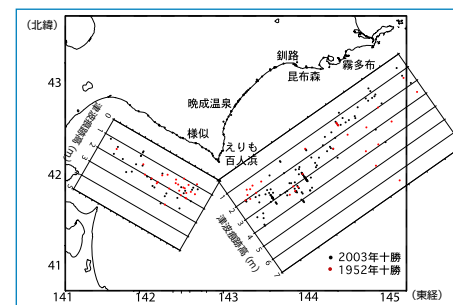


図1 2003年十勝沖地震の津波痕跡高分布(大学等合同調査チーム,2003)
1952年の津波痕跡高と比較すると、二つの地震の津波の様相が異なっていることがわかる。

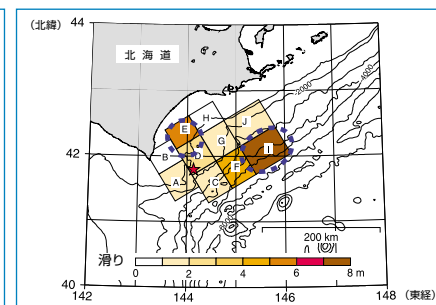


図2 1952年十勝沖地震：平田他モデル (Hirata et al., 2003, JGR)
断層が大きく滑ったところが2箇所(青い波線)あり、海底の強い隆起域と重なる。



写真4 検潮所の井戸。下から海水を取り入れ、そこに浮きを浮かべてその高さを測る。上は潮位を示すインジケータ。

ラブルが起きましたが、熱心な職員の方が地震後すぐに事務所に出てきて、伝送系とは別に表示されている電光インジケータの時刻と津波の高さを1分おきに書き写していたんです。その記録をもとに完全なデータを復元できるわけです。僕はこれらの記録から、津波の第一波到達時刻を読み取り、計算機上で各検潮所から仮想的な津波を起こしてみました。仮想的津波は各検潮所から外側に伝わっていきます。例えば、宮城県の大川検潮所には5時56分に津波の第一波が到達していますから66分かかった。つまり5時56分に大川に到達した津波の発生源は、この66分前に津波波源域のどこかの端になければいけません。各検潮所を起点とした津波逆伝播波面を結んでいく

と、津波の波源の境界がわかります。さらに1952年の十勝沖地震を解析し海底の隆起や沈降を計算した結果、西と東に強い隆起域がひとつずつあることがわかりました。しかし今回の地震では1952年の津波の発生源の西側でだけ津波が発生しているように見えるんです。

そこで1952年の十勝沖地震の震源域をいくつかのブロックに分けて、海底下の断層が平均何m滑ったかを求めると、大きく滑った所が2箇所あります(図2)。だから津波の波源も2箇所あるのです。そこで私は10月の地震学会で「2003年十勝沖地震は1952年の西側半分だけ割れた可能性がある」という仮説を提唱しました。これから検証されていくと思います。

データ解析で初めて明らかになった津波の姿

BE 今回の十勝沖地震では海洋科学技術センター(現:海洋研究開発機構)が設置したケーブル式海底観測システムのセンサーPG1とPG2(図3)で直にデータを捉えることができたんですね。

平田 当時はこのシステムの開発チームにいましたが、とてつもなくたいへんでし

た。福島県沖に設置する予定だったのを土壇場で断念せざるを得ず、代替設置地を求めて全国行脚。北海道に的を絞ってからは毎週3〜4日間くらい北海道に出張する期間が8ヶ月くらい続きました。毎週朝5時起きで釧路に飛んでレンタカーで海岸線を回り、漁協と交渉です。人が少ないのにやるべきことは膨大でした。途中で当時計画管理課の関係者の方達にも地元との交渉を助けてもらいました。それでも今振り返るとそれぞれの項目で決して満足いくものでなかったような気がします。漁協等との地元交渉に力を入れざるを得ず、その結果、メーカーとの技術面での打ち合わせがおろそかになってしまった等反省点はつきません。設置直前の原因不明のノイズ対策とか、設置直後に海のケーブルと陸側の電線を接合するケーブルマンホールが設計ミスで2度も引っこ抜けたりなど、苦労話には事欠きません。あまりに出張が多いし、出張していない日でも深夜遅くにしか帰れず、女房にはかなり愛想つかされました(笑)。

今回の発表では主に水圧計の観測結果について話をしました。地震の前後のデータを見ると、地震が起こったところで変位している。これは地震によって海底が隆起したことを示します。理論的に計算した海洋潮汐を観測データから引いた残差圧力(pressure residual)で見るともっとはっきりします。これを捉えたのは世界初です。地震の後の1ヶ月半、1ヘクトパスカルの水圧を深さ1cmとすると1日に約4mm水深が減っています。上に乗っている水の高

さが減ったということですが、海水量は変わりませんからその後も海底がジワジワ隆起していることを示しています。PG1とPG2の誤差の限界が0.2mm/日以下なので、4mm/日の水圧変化は有意です。これは既に共同研究者が論文を書き、投稿しました。

地震の直後の隆起はどうかというと、PG1では一見すると水深にして30〜40cm相当分減っています。しかし温度も同時に下がっている。そうするとこのデータは素直には解釈してはいけません。PG1とPG2は水晶式の水圧計で、その周波数は温度によっても変化するからです。

BE 水圧のデータが温度の影響を受けている可能性があるのですね。

平田 ええ、10分からずに温度が0.1℃変化しており、釧路沖のケーブル式観測システムで観測を始めて以来最大の温度変化です。これをきちんと評価しなければなりません。

観測システムの流れを説明しますと、ほんとうに測りたいのは水圧(P)と海水の温度(T)ですが、直接は無理なので円筒形の压力容器の中での水圧(P₀)と温度(T₀)を測ります(図4)。これらは圧力によって変化する周波数(f₀)と、温度によって変化する周波数(f_T)としてケーブルで陸上に送られます。電信柱があるのは、直前になってある漁協からケーブル敷設ルートのルート変更を申し入れられたためです(笑)。周波数のデータは陸上局で圧力に変換します。この変換式には温度も入っており、これを便宜的に「静的な温度補正」といいます。

ですが今回よく見ると、静的な温度補正をした後でも温度の影響を完全に切り除けていないことがわかりました。温度の影響を厳密に評価しないと海底が何cm隆起したのかわかりません。そこで、残差圧力がさらに「地殻変動や津波によって生じた圧力変化」、「過渡的(時間とともに進行する)熱的応答」、「温度」、「海洋内部重力波」、「その他の要素」に分解できると仮定した式を作りましたが、この式に基づいてPG2の過渡的熱的

応答を求め、温度の変化にかけてグラフにしてみると残差圧力とほぼ合っている。さあ実際の十勝沖地震に当てはめましょう、ということになったのです。

BE 補正を終えて、いよいよ津波のほんとうの姿に迫れるわけですね。そこから何がわかりますか。

平田 本震時に隆起した「地震時の海底隆起量」を水圧計から

求めたい。ただ、水圧計は固体の海底の上に置いてあっても、その上に流体層が乗っています。海底が隆起すると海水も一緒に隆起して等ポテンシャル面よりも高くなって津波の源となり、そこから水が逃げていきます。ですからその影響が収まるまでわからない。しかし津波の影響をゼロにしながら、なるべく本震に近いところで測りたいわけです。そこでモデル計算を行い、津波振幅がほぼ0になると予想される時刻をとって求めてみました。PG2のデータでは過渡的熱的応答の補正をする前は15cmだったのに、補正後はたったの3cmしか隆起していないという結果になりました。

BE たった3cmの海底隆起であっただけの被害が出たのですか。

平田 出たんですよ。この間サンフランシスコで「たった3cmの海底隆起だった」と話したらみんな「オーッ」といっていましたね。

最後に、これが世界で初めて津波の波源域で捉えられた津波誕生の瞬間の「絵」です(図5)。私は一番最初に、夜中の自分の机のパソコン画面でこれを見ることができました。また僕の2つ後に発表したNOAA/PMEL(太平洋海洋環境研究所)所長のエディ・バーナードが、僕の発表直後に飛んできて、「kenji、お前の最後の「津波誕生」の瞬間のスライドを貸してくれ!」と。彼の発表では、最初に僕のスライドを使って「さきほど日本の賢治・平田によって驚くべき発表がなされましたが…」といってくれました。システム開発段階からいろいろ苦労してきましたが、少し報われたかな?でも今から

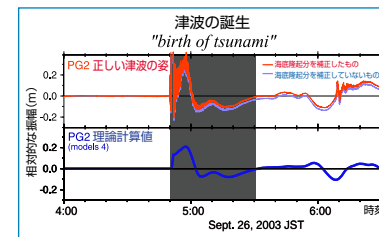


図5 水圧変化から見える津波誕生の瞬間(上図の橙色)。沿岸からの反射波が入っていない部分(グレーの背景)が本来の波源での津波の動きを示す。

はデータ解析に力を注いでいきます。とにかくあのような巨費を投じる観測システムの開発は2、3人が汗を掻いたくらいではとてもできるものではありません。そういう意味で人的資源の配置も見極めた上で今後とも実行すべきですね。

