

海と地球の情報誌

Blue Earth

123

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ISSN 1346-0811

2013年4月発行

隔月年6回発行

第25巻 第1号

(通巻123号)

JAMSTECの 研究者

未来を語る

PART 1

タイガが枯れていく

ヒゲツノザメ

都市の気候変化



1 **Close Up**
永久凍土の融解と土壌の湿潤化で
タイガが枯れていく

2 **特集**
**JAMSTECの研究者
未来を語る PART 1**

JAMSTECの総合力を活かし、
社会に応える

白山義久
海洋研究開発機構 理事

地球科学を真のサイエンスに
プレートテクトニクスからプレートダイナミクスへ
島海光弘
地球内部ダイナミクス領域 領域長

海への期待に応える
磯崎芳男
海洋工学センター センター長

地球深部に挑み科学の夢を現実にする
東 垣
地球深部探査センター センター長

26 **Aquarium Gallery**
アクアワールド茨城県大洗水族館
悠々とマイペースに——ヒゲツノザメ

28 **Marine Science Seminar**
都市の気候変化
ヒートアイランドと地球温暖化

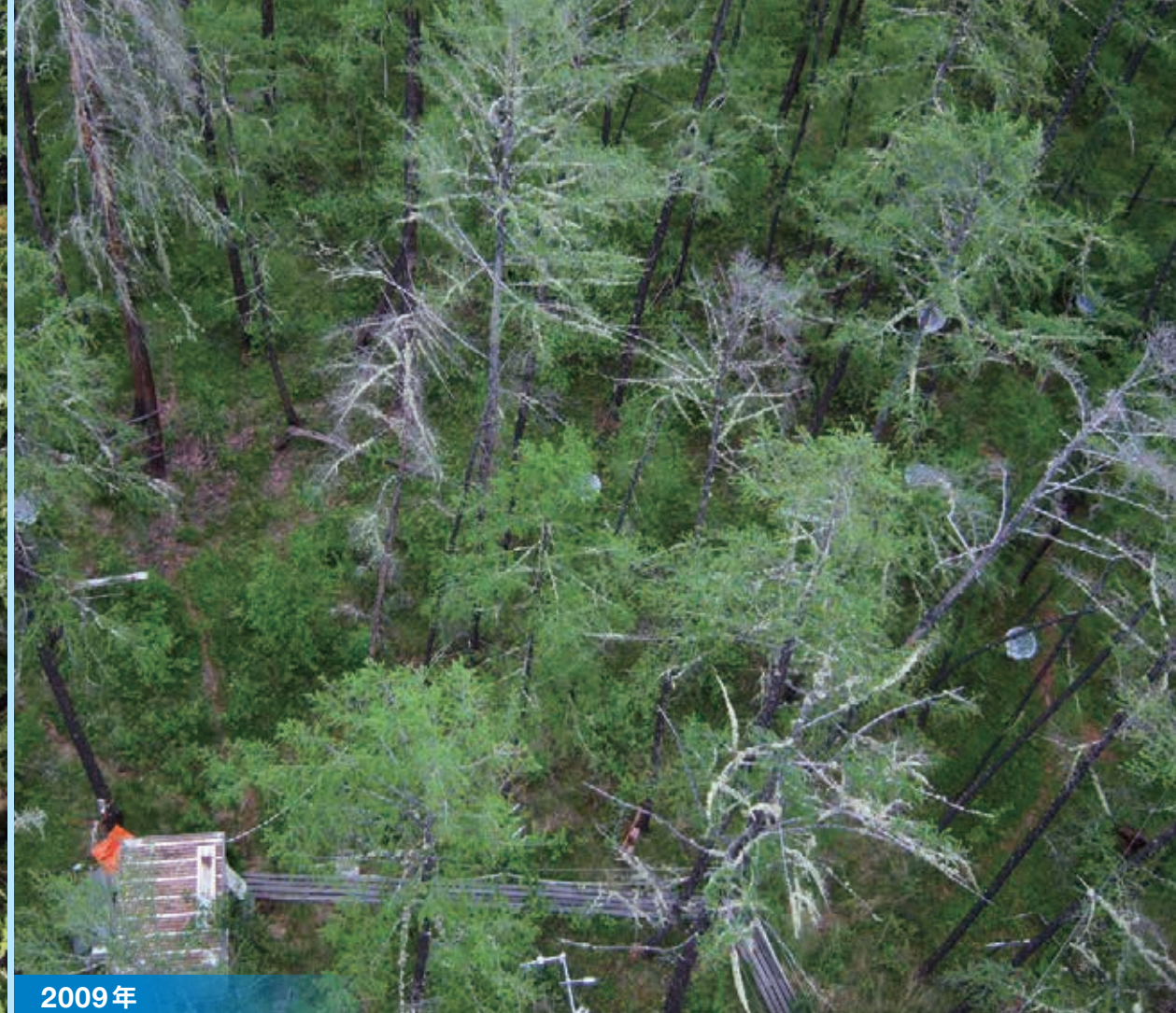
足立幸穂
地球環境変動領域 次世代モデル研究プログラム
領域気候モデリング研究チーム ポスドク研究員

32 **BE Room**
編集後記
『Blue Earth』定期購読のご案内
JAMSTECメールマガジンのご案内

裏表紙 **Blue Earthをめぐる**
東海洋生態系調査研究船「新青丸」
山口県下関市



2007年



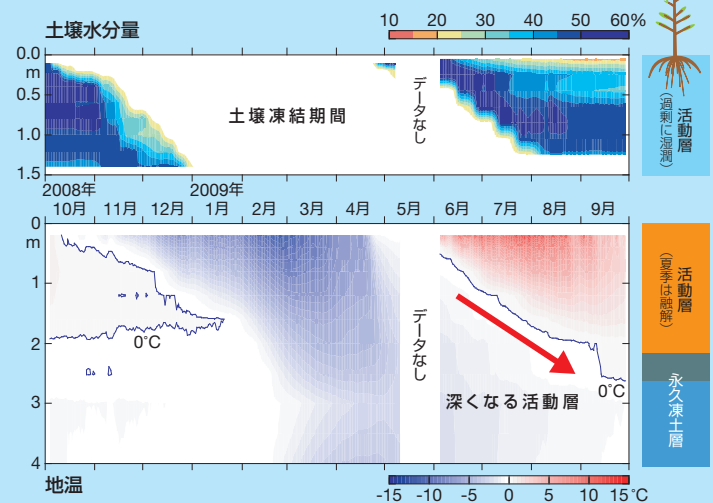
2009年

ヤクーツク観測サイトにおける2007年夏と2009年夏の森林の変化
2007年には葉が黄色く変色したカラマツが見られ、2009年には枯れてしまった木が増えている



永久凍土の分布とJAMSTECの観測サイト
陸域の濃い青の領域は永久凍土が続く地域。薄い青は限られた地形や植生の下に永久凍土がある地域を示す

ヤクーツク観測サイトにおける2008～2009年の土壌水分と地温の鉛直構造
上図は土壌水分の変化を示す。2008年秋の時点でも土壌水分が十分残っている。地表付近の水分は翌年の夏に植物の蒸散で利用されていくが、深い土壌中には過剰な水分が残っている。下図は地温の変化を示す。青い線は0℃の境界を示し、これより上の土壌は夏季に融解する。融解する部分を活動層と呼び、2009年には活動層が2m以上深くなっている



Close Up

永久凍土の融解と土壌の湿潤化でタイガが枯れていく

東シベリアには、カラマツなどの針葉樹から成る「タイガ」と呼ばれる広大な森林が広がっている。しかし近年、枯れ木が増えている。写真は、ヤクーツクの観測サイトにおける2007年夏と2009年夏の森林の様子である。2007年には、葉が黄色く変色したカラマツが見られる。2009年では、すでに変色していた木に加え、周囲の木も枯れている。こうした近年の大規模な枯死の要因はよく分かっていなかった。

東シベリアを含む北極域は、地球温暖化の影響が顕著に現れる地域といわれている。海洋研究開発機構（JAMSTEC）では、地球温暖化における北極域の役割を解明し、将来の気候変動の予測精度を向上させるため、北極域での観測研究を行っている。その1つとして、ロシア科学アカデミーの北方圏生物問題研究所、永久凍土研究所と共同で、東シベリアのヤクーツク周辺の永久凍土地域において、1998年から気温、降水量、地温、土壌水分など総合的な観測を行ってきた。

そして、地球温暖化に伴う北極域の気候変化によって2004年以降、東シベリアの降雪量・降雨量が増加していること、その結果、永久凍土が融解して河川の流量が増えていることを明ら

かにして、2008年に発表した。さらに今回、観測データと森林の枯死の状態を比較。その結果、2004年以降に冬の積雪量と夏の降雨量が共に増加する年が3年続いたため、地表付近の永久凍土の融解が進み表層の土壌の水分が過剰な状態が続いていること、その後の2007年以降に森林の枯死が顕著になっていることが明らかになった。土壌が過剰に湿潤状態になっているために、根の生育環境が悪化して枯れてしまうと考えられる。北極域の気候変化の影響による降雪量・降雨量の増加に連鎖してタイガの枯死・荒廃が進むことを観測データから明らかにしたのは、世界で初めてである。

永久凍土の融解が進むと、地中に閉じ込められていた二酸化炭素やメタンなど温室効果ガスの放出が増加し、地球温暖化を進行させると懸念されている。また、森林の衰退が大規模に進むと、陸と大気間の熱や水蒸気のやりとりが変化し、日本を含む北東アジアの気候にも影響を及ぼす可能性がある。

取材協力：飯島慈裕 地球環境変動領域 北半球寒冷圏研究プログラム
陸域環境変動研究チーム 主任研究員

JAMSTECの研究者 未来を語る PART 1

2013年2月、海洋研究開発機構（JAMSTEC）は新たな「長期ビジョン～海洋・地球・生命の統合的理解への挑戦」を発表した（<http://www.jamstec.go.jp/j/about/vision/index.html>）。およそ15年先を見据えて、目標とそこに到達するためのアプローチを再考し、新たなビジョンとして明示したものである。これを機に、JAMSTECの各領域・センターを率いる研究者に、その研究分野の課題や魅力、そして今後の夢を語っていただき、2号にわたって紹介する。次号のPART 2では、平 朝彦 理事長に登場いただく予定である。

JAMSTECの
総合力を活かし、
社会に応える

白山義久
海洋研究開発機構 理事

地球科学を
真のサイエンスに
プレートテクトニクスからプレートダイナミクスへ

鳥海光弘
地球内部ダイナミクス領域 領域長

IFREE

海への
期待に応える

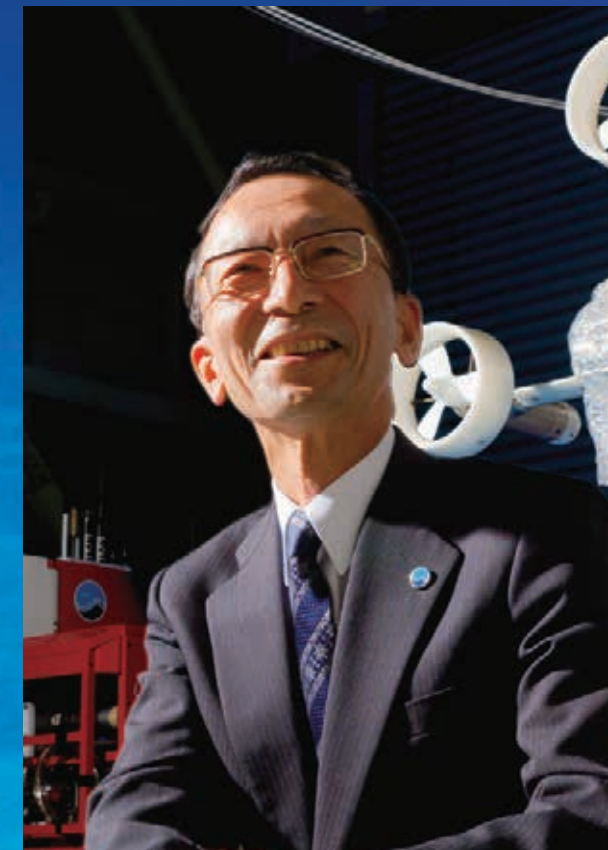
磯崎芳男
海洋工学センター センター長

MARITEC

地球深部に挑み
科学の夢を
現実にする

東 垣
地球深部探査センター センター長

CDEX



撮影：STUDIO CAC

JAMSTECの総合力を活かし、社会に応える

白山義久

理事



しらやま・よしひさ。1955年、東京都生まれ。東京大学海洋研究所助手・助教授、京都大学理学部附属瀬戸臨海実験所教授、京都大学フィールド科学教育研究センター長を経て、2011年より現職。研究部門を担当。専門は海洋生物学。小型底生生物（メイオベントス）の生態学、深海生物の保全生物学などの研究を主に進めてきた。国際プロジェクト「海洋生物のセンサス（CoML）」では、科学推進委員会の委員を務めた

社会への貢献を意識した研究を

——2011年に海洋研究開発機構（JAMSTEC）の理事に就任し、研究部門を担当されています。JAMSTECにおける研究の動向を教えてください。

白山：海を知りたい。地球を知りたい。そして、生命を知りたい。この3つがJAMSTECの研究の基本です。基本は変わらないのですが、研究はどんどん進展し、それに伴って目指すものも変わってきました。そこで2013年2月に、新しい「長期ビジョン」を発表しました。およそ15年先を見据えて、目標とそこに到達するためのアプローチを再考し、新たなビジョンとして明示したものです。研究担当理事として、私の思いもたくさん入っています。

——前回の長期ビジョンは2008年2月に発表されました。前回と大きく異なる点は？

白山：2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、科学と社会との関係が大きく変わりました。地震のマグニチュードは9.0、津波は40mを超え、甚大な被害が出ました。それらは、従来の海溝型地震のモデルから想定されていた規模をはるかに超えるもので、科学の限界が露呈しました。さらに原子力発電所から大量の放射性物質が放出される事故が発生し、科学に対する社会の見方はとても厳しいものになっています。私たち科学者は、姿勢を正し、科学と社会との関係を見直す必要があります。知的好奇心に基づく研究だけではなく、研究成果を応用につなげ、社会の安心安全、人類の繁栄に貢献することが求められているのです。

深海生物の酵素が日本の林業を救う可能性も

——応用につながると期待される研究には、どのようなものがありますか。

白山：1つは生物資源です。研究調査の進展によって、深海や海底には多様な生物が生息していて、その量も多いことが分かってきました。この事実は、私たちの生命観を大きく変えました。さらに、極限環境に生きる生物のなかには有用な物質を生産するものがあることが分かってきました。

たとえば、水深1万mを超えるマリアナ海溝チャレンジャー



カイコウオオソコエビと酵素の反応

体長は3～5cm。セルロースをグルコースに分解する新しい酵素が発見された。その酵素溶液をコピー用紙に滴下して（左写真、矢印）、室温で15時間反応させた。グルコース検出溶液を滴下すると赤く染まることから（右写真、矢印）、コピー用紙に含まれているセルロースがグルコースに分解されたことが分かる



海淵に生息するカイコウオオソコエビから、セルロースを分解する新しい酵素が発見されました。最近、トウモロコシなど植物のセルロース（多糖）をグルコース（単糖）に分解し、それを発酵させてつくるエタノールが、化石燃料の代替として注目されています。しかし、セルロースの分解にはいくつもの酵素が必要で、時間もかかり、容易に採算が取れないという問題があります。カイコウオオソコエビから発見された新しい酵素は、それだけでセルロースをグルコースに分解できるので、採算性も上がると期待されています。この酵素の発見は、日本の林業にとって朗報となるかもしれません。

——日本の林業ですか？

白山：安い木材が輸入されるようになり、林業は衰退し、需要がなくなった森林は手入れもされずに荒れてしまっています。カイコウオオソコエビから発見された酵素は難分解性のセルロースも分解できるので、木材をバイオエタノールの原料にできます。深海で発見された1つの酵素が、日本の林業の衰退を止めることができる可能性があるのです。

これは一例です。深海や海底下には、まだたくさんの有用生物資源が眠っていることでしょう。それを見つけ、社会に役立てていくことが、私たちには求められているのです。

——生物以外の分野ではどのような応用例がありますか。

白山：JAMSTECでは、気候変動予測の研究も行っています。100年後の気候を予測することも重要ですが、半年後の気温や降水量を正確に予測できたらいいと思いませんか。異常気象による災害に備えたり、栽培するイネの品種を変えたり、製品の生産量を調整したりもできるでしょう。社会に貢献する、という視点で考えると、研究すべき課題も見えてきます。

もちろん、研究者の知的好奇心に基づいた基礎研究も重要です。JAMSTECのなかで基礎研究と応用研究のバランスをうまく取ることも、私の役目だと思っています。

サンゴ礁に魅せられて

——白山理事の専門は海洋生物学です。なぜその道に？

白山：私が大学に入ったころは、四日市公害など環境汚染や自然破壊が問題になっていました。そこで、化学工学を学び、



沖縄のサンゴ礁

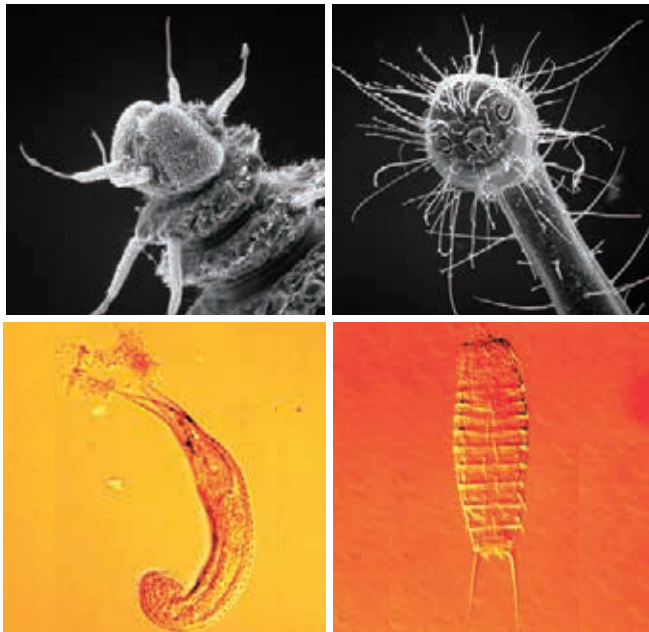
白山理事が海洋生物学の世界に入るきっかけとなった。現在は、海洋酸性化がサンゴ礁に及ぼす影響についても研究を進めている
(写真提供：白山義久)

社会的な問題を解決したいと考えていました。

大学に入学すると、スキューバダイビング部に入りました。ずっとやっていた水泳を大学でも続けたかったのですが、体を壊していたので断念し、泳げればいいという軽い気持ちでした。そして沖縄で潜ったときに初めてサンゴ礁を見て、やりたいことが変わったのです。それまでは壊れたものを直したいと思っていました。それが、まだ壊れていないものを壊れないように守りたいと考えるようになりました。

——サンゴ礁の魅力とは？

白山：原生林に入ると、八百萬^{やおよろず}の神がいるような雰囲気がありますよね。サンゴ礁にも同じような雰囲気があります。この複雑で多様な生物の世界は、いったい、どのようにして成り立っているのか。それを理解したいと思いました。それから必死に生物の勉強をして、大学院の修士課程ではサンゴ礁の生態系を研究しました。ところが、指導教官から「深海生物をやりなさい」といわれ、博士課程からはメイオベントスの研究を始めて、いまに至ります。



さまざまなメイオベントス

底生生物のうち30μm～1mmのものをメイオベントスと呼ぶ。上の2点は線形動物門、左下は腹毛動物門、右下は動物動物門のメイオベントス
(写真提供：白山義久)

——メイオベントスとは？

白山：海底にいる30μm～1mmの小さな生物です。浅い海では1m²に100万個体以上います。皆さんが浜辺を1歩歩くたびに、1万匹のメイオベントスを踏んでいるのです。

深海の研究をするには船に乗って生物試料を採取してくる必要がありますが、その機会がとても少ないのです。少ない機会でも研究を確実に進めるためには、1回の航海でたくさん採取できる生物を対象にするのがよいだろうと考え、メイオベントスに決めました。

メイオベントスには特徴的なグループが2つあります。生息環境が変わっても個体数が変化しないグループと、生息環境が少しでも変わると途端になくなってしまうグループです。2つのグループの割合を見れば、環境が保たれているのか、大きなダメージを受けているのかを知ることができます。メイオベントスは、採取するとほとんどが新種という、まだまだ研究が進んでいない生物です。顕微鏡でしか見ることができない小さな生物ですが、とても奥が深いのです。

分野を超えたプロジェクトを

——理事に就任する前、JAMSTECの印象は？

白山：JAMSTECには、多様な研究船や世界最高の掘削能力を持つ地球深部探査船「ちきゅう」、有人潜水調査船「しんかい6500」、たくさんの無人探査機があります。世界でも有数の研究基盤を持ち、研究者が存分に研究に打ち込むことができる最高のパラダイス、という印象を持っていました。

——理事に就任して2年。その印象は変わりましたか。

白山：強く感じていることが2つあります。1つは、総合的な大きな研究テーマに取り組む力を持っているはずなのに、それができていない、ということです。領域やセンターなどの組織ごとに、それぞれ研究テーマを進め、成果を挙げています。しかし、JAMSTEC全体で取り組んでいるものはありません。研究組織間の風通しをよくして、総合力を活かせるような大きなプロジェクトを立ち上げるべきです。「長期ビジョン」でも、総合力や融合を強く意識しています。