BE 観測システムを設置した真上で地震が起こって研究者としては幸運でしたね。

平田 あれだけ苦労しても何も起きない可能性も当然あったわけです。確率的には確か今後30年以内で60%の発生確率と言われていました。現に、気象庁が1980年に東海地震のために設置した同様の観測システムは、まだ東海地震が発生しておらず、そろそろ耐久年数に近づいてきました。また大地震は必ず被害を伴います。住民の方達に不幸なことが起きるのです。でも、我々のメシの種なのです。地震学者のジレンマですね。この十勝沖地震に関しては、しゃぶり尽くすようにデータ解析をするつもりです。またアフタースリップ(本震後の滑り)による海底隆起はまだ続いています。隆起が終焉するまで見てみないと、結局自然現象として何が起こったのかはわかりません。地震は人間の寿命に比べて、その繰り返し間隔が長い現象です。場所にも依りますが、日本では生きているうちに、多くても1回か2回しか大地震に出会わないと思います。だから、このような長期観測に基づく地震研究も簡単には結果ができませんが必要なものです。研究者以外の周囲のみなさんにもそのような覚悟で見守っていただい

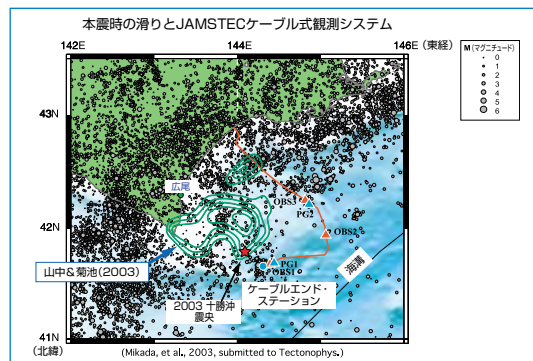


図3 2003年十勝沖地震の滑りの大きさの分布(Yamanaka and Kikuchi, 2003, submitted to EPS) および観測システムのケーブルルート図(Mikada et al., 2003, submitted to Tectonophysics)。等値線間隔は1mで、真ん中で5m滑ったことを示す。

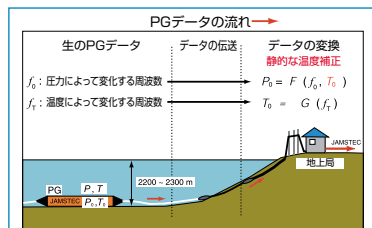


図4 PGデータの流れ 海底の水圧計からケーブルを通じてデータが送られ、陸上局でデータの補正が行われる。

イカたちの知られざる生活

岩をまくらに昼寝を愉しみ、
身も凍る深海で愛を育む

取材協力：

奥谷 喬司

海洋生態・環境研究部

日本人は世界でも稀にみるイカ好きだが、飼育や養殖が難しいイカの生態にはまだ謎が多い。

味も姿も最も親しまれているのはスルメイカだろう。国内だけでも年間30万トン近くが水揚げされている。スルメイカの寿命は1年。南西日本で生まれ、北上回遊のあと再び南下し、一生をかけて日本沿岸を往復するが、昼夜は深海と表層の間の鉛直移動も行う。右ページは「しんかい2000」からとらえた深海での交授と思われるシーン。映像では特徴がわかりにくく断定はできないが、スルメイカと見られる。自然界での貴重な映像だ。イカの雄は精子を精包という小さなカプセルに詰め、それを雌の体に撃ち込んで受け渡す。スルメイカの場合、足の付け根の“からす・とんび”などと呼ばれるくちばしの周りを狙って撃ち込むそうだ。撮影地点は深度約700m。「スルメイカは水温1～2℃の低温では活動できない」と言う従来の定説を覆す映像としても興味深い。スルメイカは深度300～600mの海域でも大群が確認されており、これらの科学的実証が待たれている。

一方、仲良く並んでウトウトお昼寝中の(?)なのはドスイカ(左頁写真上)。食用としてはいまひとつだが、スケソ

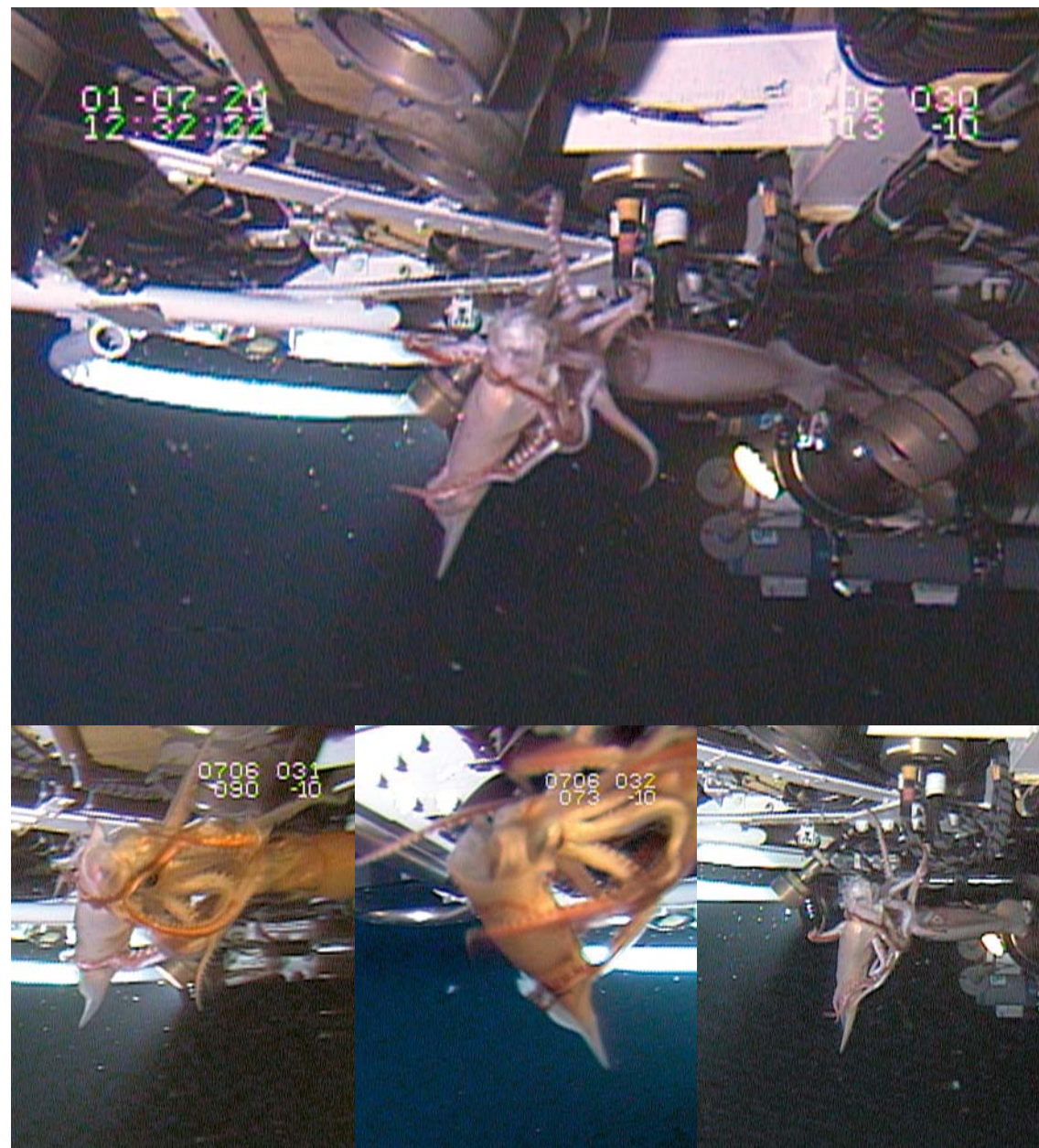


北海道留萌の西200Km沖の海洋山付近、水深1,159mで撮影されたドスイカ。

ウダラ漁の底曳き網には頻繁にかかるお馴染みのイカで、やはり生態には謎が多い。彼らは600m以深に生息し、このように海底で横になって休んでいる姿が「しんかい2000」で数多く目撃されている。実は睡眠ではなく休息しているだけだというのが、このイカの真意も今はまだ深い謎の海に沈んだまま。



石川県橋立沖、水深227mに見つかったイカの死骸。亡骸は貝やクモヒトデの餌となり、きれいに片づけられていく。



北海道沖後志海山付近、深度705mで撮影。スルメイカの交授と思われる。同じイカでも、コウイカ類やヤリイカ類の交授はスルメイカとは異なった体勢をとる。スルメイカは共食いもよく行うため、撮影当初は共食いのシーンと考えられていたようだ。



北太平洋北緯47度線の再観測で 発見された最深部の水温上昇 より短時間で大規模な深層水温の変化が存在することを実証

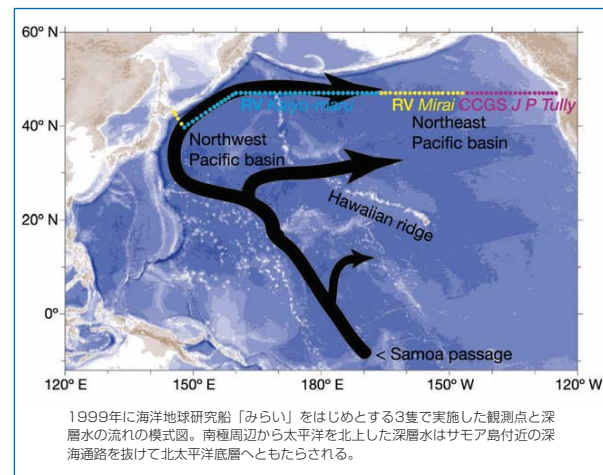
海洋研究開発機構・海洋観測研究部は、水産総合研究センター遠洋水産研究所、鹿児島大学、カナダ海洋研究所と共同で、1999年に北太平洋の北緯47度に沿って実施された観測結果を解析し、その結果、北太平洋の底層に、1985年に比べて約0.005℃の水温上昇があることが発見された。これによって、100年程度の時間スケールでは不変と多くの研究者が考えてきた深層の水温に、実際にはより短い時間で大規模な変化が存在することが実証された。また、海洋は地球の気候決定や気候変動に大きな影響を与えているが、これまでその定量的な評価は困難といわれてきた。しかし、現在可能な最高精度で適切な観測が行われれば、定量的な評価も可能であることが今回の研究によって明らかになるなど、大きな成果が得られた。なお、この研究成果は、2004年2月26日に発行された科学誌『Nature』に掲載された。



取材協力：
深澤 理郎 むつ研究所所長
海洋観測研究部 研究主幹



取材協力：
内田 裕 海洋観測研究部
研究員



北太平洋底層で 水温上昇を発見

1997～2001年にかけて、「北太平洋亜寒帯循環と気候変動に関する国際共同研究」(文部科学省科学技術振興調整費事業)が実施された。そのフィールドプログラムのひとつとして行われたのが、北緯47度線に沿った120点での船舶観測だった。それぞれの観測点では、海面から海底直上まで連続的に水温・塩分(精度は、水温0.001℃、塩分0.002psu (g/kg))が観測され、同時に鉛直24層での採水により、溶存酸素量、栄養塩量、フロン、全炭酸、アルカリ度、pH、炭素同位体比、バリウムなどの分析が行われた。この観測には、水産庁(当時)所属の「開洋丸」、カナダ海洋研究所(IOS)所属の「J.P.Tully」、そして海洋地球研究船「みらい」が使用され、観測日数約40日間(観測線上的みの延べ日数)を必要とした。

この北緯47度線では、すでに米国が1985年に観測を行っていた。海洋研究開発機構・海洋観測研究部の深澤理郎研究主幹(むつ研究所所長)、内田裕研究員は他の4名の研究者とともに、

1999年の観測結果を1985年のデータと比較。その結果、北太平洋最深部(深度約4,000mから海底まで)の断面全体で、この数十年間に0.005℃の水温上昇がおきていることを発見し、確定した。

海洋は大気に対しておよそ1,000倍の熱容量があるとされる。海水の温度のわずかな変化も地球全体の熱の配分に大きく影響する。発見された底層の昇温は0.005℃だが、もしも大気の熱を奪うことによって、底層水が数十年

の間に0.005℃も昇温したとするなら、これは大変なことだ。

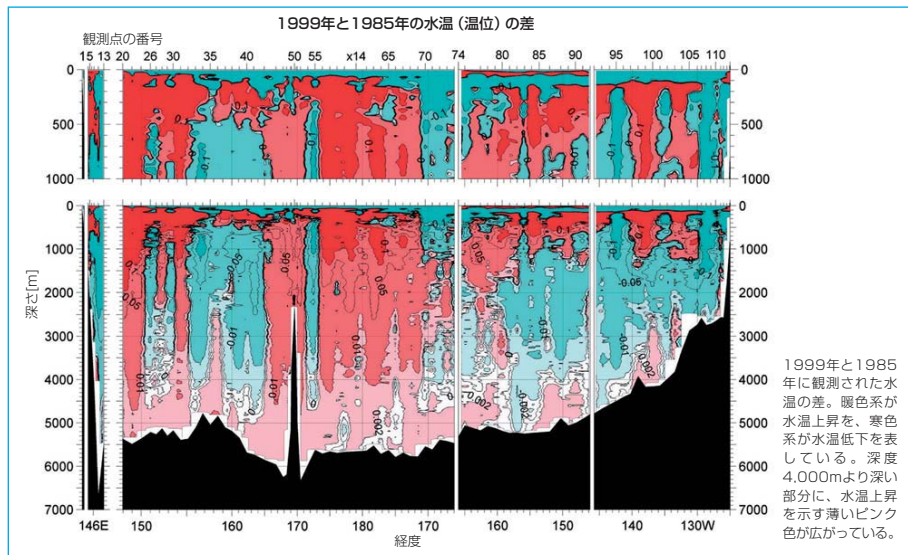
底層の水温は なぜ上昇したのか

北太平洋底層の水温はなぜ上昇したのだろうか。その理由としてまず推測されたのは、地熱の影響だった。しかし、北太平洋にはこれほどの地熱の存在は確認されなかった。そして、底層の昇温は、南半球から補給される深層水そのものの変化である可能性が高まった。さらに、米国が行った太平洋の北緯24度線付近を横断する同様の海洋観測の解析結果を調べると、南半球からもたらされる底層水の流路と考えられるハワイ諸島の西側で、北太平洋と同様の底層の昇温が見出された。つまり、北太平洋でこの数十年間に生じた底層水の昇温は、その上流側、つまり南半球から補給される深層水の変化によるものであることが明らかになった。

では、南半球でいったい何が起きていたのだろうか。深澤研究主幹らが注目したのは、北太平洋の深層水の起源、つまり、深層水を形成する水がどこからやってきた水なのかという点だった。深層海流が世界の海洋を巡る大きな循環については、「海洋コンベアベルト」の名でよく知られる。北大西洋のグリ



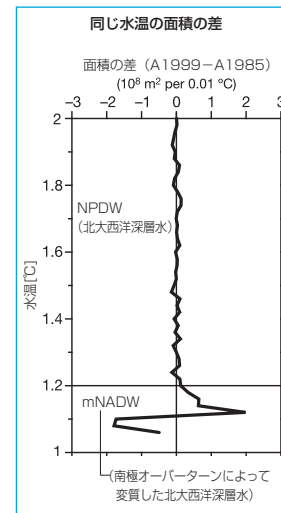
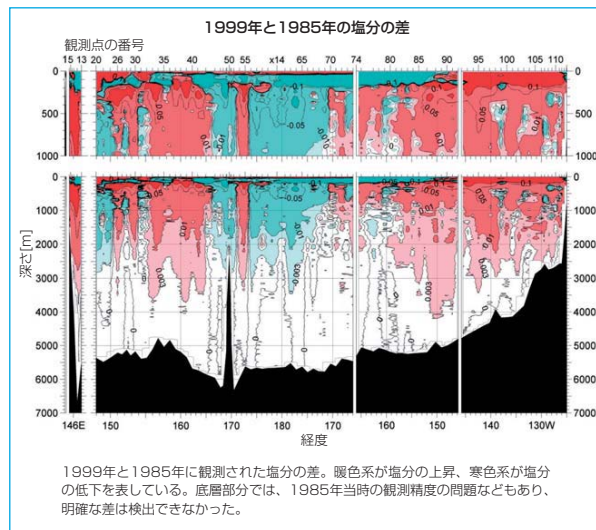
CTD採水器による海洋観測の様子 (BEAGLE 2003)



ーンランド付近で沈み込んだ深層水(北大西洋深層水)は、北南米大陸に沿ってゆっくりと南下する深層海流となり、南極海へと流れる。南極海の周辺海域にも、表層海水が冷却されて密度を増し、沈降しながら中・深層水を形成する南極オーバーターン・システムが存在する。ここで沈み込んだ南極底層水は世界で最も重い海水とされ、これによって変質を受けた北大西洋深層水がインド洋、太平洋を北上していく。太平洋を北上する深層水は、ニュージーランド東方の深層、サモア島付近の深海通路を抜けて北太平洋底層へともたらされる。そして、北太平洋に達した深層水の温度(正確には、塩分や水圧の影響を補正した温位)を調べることによって、それが北大西洋起源の深層水か、南極底層水によって変質した深層水なのか分かる。これによって昇温が確認された深層水を分析したところ、1985年に比べて1999年では北太平洋の底層水への南極底層水の影響が弱くなっていることが分かった。

この結果をはじめ、海水温の上昇に関する様々な研究論文を検討した深層研究主幹らは、今回発見された北太平洋底層の水温上昇は、南極オーバーターン・システムの変動が、海水の流れ

によってではなく、何らかの波動によって北太平洋に伝えられた結果ではないかと考えている。

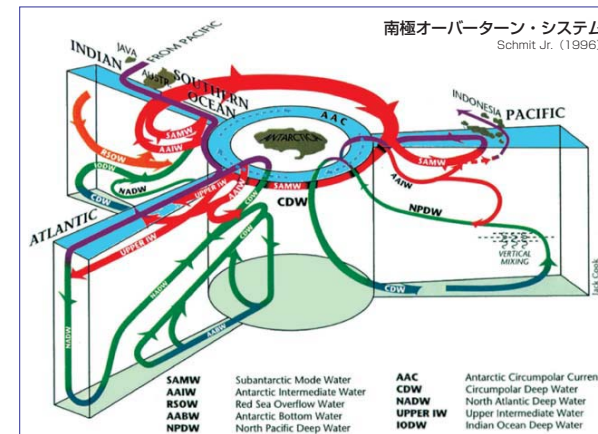


1999年と1985年の観測断面を比較したとき、同じ温度が占める面積の差。1.1 $^\circ\text{C}$ を境目に温度が高い方の海水(北大西洋深層水起源の底層水)が増加し、低い方の海水(南極底層水の影響を強く受けている底層水)が減少していることが分かる。

大陸間高精度観測の重要性を伝えた研究

今回の論文が評価され、『Nature』掲載に到った理由としては、これまで100年程度の時間スケールでは不変と多くの研究者らが考えてきた深層水の水温に、実際にはより短い時間で大規模な変化が存在することを実証した点、さらに、大気・海洋間の熱分配に大きな影響を与えている南極オーバーターン・システムの変化を、北太平洋というほうが遠方において検出できる可能性を示唆した点をあげることができる。