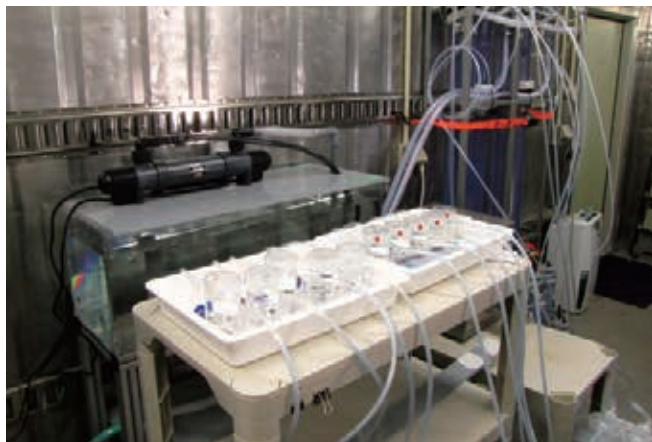
——2つ目は？

白山：研究者と技術者が同じ屋根の下にいるということは、JAMSTECの大きな強みです。技術者は、研究者のニーズをよく理解した上で技術を開発するため、早く、そして大きな研究成果が得られます。しかし、研究者と技術者の間が少し疎遠になってきているように感じます。密にコミュニケーションを取り、切磋琢磨することで、もっと画期的な技術が開発され、もっと大きな研究成果を挙げられると思います。技術者側から、こんな面白い新しい技術が開発できそうだから研究で使えないか、という提案もぜひ欲しいですね。

——JAMSTECの総合力を発揮できる研究テーマとしては、どのようなものが考えられますか。

白山：たとえば、海洋の酸性化です。大気中の二酸化炭素(CO₂)の増加による地球温暖化の進行が懸念されていますが、気温の上昇にはCO₂増加以外の要因も関与し、不確定要素が多くあります。一方、大気中のCO₂が増えれば、海水は必ずpHが下がります。そこに不確定要素はありません。そして、海洋酸性化が起きれば生態系への影響は避けて通れません。

海洋酸性化の進行は、とてもゆっくりです。気が付いたら取り返しがつかない状態になっていた、ということになりかねません。そうなる前に、研究者は警鐘を鳴らし、対策を取



海洋酸性化の生物への影響を調べるCO₂制御飼育装置

地球環境変動領域では、酸性化した海洋を再現した水槽で浮遊性有孔虫を飼育し、影響を調べている。水素イオン濃度(pH)の測定には、海洋工学センターで開発中のpHセンサーを使用



る必要があります。それは、大気、海洋、海洋生物の研究者がいるJAMSTECの使命です。すでいくつかの研究が行われているので、それを拡大、融合できればと考えています。
——海底資源探査に対する社会の要請もあります。

白山：海底資源を利用するには、まず、どこにどのような資源がどれだけあるかを調べる必要があります。JAMSTECが所有する研究船や探査機は、海底資源の探査に大いに貢献できるでしょう。最近も深海調査研究船「かいれい」が、南鳥島周辺の海底下に超高濃度のレアアースを含む堆積物が存在することを発見しました。

しかし、海底資源が見つかったから、さあ採掘しよう、というわけにはいきません。海底資源を採掘すれば、生態系に必ず影響が出ます。周辺にどのような生態系があるかを調べ、採掘による影響を予測し、さらには開発後の環境復元まで想定する必要があります。それをせずに開発をしてしまったら、たとえばカイコウオオソコエビのような非常に有用な生物が絶滅してしまう可能性もあるのです。海底資源の開発を否定しているわけではありません。海底資源開発と環境保全のバランスを取る必要があるのです。JAMSTECは、そのための科学的なデータを示すことができます。

——組織横断的な研究の実現には、研究担当理事の手腕が問われますね。

白山：そうなんです。自分を苦しめているな、と思います。しかし、社会への貢献のためには、避けて通ることはできません。もうひと頑張りしてみようと思っています。

地球科学を 真のサイエンスに プレートテクトニクスからプレートダイナミクスへ

鳥海光弘

地球内部ダイナミクス領域
領域長



撮影：STUDIO CAC

とりうみ・みつひろ。1946年、神奈川県生まれ。東京大学大学院理学系研究科地質学専攻博士課程修了。東京大学総合研究資料館助手、愛媛大学理学部地球科学助教授、東京大学理学部助教授・教授、東京大学大学院新領域創成科学研究科教授などを経て、2011年より現職。専門は岩石学、地球物理学、複雑地球科学

プレート運動の力学が分からない

——地球科学ではいま、何が分かっていないのでしょうか。

鳥海：1960年代の終わりにプレートテクトニクスが確立され、さまざまな地質現象の根拠づけができるようになりました。地球表層は十数枚ほどのプレートと呼ばれる厚さ100kmほどのかたい岩板で覆われています。プレートはマントル物質が湧き上がる中央海嶺^{かいれい}で生まれ、移動し、海溝でほかのプレートの下に沈み込んでいます。そのプレート運動により、アルプスやヒマラヤなどの山脈ができる造山運動や、日本周辺における地震や火山活動など、地球上で起きるさまざまな地質現象を統一的に説明することができるようになったのです。

ただし現在でも、どのように力が働いてマントル物質が湧き上がり、プレートが移動し、沈み込むのか、プレート運動の力学が分かっていません。

——熱く軽いマントル物質が湧き上がりプレートが生成され、冷えて重くなると地球内部へ沈み込むのではないのですか。

鳥海：確かに日本海溝では、太平洋の東側で生まれた太平洋プレートが日本付近まで移動してくる間に冷えて重くなり、沈み込んでいます。しかし、西日本沖の南海トラフなどで沈み込んでいるフィリピン海プレートは、生まれたばかりの熱く軽いプレートです。

1990年代以降、地震波により地球内部を調べる地震波トモグラフィーという手法により、マントル層には地震波の伝わる速度が速いところと、遅いところがあることが分かってきました。それは温度の低い領域と高い領域だと解釈することができます。そして沈み込んだプレートが地下660km付近に横たわっている様子が見えてきました。それがやがてマントルの底へ落ちていく下降流、「コールドブルーム」があるらしいことが分かりました。一方、マントルの底から湧き上がる巨大な上昇流、「ホットブルーム」があるらしいことも分かってきました。マントルの巨大な対流パターンが見えてきたのです。そのマントルの巨大対流と表層のプレート運動がどのように関係しているかに注目が集まるようになりました。

沈み込んだプレートが横たわる地下660km付近は、20万気圧以上という高圧の領域です。そこへかたいプレートを押

地球内部ダイナミクス領域（IFREE）

地球の謎を解き明かすため、「プレート沈み込み帯変動研究」「海洋地殻・マントル進化研究」という2つの大テーマを掲げ、世界の海を舞台に研究・観測を行っている

し込んでまさつで沈み込ませるには、地球では発生し得ない巨大な力が必要です。プレートが変形しない岩板のまま沈み込んでいくことはあり得ません。では、どのようにプレートの物性が変わり、どのような力が働いて沈み込んでいくのか。プレート運動と力の関係は、プレートテクトニクスが登場してから半世紀近くになる現在でも、まだ分かっていないのです。

4次元の観測を進め

複雑なシステムに現れる規則性を見いだす

——なぜプレート運動の力学を解明することは難しいのですか。

鳥海：プレート運動が非常に複雑なシステムの動きだからです。たとえば、日本列島を載せた陸のプレートはさまざまな種類の岩石から成る複雑な地質構造を持ち、大小たくさんの断層があります。その下に沈み込む海洋プレートにも断層があり、表面には海山などの複雑な凹凸があります。各スケール階層にわたり不均質な構造を持つプレート境界で起きる沈み込みは、とても複雑なシステムなのです。

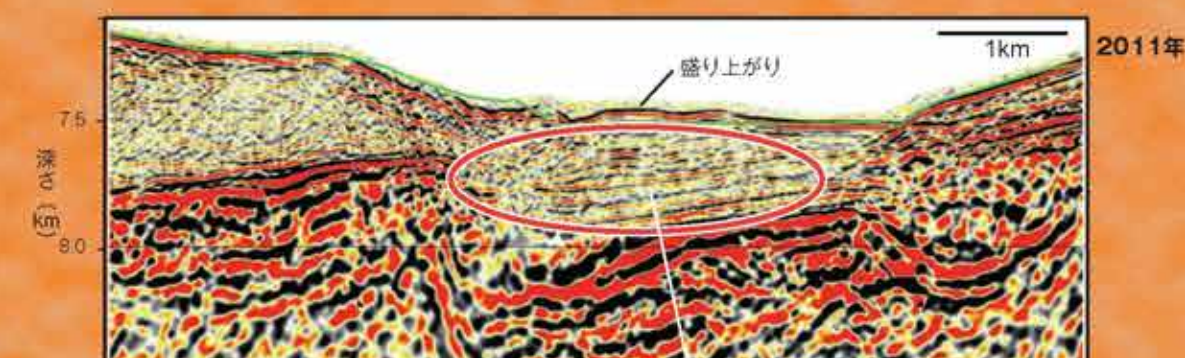
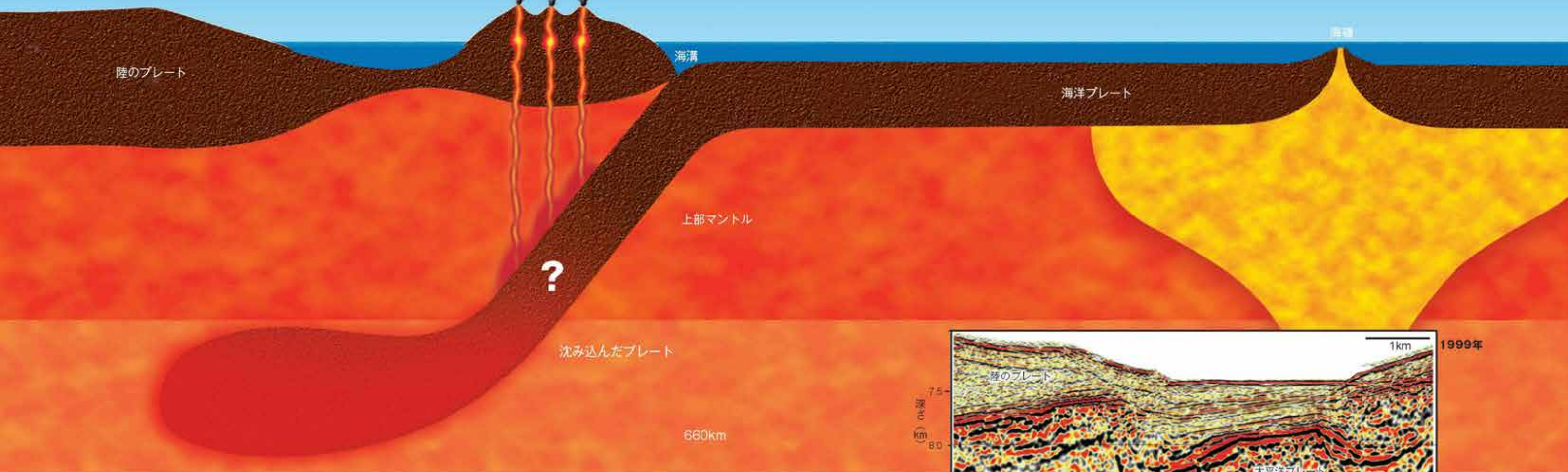
ただし、そのプレートの沈み込みによって起きる地震の発生には、一定の規則性があるように見えます。複雑なシステムでも、まったくでたらめに現象が起きるわけではなく、規則性が現れる。それが、地球科学の難しく、かつ最も興味深いポイントです。