一方、今回発見された北太平洋底層の昇温は、地球温暖化と直接的に結びつくものではない。地球温暖化は、私たちの生活圏での昇温のみではなく、たとえば、赤道成層圏ではむしろ低温化を伴っていることが知られている。つまり、地球温暖化とは地球全体の熱量の増加のみではなく、熱分布の変化



2003年度に南半球周航観測航海を達成した海洋地球研究船「みらい」

をも含んだ現象といえる。したがって、地球温暖化を理解・予測するためには、海洋を含めた地球全体での熱分配の時間変化を知る必要がある。なかでも、大気に比べて膨大な熱容量があり、水温のわずかな変化が地球全体の熱分配に大きく影響する海洋において、その変化を検出することは非常に重要な。だが、これまでその検出や定量的な評価は、海洋の広大さなどから困難であると考えられてきた。しかし、今回の成果によって、現在可能な最高の精度で適切な観測が実施されれば、地球温暖化をはじめとする気候変動を理解・予測するために必要な海洋の変化の検出や定量的な評価が可能であることが実証された。この成果は国際会議や学

会で発表され、大陸間の海洋を一気に横切りながら高精度で観測を行う大陸間高精度海洋観測を推進する機運は世界的に高まった。

2003年度に海洋地球研究船「みらい」によって実施されたBEAGLE 2003は、こうした大陸間高精度海洋観測を、太平洋・大西洋・インド洋という三大洋を周航することで、より大規模に展開した観測航海だった。南極を取り巻くように行われた高精度観測により、南極オーバーターン・システムの解明をはじめ、地球温暖化などの気候変動を明らかにするための幅広い研究が進められている。

大気中の汚染物質による化学反応と気候変動の相互作用を探る

地球温暖化が成層圏オゾンの対流圏への降下を促進しさらなる温暖化を招く可能性が示唆された

これまで地球温暖化は、二酸化炭素やメタンのように寿命の長いガスの影響のみが重要視されてきた。だが最近では、オゾンや硫酸エアロゾルなど大気中の化学反応によって生成する物質と温暖化などの気候変動の相互フィードバック、すなわち「化学・気候相互作用」について大きな関心が持たれている。大気組成変動予測研究領域では、化学との相互作用も考慮に入れたモデルを用い、対流圏オゾン分布と温暖化の関係の将来予測を行った。



取材協力：
秋元 肇 領域長
地球フロンティア研究システム
大気組成変動予測研究領域



取材協力：
須藤 健悟 研究員
地球フロンティア研究システム
大気組成変動予測研究領域

生物を守る成層圏オゾンと環境を悪化させる対流圏オゾン

オゾンは酸素原子3個からなる気体 (O_3) である。特に成層圏が存在する高度約25 kmを中心に地球を薄く取り巻くように分布している。「オゾン層」と呼ばれているのはこの成層圏オゾンの分布のことだ。成層圏では太陽からの強い紫外線によって大気中の酸素 (O_2) を分解し、そこでできた酸素原子 (O) と酸素分子 (O_2) からオゾン (O_3) が作られる。このように成層圏のオゾンは自然界のメカニズムによってもともと存在していたもので、大気の循環によってその一部が対流圏に降下することもある。またオゾンは光を吸収して分解し、酸素原子と酸素分子に戻る反応

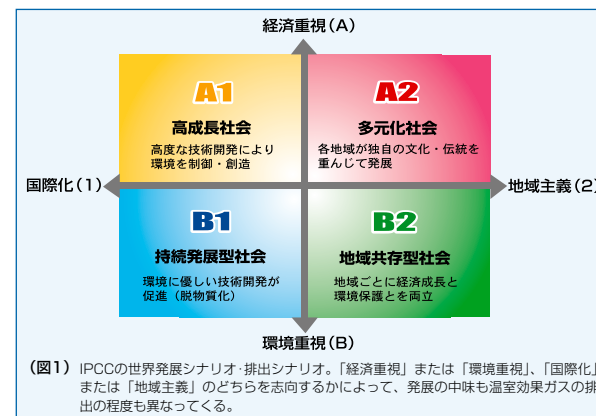
が起る。このときに地球の生物に有害な紫外線を吸収し、生物の生存に適する環境にしている。成層圏オゾンは人間を含む地球上の生物にとって、非常に重要な存在なのである。

それに対し、地上から平均11kmの厚さを持つ大気の層である対流圏では、主に自動車や工場等から排出される二酸化窒素 (NO_2) が太陽光により酸素原子と一酸化窒素 (NO) 分子に分解されることでオゾンが形成される。対流圏のオゾンは光化学スモッグの主な原因であり、生物にとっても有害な化学汚染物質である。

さらに、対流圏のオゾンは地球の温暖化を進める「温室効果ガス」の一種でもある。世界の科学者や環境問題の専門家が集って地球温暖化の研究や温

暖化防止対策について検討している「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC) は、2001年に出された第3次報告書で、対流圏オゾンを二酸化炭素 (CO_2)、メタン (CH_4) に次ぐ第3の温室効果ガスとしている。このように対流圏オゾンは地球環境にマイナスの影響を及ぼすと考えられ、特に温暖化・気候変動との関わりが注目されている。

対流圏のオゾンは大気汚染の化学反応によってできるため、今後予想される東アジアの工業化や人口増によって、対流圏オゾンが大幅に増加することが考えられる。さらに現在、地球は温暖化傾向にあるが、温暖化による大気中の水蒸気や気温変化は、対流圏のオゾンを始めとする大気中の化学反応にど



のような影響を及ぼすのだろうか。秋元領域長や須藤研究員らは、その将来予測をシミュレーションによって行なうことにした。

温暖化の進展に従って対流圏上層のオゾンが増加

対流圏オゾンのような温室効果ガス増加にともない、気候はどのように変動するのか、現在そのシミュレーションに使われているのが化学・気候モデル「CHASER」である。「CHASER」は地球フロンティア研究システム、東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所の三者が共同で開発したもので、対流圏の化学過程と、その気候への影響を全地球規模で計算すること

ができる。

この実験モデルを使い、IPCCから提案されている排出シナリオの一つであるA2 (多文化社会) シナリオに従って、対流圏でのオゾンの増加を CHASER を用いてスーパーコンピュータで計算した。ここで採用したA2は2100年までもっとも激しい CO_2 増加を予想しており、シミュレーションにその影響が顕著に現れ、温暖化の影響を評価しやすいシナリオである。

A2シナリオをもとに、まず温暖化を考慮に入らず、窒素酸化物や一酸化炭素など対流圏オゾン生成の元となるガス (オゾン前駆気体) の放出のみを増加させて計算すると、東アジアを中心とした領域で地表のオゾンが大幅に増加

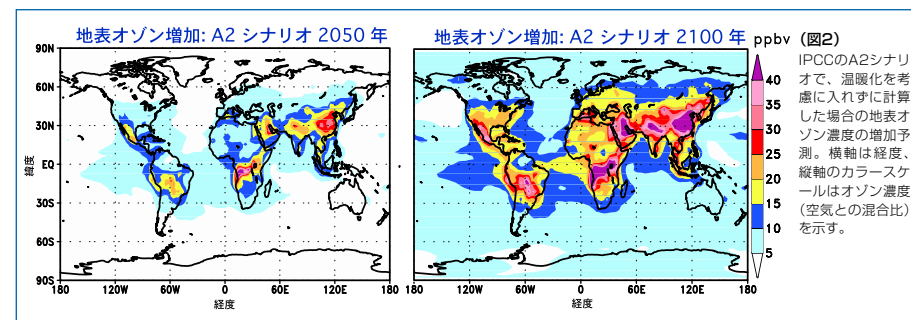
する (図2)。東アジア域では現在に比べ2050年に最大で50%、2100年に最大で100%の増加が予測される。もちろんこれはあくまでもシナリオに基づいた計算ではあるが、なんらかの対策をとらないままだと地球上は生物の生存に過酷な環境になっていくことがわかる。

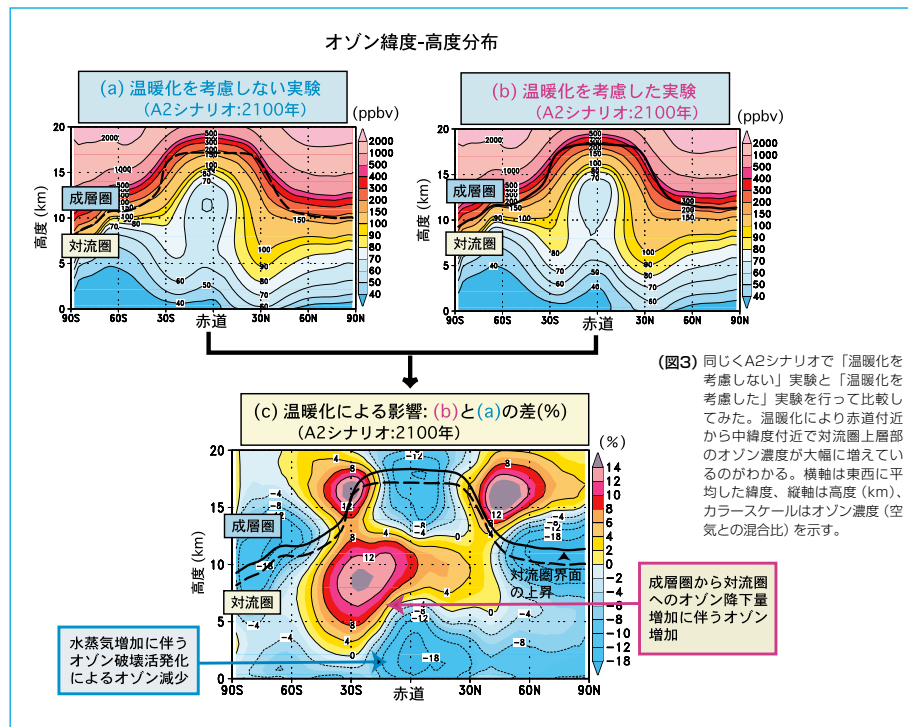
最近の実験から明らかになったのは、将来の地球温暖化の影響を考慮に入ると、さらに大きく状況が変わってくることだ。温暖化を考慮に入れるか入れないかで、オゾンの増加にかなりの差が出る (図3)。