——どのように研究を進めれば、プレート運動の力学を解明することができますか。

鳥海：プレート運動に伴う力や物質の変化を、実験室で行う物理実験のように詳細に観測する必要があります。

ポイントの1つは時間変化です。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震が発生した直後、JAMSTECでは震源域の地下構造探査を行いました。1999年にも同じ場所の探査を行っていたので、両データを比較することで、日本列島を載せた陸のプレートが約50mも移動するなど、地下構造の変化を捉えることができました。そのような観測を定期的に行い、時間変化を追っていく必要があります。

プレートの沈み込み
プレートは海溝で生まれ、移動し、ほかのプレートの下へ沈み込む。沈み込みに伴い地震や火山噴火が発生する。地震や火山活動の仕組みを解明するには、表面だけでなく、深部に沈み込んだプレートの動きを捉えることが重要だ。



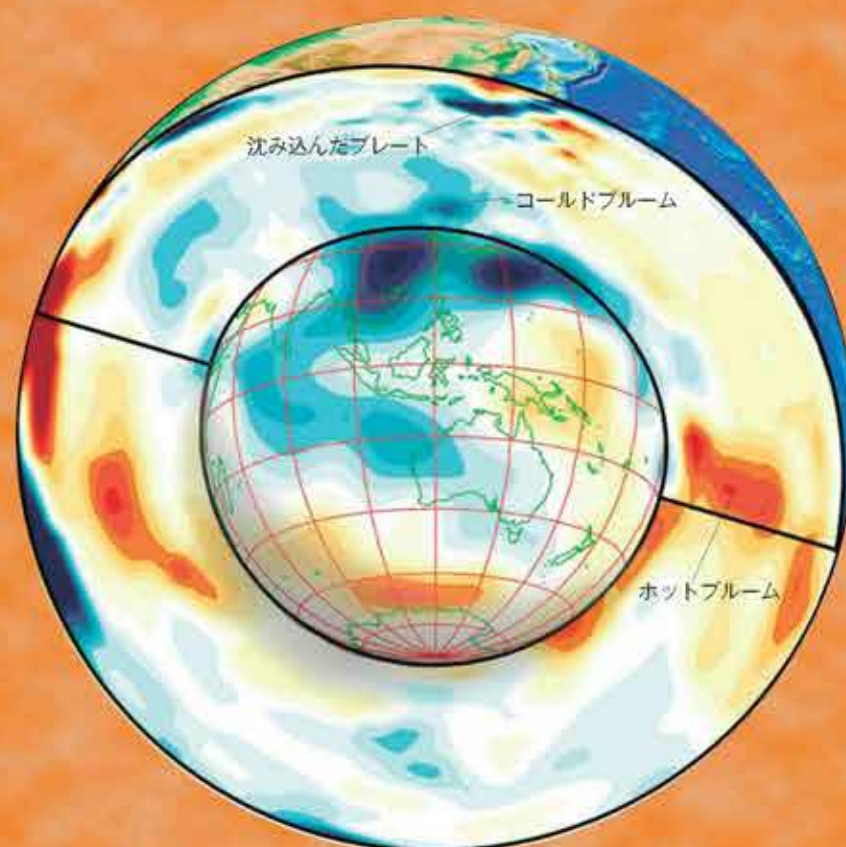
変化した構造が見られる地域

東北地方太平洋沖地震の発生前後の日本海溝における地下構造の変化
地震や火山活動を3次元的に捉えるとともに、時間変化を追っていく必要がある

?

地震波トモグラフィー

地震波が速く伝わる領域（青）は温度が低く、遅く伝わる領域（赤）は温度が高いと解釈することができる。沈み込んだプレートは地下660km付近に横たわり、やがてマントルの底へ落ちていく下降流「コールドブルーム」があると考えられる。一方、マントルの底から湧き上がる巨大な上昇流「ホットブルーム」もあるらしい。そのようなマントルの巨大対流とプレート運動との関係が注目されている



イラスト：吉原成行



海洋調査船「かいよう」の甲板上に並べられた海底地震計
JAMSTECでは100台以上の海底地震計などを使った海底下の地下構造探査を進めてきた

もう1つのポイントは、表層から深部までの地震の起き方を3次元的に捉えることです。地震のとき、プレート境界が破壊され一気にすべるのは地下数十kmの領域です。地下660km付近まで沈み込んでいる深部のプレートは、そのとき、どのように運動しているのか捉えることが重要です。つまり、空間の3次元に時間変化を加えた4次元の観測を進める必要があるのです。ただし4次元の観測で得られるデータは膨大です。それを解析してプレート運動の実態を明らかにするとともに、そこから地震や火山噴火などの現象の規則性を見いだす必要があります。ところが地球科学ではまだ解析手法の開発があまり進展していません。その開発が、IFREEの中心課題の1つです。

脳科学などと連携を深め、プレートダイナミクスを確立する

——解析手法を、近い将来に開発できそうですか。

鳥海：すでにほかの科学分野では、解析手法の開発が進展しています。最も参考になるのが脳科学です。脳にはたくさんの神経細胞があり、それらが複雑なネットワークをつくって情報をやりとりして情報処理を行っています。脳の活動を計測し、膨大なデータを解析することで、どこかの神経細胞が活動しているのか時間変化を捉え、脳の情報処理の仕組みを解明する研究が進められています。

また、生命現象をシステムとして理解するシステムズバイオロジーという分野も発展しています。細胞1個のなかにも、タンパク質など多数の生体分子があり、それらが相互作用することで、化学反応のネットワークをつくって機能を発揮しています。細胞活動に関する膨大な実験データを解析して複雑な化学反応ネットワークの実態を捉え、その仕組みを解明する研究が進められています。そして、ある薬剤を細胞に与えたときの応答などを予測できるようになってきました。

そのような複雑なシステムを解明するためのデータ解析の手法は普遍性を持つと考えられます。ですから、あらゆる分野を見渡して、最も進んだ解析手法を地球科学に取り入れていく必要があります。逆に、私たちが地球科学において新しい解析手法を開発したら、それをほかの分野へ伝えていくべきです。実際にIFREEでは、脳科学やロボット工学の研究者とも連携を深めて解析手法の開発を進めています。

サイエンスはいま、異分野間の連携を深めることで大きなうねりを持ち始め、複雑なシステムの規則性や原理を解明する新しい次元に入っています。研究の進め方さえ間違えなければ、あと30年もすればプレート運動の力学理論「プレートダイナミクス」を築くことができる、と私は考えています。——プレートダイナミクスを確立すれば、それを社会的な課題の解決に役立てることもできますね。

鳥海：現在はまだ、地震や火山噴火の発生をどのようなかた

東京大学で研究室を主宰していたころ、毎年新人が入ってくると、みんなで長瀬（埼玉県）の渓谷を調査巡検し、終了後にはビールを楽しんだ



ちで予測することが可能なのか分かっていません。プレートダイナミクスを確立して、地震や火山噴火の発生をある程度予測できれば、防災に大きく役立ちます。またプレート運動が生み出す地熱エネルギーの挙動を解明できれば、地熱発電に役立てることができでしょう。プレート運動の規則性を解明することにより、使用済み核燃料を10年以上にわたり安全に保管できる地層を探し出すこともできるはずです。

新しいサイエンスを拓く醍醐味

——子どものころから、地球に興味があったのですか。

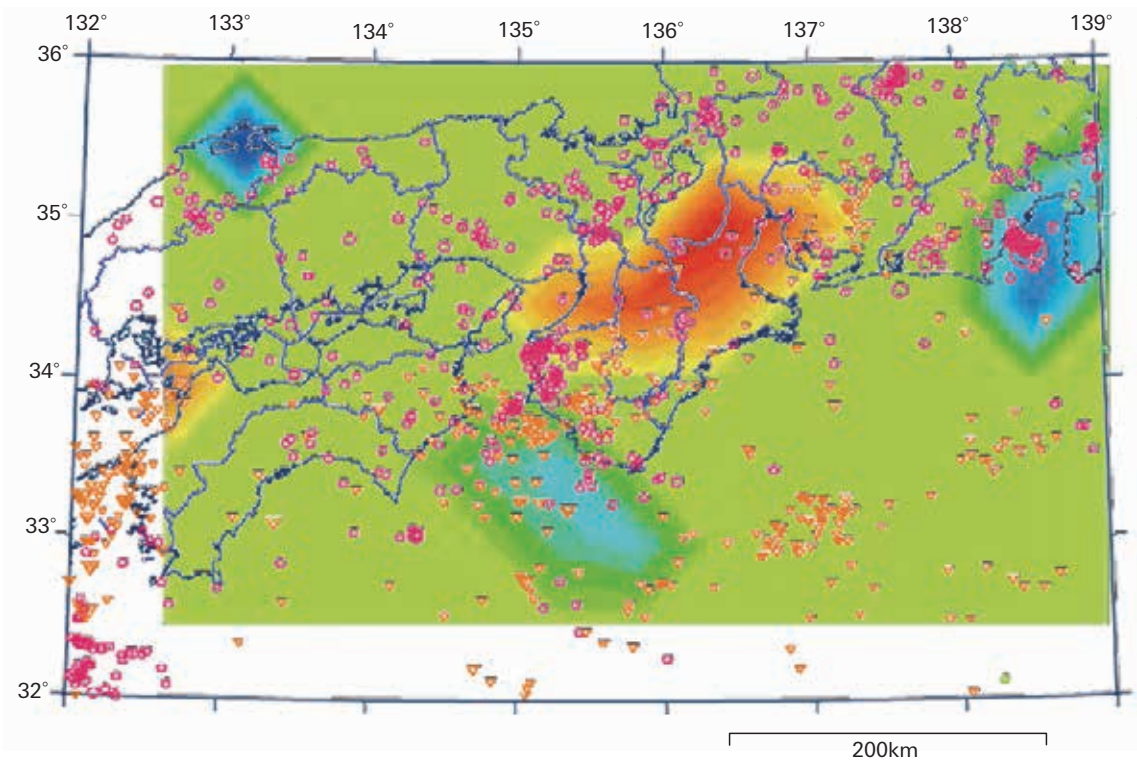
鳥海：もともと天文ファンで、星の世界に限りない憧れを抱いていました。ただし、それがサイエンスの世界に入った動機ではありません。

大学の学部で地質学を学びました。ある地域の地質を調べ、さまざまな種類の岩石がどのように分布しているかを調べ、それらがどういう順番でできたか推測しました。しかし、それで何かが分かった、という気にはなれませんでした。サイエンスを感じなかったのです。

学部の卒業論文で岩石学をテーマに選びました。岩石学では熱力学が使えるからです。岩石ができるとき、その生成温度と元素組成に一定の規則性があることを、私は見いだしました。そのとき初めて、「これはサイエンスになっている」と感激しました。ちょうどそのころ、アポロ11号が月の石を採取してきました。月の石も元素組成から生成温度を、その規則性に基づき議論することができたのです。

その後、岩石や鉱物の流動性に関する研究などを進めました。ただし、何か1つの対象を知りたくて研究の道を突き進んできたわけではありません。生命科学や工学などサイエンス全般、特に手付かずの分野に強い関心があります。私はサイエンスの新しい分野を開拓したいのです。——それは、サイエンスが確立されていない分野に、真のサイエンスを築いていくことです。

鳥海：そうです。その醍醐味が、私にとって最高の面白さです。4次元の観測を進め、プレートダイナミクスを確立しなければ、地球科学は本当の意味でのサイエンスになり得ません。地球科学を真のサイエンスにすることが、私たちの使命です。



南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートに働く力
膨大な微小地震群（赤やオレンジのスポット）の時系列データを解析することで、フィリピン海プレートには不均質に力がかかり、赤色と青色の領域に交互に強い力が働いていることが分かった

海への期待に応える

磯崎芳男

海洋工学センター
センター長



撮影：STUDIO CAC

いそざき・よしお。1950年、広島県生まれ。大阪大学大学院工学研究科造船学専攻修士課程修了。三菱重工業(株)で海洋石油・天然ガス開発や海洋空間利用のための各種海洋構造物の企画・開発・計画設計・建造などに携わった後、地球深部探査船「ちきゅう」の設計・建造に従事。JAMSTEC 地球深部探査センター技術開発室長として、「ちきゅう」の運用と技術開発を指揮。2010年より現職

いま、風が吹いている

——JAMSTECの海洋工学センターでは、どのようなことを行っているのでしょうか。

磯崎：JAMSTECでは、研究者と技術者が1つの研究機関のなかで密にコミュニケーションを取りながら海洋や地球、生命の理解に向けて取り組んでいます。科学と技術、あるいは理学と工学という2つの車輪を持つことが、JAMSTECの大きな特長です。その両輪の一方である技術、工学を担っているのが、私たち海洋工学センターです。

2012年には、「じんべい」「おとひめ」「ゆめいるか」という3機の深海探査機が誕生しました。遠隔操作で重作業を行うことができる無人探査機も、間もなく完成します。また、東北海洋生態系調査研究船「新青丸」が2013年2月に進水式を迎えました。「新青丸」は、東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波によって環境が激変した三陸沖の海洋生態系の調査を行う研究船で、今年秋から運用を開始する予定です。さらに、海底資源の探査などを行う総トン数5,000トンクラス的大型海底広域研究船の建造にも着手します。

——なぜ、探査機の開発や新船の建造が相次いでいるのでしょうか。

磯崎：いま海洋が注目されているのです。JAMSTECは前身の海洋科学技術センターの時代から40年を超える歴史がありますが、4機の無人探査機をほぼ同時に開発したのは、初めてのことです。それほど、いま社会が海洋へ注目し、JAMSTECに大きな期待が寄せられているのです。

しかし、社会は、JAMSTECに探査機や研究船をつくってくれと要請しているわけではありません。それらを使って、地震・津波被害の軽減、海底資源の探査、地球温暖化の進行の把握や予測、気候変動のメカニズム解明、再生可能エネルギーの利用などを実現することを求めているのです。探査機や研究船の完成はゴールではなく、成果を出さなければ社会の要請に応えたことにはなりません。

いま、私たちに“期待”という風が吹いています。しかし、風はいつまでも吹き続けるわけではありません。風が吹いているうちに、探査機や研究船をいち早く開発・建造し、いち早

海洋工学センター（MARITEC）

「目指せ、世界のCenter of Engineering」を掲げ、海洋研究開発の進展に向けた新しい技術・システムの開発、研究船と有人潜水船、無人探査機、各種観測機器の運用・保守・改良を行っている

く成果を社会に見せなければなりません。そして、社会の新しい要請が生まれ、新しい取り組みをする。それを繰り返して、期待に応え続ける必要があります。やんでしまった風をもう一度吹かせるのは、とても難しいことです。

技術には2つある

——海洋工学センターでは研究船や有人潜水船、探査機の運用も行っています。

磯崎：技術というと、新しいものをつくることだけを考えがちですが、いまあるものを長期間にわたって的確に運用・保守・改良していくことも、重要な技術です。そのよい例が有人潜水調査船「しんかい6500」でしょう。「しんかい6500」は1989年に完成して以来、事故なく運用されており、潜航回数は1,300回を超えています。2012年には建造以来最大となる改造を行い、加速・制動性能を向上させました。

2012年、私を含めた海洋工学センターのメンバーが、有人潜水調査船「蛟龍」を開発した中国の国家海洋局を訪問しました。そのとき大歓迎を受けました。なぜだと思いますか。

——「蛟龍」は2012年6月に水深7,020mの潜航に成功し、科学調査研究用の有人潜水調査船として「しんかい6500」が1989年以来保持してきた世界最深の潜航記録6,527mを塗り替えました。ライバル同士ではないのですか。

磯崎：確かに「蛟龍」は7,000mを超える潜航に成功しました。しかし、1回だけ世界記録を樹立することと、「しんかい6500」のように長い間、無事故で運用できることは、まったく別です。彼らは、私たちが持っている運用のノウハウを知りたくて仕方がないのです。

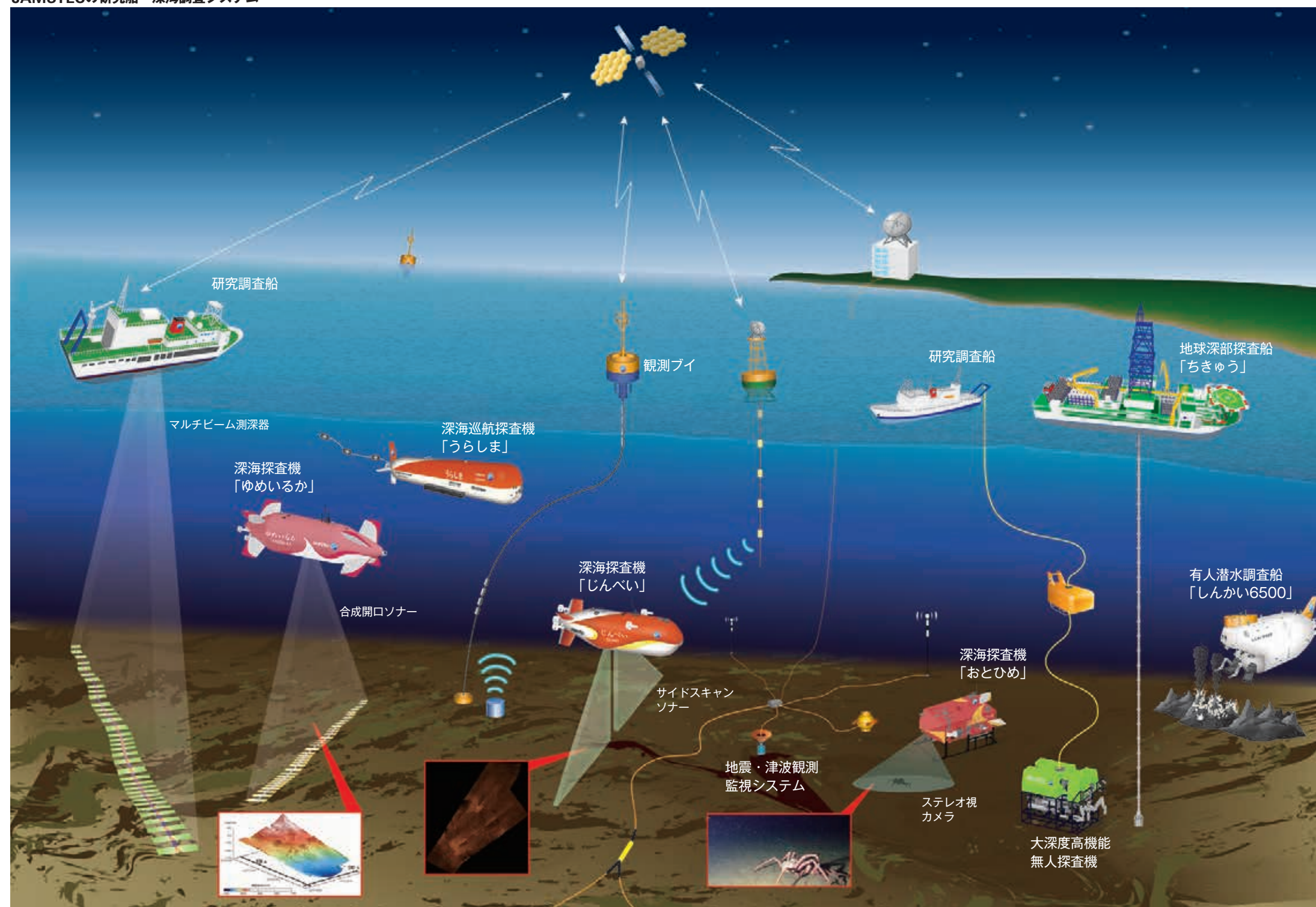
現在、深海潜水調査船支援母船「よこすか」と「しんかい6500」が世界一周航海「QUELLE 2013」に出ています。この航海は、「しんかい6500」の威力に加え、私たちの運用の手腕を世界に示すよい機会だと思っています。

時間軸を加えて4次元に

——どのような技術が必要とされているのでしょうか。

磯崎：誰も行ったことのないところに行き、誰も見たことが

JAMSTECの研究船・深海調査システム



ないことを見て、誰も触ったことがない物を持って帰る。それができる技術の開発を目指しています。

そのために、より深く、より広く、より長く、より高く、より小さく、より早く、をキーワードに掲げて技術開発を進めています。より長くとは長距離や長時間、より高くは高度化や高精度、高効率を意味します。より早くはスピードではなく、たとえば観測データを衛星経由でリアルタイムに送るという意味です。そして、もう1つ重要なキーワードが「4次元」です。