温暖化を考慮に入ると、対流圏下層では温暖化によって水蒸気が増加する。水蒸気はオゾンと化学反応を起こしてオゾンを破壊する効果があるため、対流圏下層ではオゾンは減少する。ただし、これは温暖化を考慮に入れた場合と比較しての減少であって、温暖化すれば現状よりもオゾンが減るというわけではなく、水蒸気増加によってオゾン増加の程度が若干緩和されるということである。

これに対して、温暖化により対流圏上層では中緯度の広範囲にわたってオゾンが大幅に増加する。ここでの温暖化によるオゾン増加は、温暖化を考慮に入らずに予測した増加量のさらに20~40%増となる。

なぜ温暖化によってこのような違いが生まれるのだろうか。このモデル実験では、温暖化が進むと成層圏の「成





(図3) 同じくA2シナリオで「温暖化を考慮しない」実験と「温暖化を考慮した」実験を行って比較してみた。温暖化により赤道付近から中緯度付近で対流圏上層部のオゾン濃度が大幅に増えているのがわかる。横軸は東西に平均した緯度、縦軸は高度 (km)、カラースケールはオゾン濃度 (空気との混合比) を示す。

層圏大気循環」と対流圏の「ハドレー循環」が強化されると予測されている。このように成層圏では成層圏大気循環が強まって、赤道域から亜熱帯下部成層圏へ運ばれるオゾン量が増え、さらに対流圏のハドレー循環の下降流の増加にリレーされて、成層圏から対流圏へオゾンがどんどん流入することになる (図4)。このため、対流圏下層では水

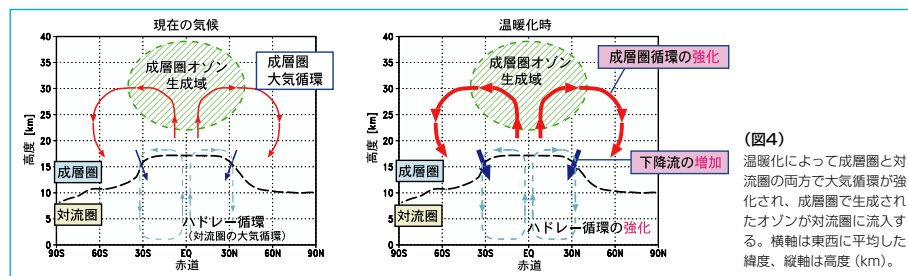
蒸気の増加によってオゾンが減少しているのに、上層では成層圏から降りてきたオゾンによって逆にオゾンは増加する。実験では2100年までに83%のオゾン降下量の増加が計算された (図5)。

上部対流圏のオゾンの増加は強い温室効果を持ち、地表面の温度の上昇に顕著な影響を与えるため (図6)、さらなる温暖化を招く恐れがある。温暖化が

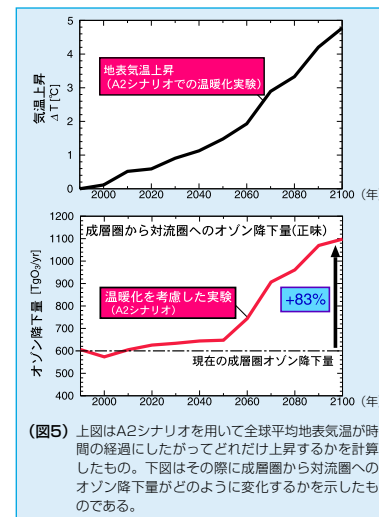
対流圏上層のオゾン増加を促進し、それがさらに温暖化を進めるといふ悪循環をもたらす可能性があることを、このモデル実験は示唆しているのである。

化学・気候相互作用モデルによって精度の高い将来予測が可能に

この実験に使われた化学・気候モデル「CHASER」は、従来の気候モデルに光

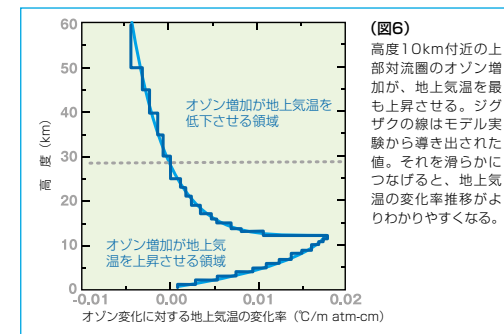


(図4) 温暖化によって成層圏と対流圏の両方で大気循環が強化され、成層圏で生成されたオゾンが対流圏に流入する。横軸は東西に平均した緯度、縦軸は高度 (km)。



化学反応を組み込んだもので、風や雲などの物理的現象だけでなく、化学的現象を計算に入れたものである。すなわち窒素酸化物 (NOx)、一酸化炭素 (CO)、二酸化硫黄 (SO₂) などの汚染前駆物質の放出や、それが大気中を運ばれ、化学反応を起こし、降水によって除去される過程などを計算し、オゾンや硫酸エアロゾルなどの生成・分布を全地球的にシミュレートすることができる (図7)。従来は気候変動に関して、物

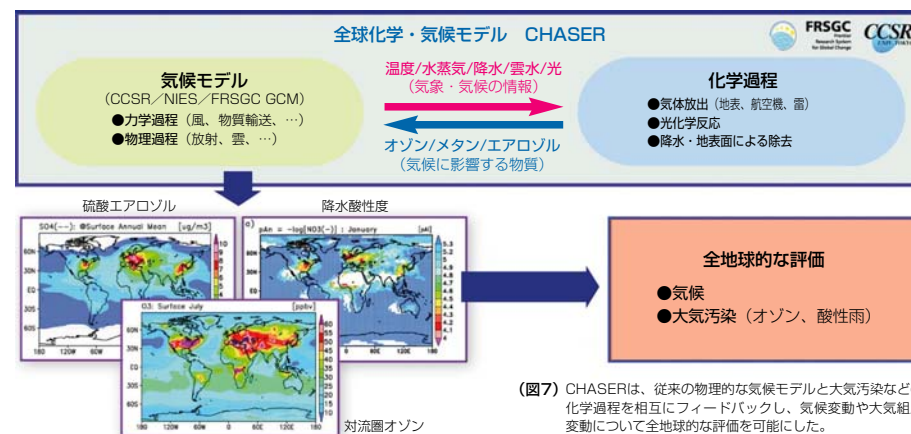
大気汚染と気候変動がカップリング (結合) したともいえる。対流圏オゾンや硫酸エアロゾルの問題は、気候変動に少なからぬ影響を与え、逆に温暖化が進むことで大気汚染がさらにひどくなる可能性がある。今回のモデル実験はオゾンに焦点を当て、そのメカニズムのひとつを提示することができた。化学・気候相互作用を解明していこうという流れの中でもきわめて先駆的なものである。



理現象だけで議論を行ってきたが、そこに化学現象を組み込むことで、お互いのフィードバックが可能になる。これが「化学・気候相互作用」であり、

シナリオに基づいた実験や計算は一つの仮説であり、必ずしも現実がその通りに推移することを示すものではないが、地球環境の今後に対する一種の警鐘として機能する。かつて成層圏オゾンの破壊についても、実験室的研究から生みだされた仮説をもとに研究者が警鐘を鳴らし、オゾン保護条約の締結など国際的な取り組みがなされた。そののちに南極上空でオゾンホールが発見され、仮説が裏付けられることになったのである。

万が一にも今回のシミュレーション結果が現実化されることがないよう、この結果を受けてさまざまな温暖化防止についての国際的な取り組みや施策がなされることが期待される。



※CCSR: 東京大学気候システム研究センター NIES: 独立行政法人国立環境研究所 FRSGC: 地球フロンティア研究システム

～梅雨の気象のカギは大陸にあり～ 「梅雨の集中豪雨の起源をたどる」

(2003年6月14日 海洋科学技術センター横浜研究所(当時) 第9回地球情報館公開セミナーより)

今回のセミナーは梅雨がテーマです。6月から7月にかけて、わが国では梅雨が活発になります。特に西日本は非常に豪雨が多く、時には大きな災害も引き起こします。実はこの梅雨の集中豪雨の起源は日本の上空ではなく、東シナ海や中国大陸上で発生する低気圧にあります。梅雨前線、そして集中豪雨はどのようにして起きるのでしょうか。



山田 広幸 研究員
地球観測フロンティア研究システム
水循環観測領域

1971年札幌市生まれ。2000年北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻博士後期課程修了。2000年、4月に海洋科学技術センターに入所。現在、地球観測フロンティア研究システム 水循環観測領域研究員。大学ではドップラーレーダーを用いた様々な国内外の観測に参加。現在は「梅雨前線に発生するメソスケール対流システムの発生・発達の様相に関するドップラーレーダーを用いた観測研究」が主要テーマ。

梅雨と梅雨前線

梅雨は東アジア特有の現象で、中国でも日本と同じ漢字を書いて「メイユ」と言います。英語ではバユまたはメイユという言葉がそのまま使われ、梅雨前線は「バユ・フロント (Baiu Front)」と訳されます。アジア特有の現象なので、英語に相当する単語はありません。「中国の長江流域で梅の実が色づくころに降る雨」というのが梅雨の語源だそうです。

6月の平均的な世界の降水量の分布を見ると、熱帯ではいつも多くの雨が降っていますが、中国大陸から日本周辺

にも雨が多い地域が連なっています(図1)。これが梅雨前線です。同じ時期、北緯30度近辺で雨が多い地域はほかに見あたりません。この時期、アメリカ東海岸あたりの1日平均降水量はせいぜい5mm、ヨーロッパはもっと少なく、非常にさわやかな季節なのです。

では、梅雨前線はどうやってできるのでしょうか。この時期の天気図には、おおよそ日本の南に東西に伸びるような停滞前線が描かれています。これが梅雨前線です。前線とは温度や湿度の異なる気団のぶつかり合う境界線です。中学や高校などでは「南側の太平洋高

気圧から吹き出してくる暖かく湿った風と、オホーツク海の冷たい高気圧から吹き出す風、この2つの風の境目に梅雨前線がつくられる」と習ったかもしれませんが。この前線上に、小さな低気圧がいくつも繰り返し現れて雨を降らすのが梅雨の典型的な姿なのです。前線にある2つの高気圧の勢力が均衡すると、前線は東西に伸びたまま停滞します。「停滞」という言葉には「景気が停滞する」などと言うように不活発なイメージがありますが、梅雨前線の停滞は活発な場合と不活発な場合があります。つまり、南と北の風の強さがどち

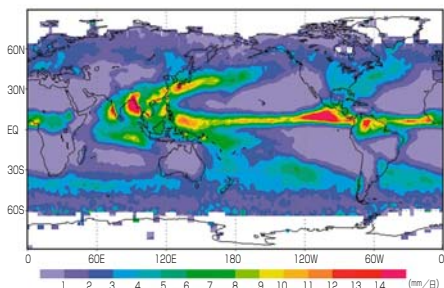


図1 6月の世界の降水量分布 (Global Precipitation Climatology Project (GPCP) ホームページ "http://cics.umd.edu/yin/GPCP/main.html" より) 1988～99年の期間で平均した1日あたりの平均降水量。赤い部分が特に降水量の多い部分。中国大陸から日本にかけて赤い帯となって見えるのが梅雨前線による雨。

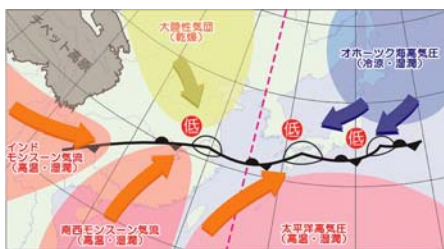


図2 梅雨前線と気団の分布 東アジアの上空には様々な気団が入り込んでいる。これらの気団の境目が梅雨前線となる。

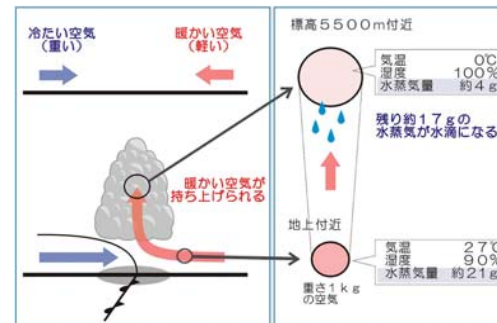


図3 梅雨前線上で雨雲が作られるしくみ 停滞前線の上では北からの冷たい空気と、南からの暖かい空気がぶつかり、暖かい空気が上昇して水蒸気水滴となり雨を降らせる。

らも非常に強く押し合う場合は活発な停滞前線、弱く押し合う場合は不活発な停滞前線となるわけです。豪雨は活発で停滞した梅雨前線上でしばしば発生します。その後、南の太平洋高気圧の勢力が強まり梅雨前線がさらに北に押し上げられると、いわゆる梅雨明けとなるのです。

梅雨前線は、日本よりもさらに東に伸びて、中国の長江に沿って雲南省あたりまでつながることがあります。この場合は、さらにいくつかの気団が関係しています。南シナ海とインドシナ半島を通して流入する温湿な南西モンスーン気流、ベンガル湾からチベット高原の南の縁を通して流入するインドモンスーン気流、さらに大陸の北にも非常に乾いた大陸性気団があります(図2)。このように、いくつもの異なる気団がせめぎ合って梅雨前線をつくり、東アジアに多くの雨を降らせるのです。

シトシト雨とザーザー雨、梅雨に多いのはどちら？

冷たい気団と暖かい気団がぶつかる、冷たい空気の方が重い、暖かい空気の下に潜り込んでそれを持ち上げます。暖かく湿った空気が上空に持ち上げられると、中の水蒸気が凝結して水滴となって雲をつくります。その

雲粒がさらに大きくなる、空中に浮いていられなくなり雨粒となって落ちてくるのです。これが雲と雨のできる基本的なしくみです。仮に地上で気温が27℃、湿度が90%の状態では、重さ1kgの空気に水蒸気は約2.1g含まれています。それを高度5,500m、気圧約500ヘクトパスカルの上空まで持ち上げると、気温は0℃、湿度は100%となります。この状態で1kgの空気に含むことのできる水蒸気は最大でも4g程度です。2.1gから4gを引いた約1.7gの水蒸気水滴となる計算です(図3)。

では、実際に梅雨によって日本にはどのくらいの雨が降るのでしょうか。図4は1987年の6月と7月の2カ月間における各地の総降水量を示したものです。東京の288mmに比べ、九州では400～800mmに達し、実に2倍以上の降水量があります。この時の全ての降水量を1日の降水量別に分類し、2カ月間に1日何mm程度の雨の日が何日間あり、それが総降水量に対してどの程度の割合を占めるかを示したものが地図上の棒グラフです。1日に20mm以上降る雨を「ザーザー雨」、それ以下のものを「シトシト雨」とすると、全国的に見て「シトシト雨」は30日もありますが、その総

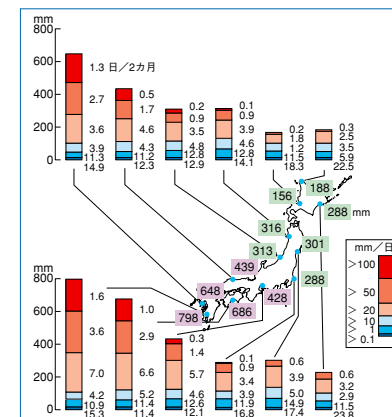


図4 梅雨期の総降水量と、日降水量の割合 (Ninomiya and Mizuno, 1987: Journal of the Meteorological Society of Japan Vol. 65, 115-127. を元に山田が作図) 梅雨時の降水量は西高東低型。1日に降る雨の量にはばらつきがあるが、20mm以上の日を「ザーザー雨」(赤)、20mm以下の日を「シトシト雨」(青)とすると、シトシト雨の期間は長い、雨量はそれほどでもないことが分かる。

雨量は100mm程度しかありません。つまり、梅雨の時期の総雨量を占める割合は「ザーザー雨」の方がかなり多いのです。たとえば鹿児島では、約10日間の「ザーザー雨」で700mmの雨が降っています。この地域の豪雨では1日に400mmもの降水を記録することもあります。いかに短期間の「ザーザー雨」が多量の降水量をもたらすかということがよく分かります。

集中豪雨のしくみ

こうした「ザーザー雨」は、時として集中豪雨となり大きな災害を引き起こします。梅雨の特徴は「シトシト雨」が何日も続くことですが、それが直接災害に結びつくことはほとんどありません。集中豪雨という言葉はマスコミが最初に使いだしたもので、厳密な定義はありませんが、洪水や土砂崩れ、土石流などの災害に結びつく局地的な激しい雨を指します。4、5時間程度の短時間に狭い地域に集中して降るため、非常に予報が難しい気象現象です。夏

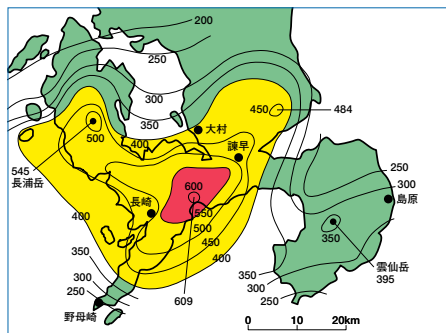


図5 長崎豪雨の降水量分布（「天気図と気象の本」国際地学協会より作成）長崎市を中心とする数十kmの範囲に、24時間で400mmを超える雨量がもたらされた。降雨量の最大は609mm/日

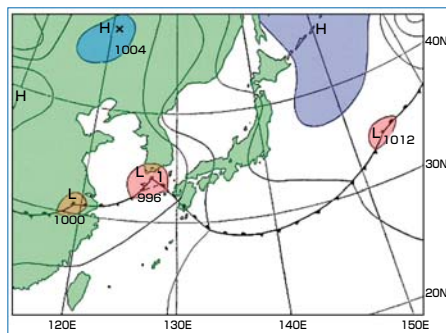


図7 長崎豪雨発生時の天気図（1982年7月23日21時）（長谷川・二宮（1984）：静止衛星データからみた長崎豪雨（1982年7月）の特徴、『天気図』Vol.31, 565-572. を元に山田が作成）九州に梅雨前線がかかり、その風上側の東シナ海には低気圧がある。