——4次元とは？

磯崎：点から線へ、線から面へ、さらに海面から大気、海中、深海、海底下へと、観測範囲を3次的に広げるだけでなく、時間軸を加えて4次的に観測することが重要です。東北地方太平洋沖地震によって陸側の海底は東南東に約50m、上方に約10m移動したことが、深海調査研究船「かいらい」の調査から明らかになりました。これは、以前同じ場所を探索したデータがあったからこそ比較できたのです。また、「しんかい6500」が日本海溝の海底で、今回の地震によってできたと考えられる亀裂を発見しました。これも、以前に同じ場所を調査したときには亀裂がなかったことが分かっているからこそ、いえることです。

遠い未来にまで視野を広げ、何が必要かを見極め、地道に探査や観測を継続してデータを蓄積していく必要があります。

技術者の醍醐味

——技術者として喜びを感じるのは、どのようなときですか。

磯崎：自分たちがつくり出した技術が現場で使われ、大きな成果を挙げたときは、とてもうれしいですね。さらに、その結果をもとに改良して機能を向上させることもできます。これは科学と技術という2つの車輪を持つJAMSTECならではの長特です。

——研究者からの要請によって技術を開発することが多いのでしょうか。

磯崎：新しい技術をつくる場合、2種類の方式があります。1つは、研究者や社会からのニーズを把握し、それに応える技

術を生み出すこと。もう1つは、技術者の新しい発想に基づいた技術で新しいニーズを生み出すこと。技術者としては、後者の方が面白いですね。

私の目標はウォークマンです。ソニーがウォークマンを発売する前、録音ができずにカセットテープを聞くことしかできない商品なんて売れない、といわれていました。ところが、ものすごいヒット商品になり、世の中を変えてしまいました。



開発中の大深度高機能無人探査機

最大潜航深度は7,000m。母船とケーブルでつながっている。母船で、探査機のカメラが撮影した画像をリアルタイムで見ながら、遠隔操作する。海底の鉱物の採取などの重作業を行う



2012年に完成した3機の深海探査機

左から「おとひめ」「じんべい」「ゆめいるか」。「おとひめ」は海底に数mまで接近したり着底しながら、ステレオ視カメラやマニピュレータを使って海底資源の詳細調査を行う。「じんべい」は化学センサーを搭載し、低速で航行しながら海水中の二酸化炭素濃度を測定したり、海底資源を探索する。「ゆめいるか」は海底から30～80mの一定の高さを航行し、メタンハイドレートや熱水鉱床など海底資源を探索する

研究者に使ってもらったら、「すごい！ いままで何をやっていたのだろう」といってもらえるような新しい技術をつくり、研究を一変させたいですね。それが技術者にとっては一番の醍醐味です。

——新しい技術を生み出すために必要なものは何だとお考えですか。

磯崎：まったく新しい発想を出すことは、とても難しいのです。すでにある技術を応用したり組み合わせたりすることで、画期的な技術が生まれることもあります。そのために、私は「T字形人間になれ」といっています。まず、Tの横棒のように幅広い知識を持つことが必要です。しかし、広い知識があるだけでは駄目で、誰にも負けないほどの専門知識や技術も必要です。それがT字の縦軸です。

「しんかい12000」へ

——「しんかい6500」が長く活躍する一方で、次の有人潜水調査船が待ち望まれています。

磯崎：次は、水深1万2000mまで潜航できる「しんかい12000」と唱えています。「しんかい6500」をつくったときから20年以上たっているので、材料も含めた技術は大きく進んでいます。「しんかい6500」の耐圧殻はチタン合金ですが、

いまならば、ガラス球やセラミックス、あるいはほかの合金の方が優れているかもしれません。既成概念をすべて外して、情報を広く集め、勉強し直すところから始めようとしています。

——有人潜水調査船は必要でしょうか。

磯崎：私は2012年4月に改造後の訓練航海で、「しんかい6500」に初めて搭乗しました。聞いてはいましたが、とても感動するものですね。小さな窓からのぞいていることが歯がゆく、海中に飛び出していきたい衝動に駆られました。また、水深500mあたりまで浮上したとき突然、星が降ってきたのには驚きました。発光生物が船体に当たって発光していたのです。「しんかい6500」は浮上しているから、生物は相対的に下がっていきます。まさに星降る世界です。その様子は、現在のカメラでは撮影できません。人の目ほど優秀なカメラはないのです。研究者が実際に深海に行き、自らの目で見て、そして“第六感”を働かせて調査することでしかできない発見があるはずです。

海は永遠に人類最後のフロンティア

——磯崎センター長は大学院修了後、造船会社に就職されました。どのような夢を抱いていたのですか。

磯崎：就職を考えるころ、南太平洋に巨大ないかだを浮かべ、そこに敷き詰めた太陽光パネルで発電した電力で海水を電気分解し、発生させた水素を液化し日本に運んでエネルギー源として利用する、という構想を知りました。大学・大学院では船の耐航性能を研究していましたが、究極のクリーンエネルギー確保を目指したこのような海洋開発に携わりたいと思うようになりました。造船会社では、海洋石油・天然ガス探索、生産用浮体式構造物の開発を行いました。

海洋開発はまだ黎明期で先輩が少なく、若い人でもいろいろなことに挑戦できる環境でした。もちろん失敗もありましたが、その経験が私を育ててくれました。ぜひ、いまの若い人たちにも挑戦できる機会を与えていきたいと思っています。任せる方にも勇気が要ることですが、それをしなければ技術の伝承もできません。

東北海洋生態系調査研究船「新青丸」

2013年2月15日に行われた進水式の様子。山口県の三菱重工業(株)下関造船所にて。岩手県大槌町が「新青丸」の母港となる



——まだ海洋への夢は膨らんでいますか。

磯崎：海洋油田や天然ガス田は日本近海にはないので、技術が育ちにくいという問題を抱えていました。一方、いま注目されているレアメタルやメタンハイドレートなどの海底資源は、日本の周りにあります。それらを探索したり採取したりする技術が日本で大きく育つ可能性は大いにあります。この10年ほどは、海洋技術がダイナミックに発展していく面白い時代になるのではないのでしょうか。

海のなかについても、観測装置が高精度化し数が増えることで、もっと立体的に細かく分かるようになっていくでしょう。地震・津波観測監視システム（DONET）やブイ形式の津波警報システムによって、いち早く地震や津波の発生を捉え、減災に役立てることもできるようになるでしょう。また、探査機も進化するでしょうね。JAMSTEC横須賀本部の岸壁から「いってらっしゃい」と送り出せば、世界中の海を探索して帰ってくる、なんてことも夢ではありません。

——数十年後には、海は「人類最後のフロンティア」ではなくなっているのでしょうか。

磯崎：分かりたいと思う反面、あまり分かり過ぎると面白くなくなってしまうですね。でも、海は、とても広く、とても深いです。人類が調べ尽くすことはできないでしょう。きついつまでたっても、海は人類最後のフロンティアであり続け、これからも多くの人を魅了し続けるに違いありません。

地球深部に挑み 科学の夢を現実にする

東 垣

地球深部探査センター
センター長

あずま・わたる。1955年、京都府生まれ。京都大学大学院理学研究科博士課程修了。静岡大学理学部助手、九州大学理学部助教授、海洋科学技術センター（現・JAMSTEC）深海研究部長、JAMSTEC 高知コア研究所所長などを経て、2009年より現職

“古文書”解読から地球深部の観測へ

——地球深部探査船「ちきゅう」は、海底下掘削による研究を、どのように変えようとしていますか。

東：この10年、海底下掘削の研究の多くは、たとえば過去の海洋環境の復元を目的としてコア試料の解析によって“古文書”を解読する、古海洋学と称した研究が行われてきました。海底に降り積もった堆積物には、時代ごとにその場所で何が起こっていたのか記録されています。その“古文書”を世界各地の海底浅部の層から採取して、それぞれの時代に地球規模で何が起こっていたのかを読み解く研究が進められてきたのです。

一方、「ちきゅう」は堆積物の下にある海洋地殻を深く、より太く掘り進めることができます。これまで手にすることができなかった地球深部の試料を採取するとともに、掘削孔に口径の大きな観測機器を設置して、海底下を直接観測することが可能になり始めました。

海底下掘削研究の目的が、“古文書”を解読して過去を探るという静的なものから、地球深部で現在起きていることをリアルタイムで観測するという動的なものに変わりつつあります。

——地球深部でどのような観測を行うのですか。

東：「ちきゅう」は、東南海地震の震源域である紀伊半島沖熊野灘の掘削を進め、2010年、海底下約780～980mに長期孔内観測装置を設置しました。さらに今年1月から、この海域でJAMSTECが展開・運用している地震・津波観測監視システム（DONET）に長期孔内観測装置を接続してリアルタイムの観測を始めました。

そもそも巨大地震は海底下の断層が破壊されることで起きます。これまでは、陸上や海底の地震計で捉えた地震波を解析して、海底下で何が起こっているのか推測していました。長い年月にわたりほとんど何も起きなかった断層が、一瞬のうちに破壊されて地震が起きます。地震の仕組みを解明するには、その一瞬にどのように力が働き、岩石や水などがどのような挙動を示すのか、その動きを現場で捉える必要があります。長期孔内観測により、そのような一瞬の動きや、長期の時系列変化の様子が観測できるようになり始めたのです。地震に限らず、地球深部の動きをモニターすることで、私たちの地球観は変わ

地球深部探査センター（CDEX）

日本と米国が主導する地球環境変動、地球内部構造および地殻内生物圏の解明を目的とした国際的な海洋科学掘削計画である統合国際深海掘削計画（IODP）の日本実施機関として、「ちきゅう」の運用を通じて新しい科学を築いている

るでしょう。

海底下の微生物培養実験室、マントル掘削……

——近年、海底下には膨大な数の微生物が生息していることが分かってきました。海底下の掘削は生命観にも大きなインパクトを与えると期待されています。

東：海底下からの「サンプルリターン」だけでなく、掘削孔は観測や実験の場としても有効です。生物学者たちは、そこで微生物を培養することを希望しています。生物学に限らず、掘削孔を使った実験のアイデアを、若い世代の研究者たちが次々と出してくることでしょう。そこからきっと、新しい科学が生まれるはずです。

——「ちきゅう」の大きな目標は、人類未踏のマントル層の掘削ですね。

東：マントル層の岩石だけでなく、そこに含まれている炭素や水などに大きな関心が集まっています。地球内部には大量の炭素があり、二酸化炭素あるいはメタンの状態で存在しているかもしれないと考えられています。メタンは天然ガスの主成分です。私たちが現在利用している天然ガスは生物由来だと考えられていますが、それとは起源が異なるマントル由来のメタンガスが地球深部に大量に存在している、という仮説があります。

——地球史において、マントル層に含まれる二酸化炭素が、大規模な火山噴火により大量に大気へ放出され、生物の大量絶滅などを引き起こしたかもしれないと考えられていますね。

東：それも仮説です。マントル層を掘削してどれくらいの量の二酸化炭素がどのように存在しているかを調べることで、それらの仮説を検証することができるとでしょう。

夢を現実にすることがCDEXの役割

——そのような研究を進めるために、「ちきゅう」を運営するCDEXに大きな期待が寄せられています。

東：海底下をさらに深く掘削することで、地球科学はもっと楽しくなります。科学のさまざまな夢を描くのは科学者の役目。その夢を現実にすることが私たちの仕事です。そのため



長期孔内観測装置
紀伊半島沖熊野灘の掘削孔に設
置するため、「ちきゅう」船内か
ら装置を海底へ下ろしていった
(JAMSTEC/IODP 提供)



「ちきゅう」により採取した、東北地方太平洋沖地震ですべったと考えられる日本海溝プレート境界の断層試料

(JAMSTEC/IODP 提供)

に2つのことが重要だと考えています。

1つは、科学者たちとのコミュニケーションです。私たちが、こういう掘削プロジェクトが必要だと先回りして決め付けると、せっかくの掘削計画が科学のニーズとは異なるものとなる恐れがあります。まず科学者たちの声をよく聞き、よく話をすることが重要です。

もう1つは、科学のニーズに対応する力を養っておくことです。突然、重要な科学課題が提示されることもあります。たとえば、2011年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震の後、震源となった日本海溝を掘削して地震ですべった断層から試料を採取することが求められました。私たちは、水深6,889.5m、海底下850.5mの掘削を行い、地震ですべったと考えられるプレート境界断層の試料を採取することに成功しました。これは、科学掘削で最長となる総ドリルパイプ長が7,740mに及ぶ困難な掘削でした。

「ちきゅう」という人類の財産を預かる身としては、「冒険はできません」と断りたいところですが、それでは責任を果たせません。さまざまな挑戦的な科学課題に応えられるだけの間口の広さを確保しておく必要があります。そのためには、高性能の機械さえ準備しておけばいい、というわけではありません。「ちきゅう」に乗り込んで運用したり陸上で支援したりする、人の力が重要です。

「ちきゅう」は日進月歩で成長しており、人で例えれば高校生くらいの段階です。私たちにも、この先の「ちきゅう」の能

力がどこまで成長するのか、正直まだ分かりません。鍛えることで能力をどんどん高めていくことができます。

——「ちきゅう」には、どのような課題がありますか。

東：「ちきゅう」の掘削パイプは二重構造で、泥水と呼ばれる特殊な流体を循環させて削りかすを船に引き上げ取り除きながら掘削します。これはライザー掘削システムと呼ばれる、海底油田掘削などで利用されてきた技術で、科学掘削に用いるのは「ちきゅう」が初めてです。それ故、技術開発以外の思いもしない課題も出てきます。

「ちきゅう」は2012年、下北八戸沖の石炭層を掘削して、海底下生命圏の探査を行いました。科学掘削の最深記録となる海底下2,466mに達し、試料を採取することに成功しましたが、科学者たちから課題も指摘されました。泥水を使って掘削することで試料を汚染してしまう恐れがある点です。試料に含まれている微生物が、その場所にいたものか、泥水に含まれていたものか分からなくなってしまう可能性があるのです。

そのような汚染は油田掘削では問題になりません。科学掘削ならではの課題です。私たちは科学掘削に適したライザー掘削技術を築いていく必要があります。それには私たちだけでなく、泥水をつくる会社など、さまざまな人たちの協力が必要です。

——マントル層へ到達することは可能ですか。

東：さまざまな困難が予想されます。掘削サイトの水深問題、孔内の高温環境対策以外にも、海洋地殻の上部には、岩石が

熱で変質してかたくなった層があります。まず、そこを掘り抜くことが難しいのです。さらに、その下には粒の粗い岩石層があり、掘削抗が崩れやすいと予想されています。それらの層を安全かつ効率的に掘削する必要があります。そもそもマントル層へ到達するまでにどのような困難が待ち受けているのか、いまは誰も知りません。これから数年くらいかけて、予測される課題を解決するための技術開発や予備的な掘削を進めていく必要があります。

マントル掘削のため、誰も知らない壁や困難に挑戦することは大変ですが、これを乗り越えることは大きな喜びでもあり、夢でもあります。そのための努力は惜しみたくありません。

山から海へ

——センター長は、研究者としてどのような研究を進めてきたのですか。

東：もともとの専門は山歩き（笑）、いや地質学です。静岡県の山に地質調査によく出掛けていました。砂岩と泥岩が交互に積み重なったタービダイトという地層がとてもきれいで、それを見ているのが楽しかったのです。なぜこんなにきれいな地層ができるのだろう。それを知りたいという想いが科学の世界へ入るきっかけでした。

私が歩いていた山は、かつて海底だったところです。海底で砂や泥が積み重なってタービダイトができるのです。タービダイトは、かつて海底で起きていたことが記録された“古文書”です。なかには拳大の礫も多数含まれていて、どのように運ばれて地層となったのか不思議です。“古文書”にとどまらず、海底で何が起きたのか実際に見てみたくなりました。そこで海へ出掛け、潜水調査船に乗り込んで海底から試料を採取して分析するようになりました。

山ばかり歩いていたと思ったら、突然、海にばかり行くようになった私を見て、父が「おまえは本当に、海のものとも山のものともつかない男だな」と（笑）。

JAMSTECの国際的な責任

東：私にはいま、訴えたいことが2つあります。1つは、

「ちきゅう」のプラモデルを手にする東センター長



JAMSTECをはじめとする若い研究者たちに、視野を狭めずに、もっと世界に目を向けてほしい、ということです。いまやJAMSTECは海洋地球科学において世界最大級の研究機関となり、世界中の研究者から憧れと敬意を集めています。設立当初のJAMSTECとは、当然、果たすべき責任も異なります。自分たちの研究を進めるだけでなく、世界の研究を推進するために、発言し役割を果たす必要があります。日本の若い研究者たちにも、JAMSTECなどの研究環境を活用して自分の研究を進めるだけでなく、世界の研究に貢献することが求められます。ときには、ボランティアのような活動も必要でしょう。もちろん、若い研究者たちがそのような国際貢献を果たせるように、私たちが配慮する必要があります。

特に私たちCDEXは国際的な視点から「ちきゅう」を活用して世界の研究を推進する責任があります。ここで紹介したような科学の夢も、世界と連携して進めることで、大きな成果を挙げることができます。

海を知り、守り、利用する

——訴えたいもう1つのこととは何ですか。

東：最近、とても気になっていることがあります。東北地方太平洋沖地震で巨大津波が起きて以来、海は危険だからと、親が子どもを海水浴に連れていかない傾向があるそうです。子どもたちに海は怖いものという意識が植え付けられ、海へ関心を持たなくなることを危惧しています。

日本は、領海と排他的経済水域を合わせると世界第6位の面積を持つ海洋国家です。海を知り、守り、利用することが重要だと、ぜひ訴えたいのです。

昨年、「ちきゅう」の精密なプラモデルが、(株)バンダイから発売され、好評だと聞きます。バンダイの担当者たちも、海洋国家である日本の多くの人が海に関心を持つ一助になればという想いから、「ちきゅう」のプラモデルを企画したそうです。

「ちきゅう」が、多くの人たちの憧れの対象であり続け、その活動により海への関心をさらに深めてもらえるように、私たちCDEXは頑張っていきます。

BE

昼すぎ、深海ザメの捕獲を得意としているいつもの漁師さんから連絡が入る。「変なサメが入ったよ!」。聞くとツノザメ類らしく、しかもひげが生えているという。これは前々から飼育してみたいと狙っていたヒゲツノザメだろうか? 期待に胸が高鳴る。活魚運搬用のトラックで港へと急行した。

ヒゲツノザメだ。雌だ。しかしながら、深海から引き上げる間に弱ってしまったのか、おなかを上にして浮いていた。これは、飼育は無理かな。そう思ったが、発見例が数例の貴重なサメでもあり、取りあえず水族館へ運ぶことに決めた。

ここアクアワールド茨城県大洗水族館では54種類のサメ類を飼育し、そのうち46種類を展示している。サメの飼育展示では日本一だ。できれば、これまでのサメ飼育の実績を生かし、珍しいこのヒゲツノザメも展示してみたい。ところが、バックヤードの水槽に移しても相変わらずひっくり返ったまま水面をふらふらと漂っている。これは、標本にするしかないか……。半ば覚悟を決めていた。

翌朝、水槽をのぞくと、なんとヒゲツノザメが回復して、普通にゆっくりと泳いでいた。うれしかった。と同時に、意外な生命力に驚かされた。これなら展示も何とかできるだろう。傷口の手当てなどをしながら、慣らし飼育が始まった。

飼育のために、まずは餌付けだ。ところが、これが至難の業だった。生きた魚、甲殻類、イカ、切り身のアジ、オキアミ、手に入るものはほとんど試した。手を替え品を替え、ヒゲツノザメに与えてみるが、何の反応も示さない。棒に餌を付けて少しずつ口元に運んだり、目の前に落としてみたり、ちょうど口元に餌が到着するように水流を調整してみたり……。こちらの苦勞を知ってか知らずか、ヒゲツノザメは相変わらず素知らぬ顔で、ゆっくりと泳いでいる。そうした試行錯誤の日々が数ヶ月も続いた。何より不思議だったのは、数ヶ月も食べていないにもかかわらず、少しもやせることがなかったことだ。何か、ほかのサメたちとは行動パターンが異なっていて調子が狂う。絶食に強いサメなのかなあ、そう思いながら、餌付けのチャンスを狙っていた。

そんなある日、ヒゲツノザメがいつもと違う反応を示した。口元へ運んだ餌を通り過ぎたが、その後、「ん?」とでもいうように振り返るそぶりを見せたのだ。もしやと思い、ヒゲツノザメが泳ぐルートに餌を落としてみる……。食べた! ついに食べたのだ。一切れのアジだった。これまで何度となく与えてきた餌だ。方法も、いくつも試みたなかで最もオーソドックスなもの。何がきっかけなのかもよく分からない、突然の始まりだった。それ以来、何でも食べるようになった。餌の種類について選り好みはない。ところが、順調だと思っていた

と、突然食べなくなったりする。かなり気まぐれで振り回されている感じなのだ。

ほかのサメたちと比べて、落ち着いた性格なのか、それとも元気がないのか、暴れ回ることもない。飼育例が少ないため、ヒゲツノザメという種の基本的な性質なのか、それともこの個体の個性なのかも分からない。たとえば、掃除のために水槽に人が入れば、ほかのサメたちなら軽いパニック状態となり、素早く泳ぎ回ったりするのが常なのに、このヒゲツノザメは何の反応も示さず、ただ泳ぐルートだけは変更し、相変わらず悠々とゆっくり泳いでいる。いつも変わらない。マイペースなこのサメを少しでも長く飼育し、できれば雄と繁殖させてみたい。そのとき初めて、慌てる様子が見られるのかな。