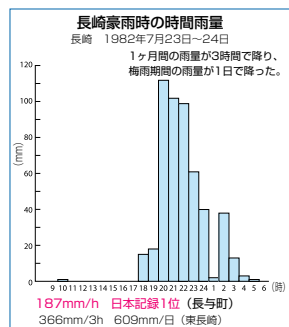


図6 長崎豪雨の1時間降水量の時系列（気象庁データより作成）長崎市では19時から3時間にわたり、100mmを超える猛烈な雨が続き、3時間で6月の月平均降水量に相当する雨量となった。

の強い立木などの降水量は1時間に30～50mm程度ですが、災害を招く集中豪雨は1時間に100mmを超えるといひ、想像を絶する降り方です。

1982年に起きた長崎豪雨は歴史的な集中豪雨で、亡くなった方が300人以上、負傷者を含めると1000人を超える被害が出ました。この豪雨では、一番多い地域で1日に609mmもの雨が降りました（図5）。最も激しいときは1時間で187mm（日本観測史上記録第1位）という記録が残っています（図6）。この時の天気図を見ると、東シナ海に低気圧があり、その前方東側に九州の上空に

梅雨前線がかかって豪雨が起きていることが分かります（図7）。南から水蒸気が流入し、北からも乾いた空気が入ってきて非常に豪雨が起りやすい状況です。衛星画像を時間ごとに分析した結果、中国の東海岸で発生した巨大な積乱雲が東シナ海を通過して九州に停滞しているところに、さらに東シナ海域で新たな積乱雲が発達して接近し、それがちょうど長崎上空あたりで合流し豪雨となったことが明らかになりました。

このように、集中豪雨は梅雨前線に活発な積乱雲が次々に発生し、それらが1カ所に居続けることで起こります。積乱雲がひとつ通過したくらいでは集中豪雨にはなりません。衛星画像では同じ雲が停滞しているように見えますが、実際には低気圧内で積乱雲が繰り返し発生しています。さらに、集中豪雨の発生には、水源となる暖かく湿った空気が流入し、それを雨に変える局地的な強い上昇気流が必要となります。

集中豪雨の起源は中国大陸にある

低気圧の中で積乱雲が繰り返しできるシステムにはまだ不明点が多くあります。気象庁や大学の研究機関による

九州地域での共同観測によると、中央に阿蘇のような高山があり、その風上に水蒸気が流れ込んで上昇気流を起こしやすい地形が積乱雲の発生に重要な役割を果たしているのではないかとされています。また、この時期に九州に到達する低気圧の多くは中国大陸の東海岸地域で発生していることも、これまでの研究で分かっています。つまり、集中豪雨の発生の謎は低気圧の起源である中国大陸にあるのです。

こうした梅雨前線の降水システムを解明するため、2001年6月、地球観測フロンティア研究システムは中国気象科学院と共同で中国長江下流域における高精度観測を行いました。地上にはドップラーレーダーを3台、風を計測するウインドプロファイラーを2台、自動気象観測装置3台を配置し、上空の状態はレーウィンソンデという風船に気温・気圧・湿度を測るセンサーをつけた観測機器で観測しました（図8）。

ドップラーレーダーは、雨雲に向かって発射したマイクロ波が雨粒にぶつかって跳ね返ってくる反射波によって、降水強度や風の動きを観測するものです。救急車のサイレンが遠ざかる時に音程が下がって聞こえるのと同じ原理で、反射波によって雨の粒子の動きが

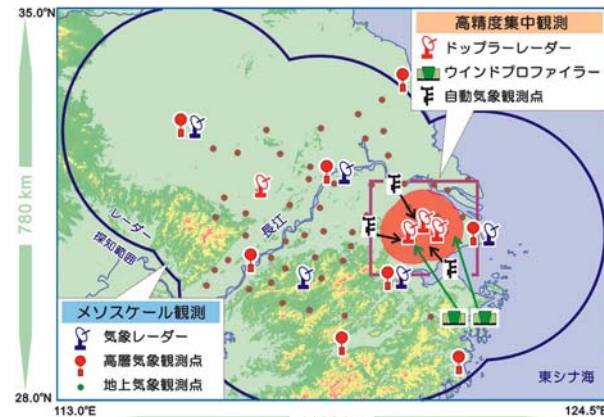


図8 中国の長江下流域に展開した観測網（日本側は高精度集中観測網の設置・運用を担当した）

分かります。ウインドプロファイラーは、マイクロ波を鉛直方向に発射し、周波数の違いによって大気の流れを捉えます。これは雲がなくても、風の動きを測ることができます。

積乱雲の中の気流を捉える

2001年6月18日から20日にかけて西日本で発生した集中豪雨は、九州で24時間に350mmもの雨量を記録しました。私たちはこの豪雨をもたらした低

気圧の初期段階を長江下流の観測域で捉え、その中の風の動きを観測することに成功しました（図9～11）。北からの乾いた風と温湿な南西風の境界に小さな積

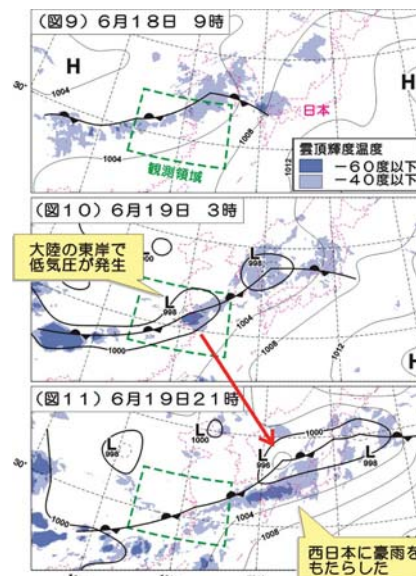


図9～11 2001年6月18日9時から19日21時までの天気図の変化。衛星画像による背の高い雲の分布を重ねている。

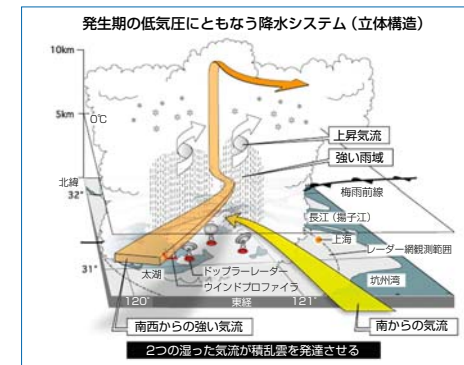


図12 発生直後の低気圧に伴う降水システムの立体構造

乱雲がいくつも集まり、急激に発達して巨大積乱雲をつくっていました。この湿潤な南西風が反時計回りに回転しながら上昇する様子も捉えました。さらに、いくつかの高度で観測を行い、上昇気流は高度5kmあたりまでの範囲に強い雨の領域を形成し、これが豪雨を降らせているということが明らかになったのです。これらのデータを元に、低気圧の発生期における降水システムの立体構造を模式化したものが図12です。

この観測は現在も継続中で、今後もデータを持っていく予定です。海洋研究開発機構には私たちのように実際に気象観測を行う研究チーム以外にも、地球全体の気候や気象の予測に使う数値モデルを開発する研究チームがあり、高精度のモデルを実行することができるスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」もあります。「地球シミュレータ」は積乱雲まで表現できるような非常に細かい数値モデルでも予測を行っていますが、その予測を検証するためには観測データもより高精度なものが求められます。私たちが得た高精度の観測データを「地球シミュレータ」の改良にも大いに役立て、近い将来、集中豪雨が起きるしくみも明らかにできればと思います。



海洋・地球科学の最前線を知り、技術開発の成果を体験 施設・船舶の一般公開を開催

海洋研究開発機構では、海洋を中心とした地球科学および技術について、より多くの人々に理解と関心を深めていただくことを目的に、施設や船舶の一般公開、公開セミナー、見学ツアーなどを実施している。毎年1回、春に開催されている横須賀本部、横浜研究所の施設一般公開の今年の様子をレポートするとともに、これから行われる主な公開イベントを紹介。



海洋調査船「かいよう」で横須賀港内を航行（横須賀）

横浜研究所の施設一般公開は4月17日（土）に行われた。来場者を驚かせたのは、世界最高速のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」。体育館ほどのスペースにズラリと並び計算機に、誰もがスケールの大きさを実感した。さらに、「地球シミュレータ」で得られた梅雨前線や台風の3Dシミュレーション画像など、研究成果も紹介された。また、「地球シミュレータ」の役割を分かりやすく解説したり、地球と環境について考える公開セミナーにも多くの参加者を得た。実験を体験しながら地球温暖化や酸性雨などについて考える子供実験教室、TV会議システムを使った沖縄・GODACとの交流イベントも好評だった。

5月15日（土）には、横須賀本部で施設

一般公開が開催された。こちらでは、横須賀港内を巡る海洋調査船「かいよう」の体験乗船をはじめ、深海調査研究船「かいれい」の公開、深海巡航探査機「うらしま」、無人探査機「ハイパードルフィン」などの実機展示が多くの人の関心を集めた。なかでも、運航を終了した潜水調査船「しんかい2000」の実機船内体験は人気が高かった。小型水中ロボットの操縦やヘリウムボイス、ロープワーク講習といった体験イベントにも多くの参加者があった。このほか、マンツルの石を釣るといったゲームをはじめ実験やクイズなど、楽しみながら海洋・地球科学に興味を持ってもらおうと企画された、様々なイベントが行われた。



「しんかい2000」の実機を公開（横須賀）



圧力実験を熱心に見つめる子どもたち（横須賀）



見学ブースから見た「地球シミュレータ」（横浜）



多くの聴衆を集めた公開セミナー（横浜）

■施設一般公開

8/7（土）

●今後予定されている今年度の主な公開イベント●

むつ研究所（青森県むつ市）：海洋地球研究船「みらい」も公開
【問い合わせ】海洋研究開発機構 むつ研究所 管理課 TEL：0175-25-3811

■船舶一般公開

7/19（月）

深海調査研究船「かいれい」、無人探査機「かいこう7000」（北海道・小樽港）

10/2・3（土・日）

「かいれい」、「かいこう7000」（香川県・サンポート高松2万トン級バース）

11/9（火）

海洋調査船「かいよう」（兵庫県・神戸港）

【問い合わせ】海洋研究開発機構 総務部 普及・広報課 TEL：046-867-9066

■公開セミナー

毎月第2土曜日

地球情報館公開セミナー（神奈川県・横浜研究所）

【問い合わせ】海洋研究開発機構 横浜研究所 TEL：045-778-3811

期日未定（今年度残り2回）

ゴードックセミナー（沖縄県・GODAC）

【問い合わせ】国際海洋環境情報センター TEL：0980-50-0111

*予定は変更される場合もあります。事前にご確認の上お出かけください。



『フューチャー・イズ・ワイルド』 ～驚異の進化を遂げた2億年後の生命世界～

ドゥーガル・ディクソン ジョン・アダムス／共著
松井孝典／監修 土屋晶子／訳 ダイヤモンド社／刊
2,520円（本体価格）

本書はアメリカで好評を博したテレビ番組「フューチャー・イズ・ワイルド」をいち早く翻訳したオールカラーの美しい本だ。何より目を引くのは、精密なCGで描かれた未来生物の数々。再び氷河期におそわれた500万年後、そしてプレートテクトニクス理論に導かれて一つの巨大大陸「第二パンゲア」が現れた2億年後の地球で、したたかに生き延びるユニークな生物たちが30種以上も登場する。

多くの科学者のアドバイスを元に創造された生き物は、決して荒唐無稽な

ものではない。その姿は、古代から現代まであらゆる生き物たちのエッセンスと進化の理論を凝縮し、環境や生態系との関わりまで緻密に計算したもの。生物学的な注釈、現代の生き物との対比コラムなど、生物学的な読み応えも十分だ。

それでも「陸に上がり体重8トンの巨体でのし歩くイカ「メガスクイド」」に思わず苦笑した方、かくいう私たち人類は次の氷河期を待たずして絶滅し、その後のことゆえどうぞご心配なく。



定期購読のご案内 参考URL:
<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/regular/index.html>

4月から翌年3月までの1年間の発行回数は6回（奇数月月上旬予定）

『Blue Earth』定期購読のご案内

定期的にお手元に届く便利な年間定期購読をご利用ください。定期購読を申し込まれる方は、以下の内容を明記のうえEメールかFAX、もしくはハガキにてお申し込みください。
購読するためには、
定価（1冊300円）＋送料
＋振込手数料
がかかります。

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

支払方法

・年度一括：申込日以降に発行される号から年度最終号の3・4月号までを一括でお振り込みいただけます。
・一誌毎：毎号送付する際に請求書を同封いたします。その都度振込手数料がかかります。

お問い合わせ・申込先

〒236-0001
神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋研究開発機構
横浜研究所 情報業務部 情報業務課
『Blue Earth』編集室

TEL：045-778-5350
FAX：045-778-5424
E-mail：info@jamstec.go.jp

※定期購読は申込日以降に発行される号から年度最終号の3・4月号までとさせていただきます。申込日より前に発行されたバックナンバーの購読をご希望の方はあらかじめお問い合わせ下さい。バックナンバー参考URL：
<http://www.jamstec.go.jp/pdf/index.html>

Present

プレゼント



地球フロンティア研究システム オリジナル電卓&世界時計

地球フロンティア研究システムのネームが入ったオリジナル電卓（12桁）。画面にはカレンダー、時刻、気温が表示され、世界主要16都市の時刻（サマータイムにも対応）を表示することもできます。また、アラーム機能、通貨換算機能も付いており、海外旅行や出張にも便利に活用できます。今回は、このFRSGCオリジナル電卓&世界時計を、抽選で3名様にプレゼントいたします。

編集 後記

現在上映中の映画「THE DAY AFTER TOMORROW」が話題を集めています。この映画は、地球温暖化の結果、巨大なハリケーンや津波が次々に発生し、地球上の国々を飲み込んでいく物語で、最終的に、地球全体が大規模な氷河期に突入していくというコンセプトの上に様々な人間ドラマが織りなされているというものです。監督は、「GODZILLA」や「INDEPENDENCE DAY」のローランド・エメリッヒ氏ですが、これでほかという大災害の場面は、CG

と分かっているにもかかわらず、背筋が寒くなるくらい衝撃的です。このような映画が地球温暖化の防止のため二酸化炭素の排出基準を定めた「京都議定書」の批准をかくくなく拒んでいる米国で制作されたのは、皮肉という他はありません。原題の「THE DAY AFTER TOMORROW」は、「明日ではないが、その先には起きるかもしれない」ということなのかもしれません。地球環境変動に興味のある方は、是非、劇場でご覧下さい。

さて、4月1日から旧海洋科学技術センターから業務を全面的に引き継ぎ新たに2隻の学術研究船の運航を行うという形で、独立行政法人海洋研究開発機構（以下機構と略す）として、再出発しました。新しい機構では、より効率的な運営や研究成果の更なる社会への還元が求められています。それに関連して、今月号では、新しい機構の業務概要や新たに運用を行うこととなった学術研究

応募方法

官製ハガキに、1.プレゼントの品名、2.氏名、3.住所（郵便番号も含む）、4.年齢、5.職業（学生の方は学年）、6.電話番号、7.いちばん興味を持った記事、8.「Blue Earth」へのご意見・ご希望を明記の上、下記までご応募ください。応募締め切りは、7月30日（金）当日消印有効です。なお、当選者発表は発送をもってかえさせていただきます。

応募先

〒236-0001
神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋研究開発機構 横浜研究所
情報業務課 情報業務課
「Blue Earth」編集室プレゼント係

船「淡青丸」と「白鳳丸」についての特集を組みました。私たち機構に新たに加わった仲間である2隻の観測船とその乗組員の皆様の活躍は、今後、このBE誌を数多く飾ることになると確信しております。

また、先般、成功裡に終了した南半球就航観測航海「BEAGLE 2003」の10ヶ月に渡る大航海のハイライトを代表研究者の深澤研究主幹に解説していただきました。2003年の航海で500点もの採水作業をほぼ完全にやり遂げ、しかも、非常に高い精度で解析されたという速報結果を聞くだけでも、荒天域でのスタッフ達の涙ぐましい努力には、過去に海洋観測に携わったことがある者として、ただただ驚嘆するだけです。今後、更に詳細に観測結果の解析が進むということですので、今まで観測の空白地帯であった、南半球に関する理解が飛躍的に拡大するものと期待しております。（T.T）

賛助会（寄付）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、支援をいただいております。（アイウエオ順）

平成16年5月現在

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

海と地球の情報誌「Blue Earth」第16巻第3号（通巻第71号）2004年6月 発行
編集人 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所情報業務課 情報業務課 小柳津昌久
発行人 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所情報業務課 土屋利雄

本部〒237-0061 神奈川県横浜市長谷町2番地15 TEL.046-866-3811（代表）
横浜研究所〒236-0001 神奈川県横浜市中区金沢町3173-25 TEL.045-778-3811（代表）
むつ研究所〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北郷690番地 TEL.0175-25-3811（代表）
国際海洋環境情報センター〒905-2172 沖縄県名護市豊原224番地3 TEL.0980-50-0111（代表）
Washington Office1133 21st Street, NW, Suite 400 Washington, D.C. 20036, USA TEL.+1-202-872-0000（代表） FAX.+1-202-872-8300
Seattle Office810 Third Avenue Suite 632 Seattle, WA 98104, USA TEL.+1-206-957-0543（代表） FAX.+1-206-957-0546
東京事務所〒105-0003 東京都港区西新橋1-2-9 日比谷セントラルビル10階 TEL.03-5157-3900（代表）

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

※本書掲載の文章・写真・イラストを無断で転載、複製することを禁じます



表紙：学術研究船「白鳳丸」
Ocean Research Vessel **HAKUHO MARU**

裏表紙：学術研究船「淡青丸」
Ocean Research Vessel **TANSEI MARU**

これまで全国共同利用施設として海洋の基礎研究に貢献してきた学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」の2隻が、2004年4月より、東京大学海洋研究所から独立行政法人海洋研究開発機構に移管された。「白鳳丸」は主に外洋海域で長期間の研究航海を行う大型研究船、「淡青丸」は日本近海での調査・観測で活躍する中型研究船で、ともに幅広い海洋に関する学術研究に力を発揮してきた。今後は、全国共同利用体制のもと海洋研究開発機構が運航・管理等を行い、既存の研究船と連携した効果的・効率的な運用が期待される。両船ともこれまでより運航日数が大幅に増加し、広範に研究利用の幅を広げることが可能になり、基礎研究から応用研究まで、海洋研究のさらなる発展に寄与することが期待されている。

表紙写真は静岡・清水港に停泊する「白鳳丸」、裏表紙は海洋研究開発機構の横須賀本部岸壁に着岸する「淡青丸」。

独立行政法人

海洋研究開発機構

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>