取材協力: 柴垣和弘 アクアワールド茨城県大洗水族館 魚類展示課 係長



ヒゲツノザメは発見されている個体数がとても少ないため、基本的なデータもあまりない。生息域は太平洋北東部で、水深150～640mの大陸棚や海底付近で暮らす深海性のサメ。成熟すれば雄は1m、雌は1.2mほどになるといわれる。水族館のヒゲツノザメは雌で、80cmほど。ヒゲツノザメの特徴である2本のひげは温存されていたが、背中にあるはずの2本のどけは折れてしまっていた。

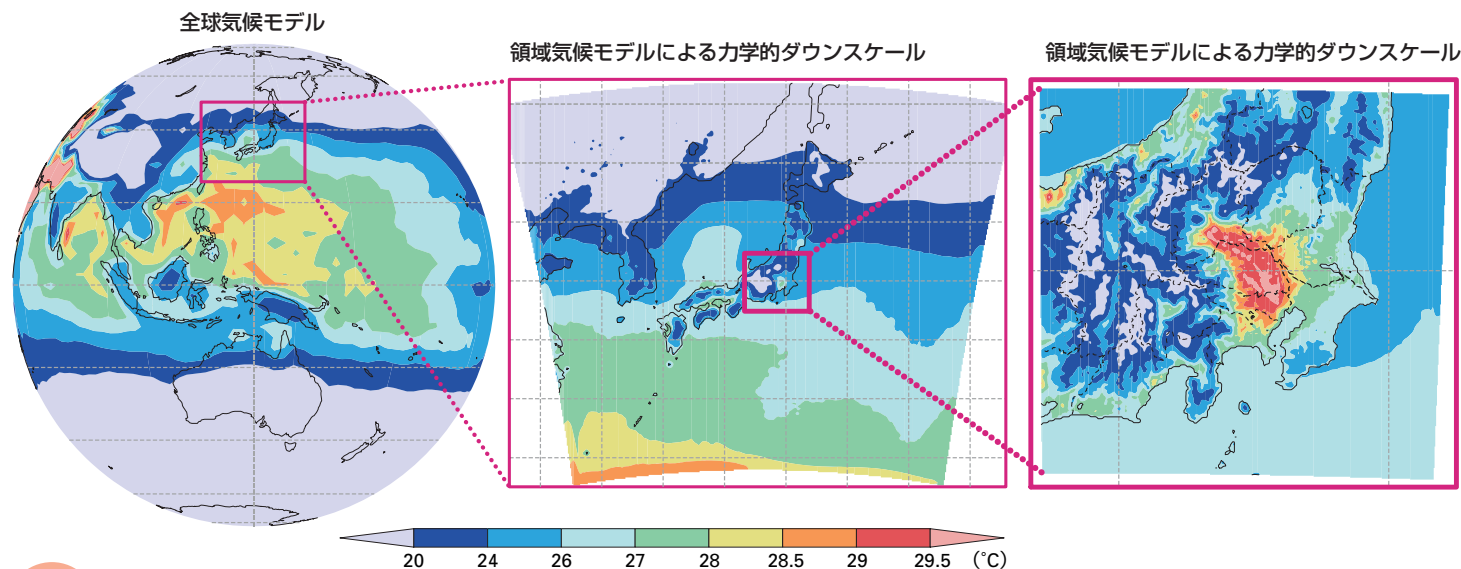


図1 全球気候モデルと領域気候モデル

全球の気候変化は全球気候モデルを用いて予測するが、格子の1辺が100～250kmと粗いため、都市スケールの気候を予測することは難しい。全球気候モデルの一部を小さなサイズの格子で区切り、領域気候モデルを使って詳細に計算する力学的ダウンスケールによって、都市気候の予測が可能になる。図はすべて2010年8月の地上気温を示している

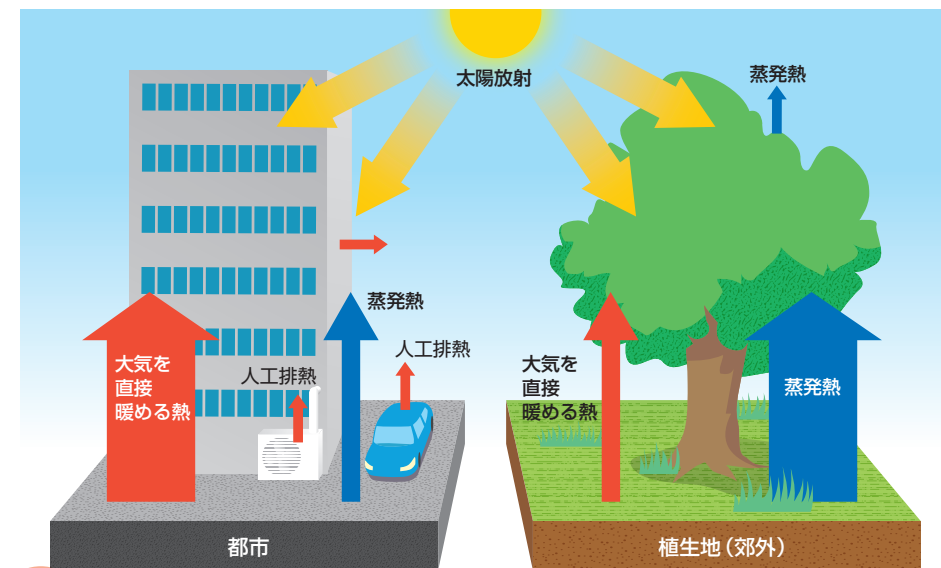


図2 ヒートアイランド現象の仕組み

地面が吸収した太陽放射は、2種類の熱として大気中に放出される。植生地では、大気を暖めない蒸発熱が多く、大気を暖める熱としての放出は少ない。都市では、蒸発熱が少なく、大気を暖める熱としての放出が多い。アスファルトや建物も太陽の放射を吸収し、その熱も大気を暖める。自動車やクーラーなどから出る人工排熱によっても大気は暖められる。その結果、植生地が多い郊外より都市の気温が高くなる

都市の気候変化 ヒートアイランドと地球温暖化

2012年8月18日 第151回地球情報館公開セミナーより



地球環境変動領域
次世代モデル研究プログラム
領域気候モデリング研究チーム
ポスドク研究員

足立幸穂

あだち・さちほ。1980年、静岡県生まれ。博士(理学)。2008年、筑波大学大学院生命環境科学研究科博士課程修了。筑波大学プロジェクト研究員を経て、2011年、海洋研究開発機構ポスドク研究員。主な研究テーマは、将来の地域気候予測のためのダウンスケーリング、都市気象

「近ごろ暑いですね。温暖化のせいでしょうか」

そう聞かれたら、皆さんはどのように答えますか。「そうですね。これからどうなってしまうのでしょうか」などと、当たり障りのない返事をする人も多いのではないのでしょうか。

この会話を卒業しよう。それが今日の目標です。

ヒートアイランド現象の仕組み

日最高気温が35℃以上の猛暑日と、日最低気温が25℃以上の熱帯夜の日数は、近年増加傾向にあります。また、東京の年平均気温は、1900年から2011年までの112年間で約2.5℃上昇しました。日本の主要な都市でも、気温が上昇しています。なぜ都市の気温が上昇しているのでしょうか。

地球には太陽の光が降り注いでいます。太陽放射が直接大気を暖めるのでは

ありません。太陽からの放射は、一部は大気や雲で反射・吸収されますが、残りは地表面まで到達します。その一部は地表面で反射され、残りが地表面に吸収されます。地面が吸収した熱は、2種類の熱として大気中に放出されます。1つは大気を直接暖める熱で、赤外線として放射されたり、伝導によって地面から大気に移動したり、対流によって運ばれたりすることで、大気を加熱します。もう1つは地面にある水が蒸発するとき発生する蒸発熱(気化熱)で、これは大気を直接暖めることはありません。地表面の状態が変わると、2つの熱の割合が変わるため、大気の暖まり方も変わってきます(図2)。

畑や緑地など植物が生えている土壌は湿潤なので、蒸発熱の割合が大きくなります。その分、大気を直接加熱する熱が少なくなります。それに対して都市では、地面がアスファルトで覆われ、建物が建っています。アスファルトや建物は降水などの

近年、夏の気温上昇とともに、猛暑日や熱帯夜日数の増加が観測されています。都市の気候の変化には、土地利用などに起因する「ヒートアイランド現象」と、温室効果ガスの増加に起因する「地球温暖化」が関係しています。この2つは異なるメカニズムを持つ別の現象ですが、しばしば混同されることがあります。都市の気候変化の観点から2つの現象について理解を深めるとともに、近年の夏の暑さの要因と将来の予測について考えてみましょう。

水分をためる効果が小さいため、蒸発熱は少なくなります。代わりに大気を直接加熱する熱の割合が多くなります。さらにアスファルトや建物には、太陽の放射を吸収し蓄熱する働きがあります。その熱も放射や伝導によって大気を暖めます。

つまり、植生地の多い郊外と都市を比べると、都市は大気が暖まりやすく、気温が高くなります。このような仕組みにより都市の気温が郊外より高くなることを「ヒートアイランド現象」と呼びます(図3)。

ヒートアイランド強度が一番強いのはいつ？

都市と郊外の気温の差を「ヒートアイランド強度」といいます。ヒートアイランド強度が一番強くなる、つまり気温の差が一番大きくなるのは、夏の昼、夏の夜、冬の昼、冬の夜のうち、いつだと思いますか。

都市では自動車やクーラーなどから出る人工排熱があり、それによっても大気

は暖められます。昼間のヒートアイランドは、人工排熱の放出と蒸発熱の減少によって起こります。夜間のヒートアイランドは、人工排熱の放出に加えて、昼間に地面や建物に蓄積された熱が大気に放出されることによって起こります。そのため、ヒートアイランド強度は、昼間より夜間の方が強くなります。都市と郊外の気温の差は、夏の昼間は1.5℃、夏の夜間は3℃くらいです。

では、夏の夜間と冬の夜間では、ヒートアイランド強度が強いのはどちらでしょうか。星がよく見えるような冬の夜は、冷え込みが一段と厳しいと感じたことはありませんか。よく晴れて風の弱い夜は、地面に蓄えられた熱が赤外放射として大気中に放出されるため、地面近くの気温を下げる放射冷却が強く働きます。しかし、都市ではビルなどが密集しているため空が狭いことに加えて、ビルの壁面などから放出された熱は周りのビルに吸収・反射

され、なかなか大気中に出ていかないので放射冷却が進まず、地面は熱を蓄えただまになります。放射冷却が起こりやすいのは冬であり、夏の夜間より冬の夜間の方が、ヒートアイランド強度が強くなります。都市と郊外の気温の差は、夏の夜間は3℃、冬の夜間は7℃くらいです。

つまり、1年のうちでヒートアイランド強度が一番強くなるのは、冬の夜です。

地球温暖化の仕組み

都市の気温の上昇には、ヒートアイランド現象のほかに、地球温暖化の影響もあります。地球温暖化は、大気中の温室効果ガスの増加によって地球の平均気温が長期的に上昇する現象です。

地球の大気には、もともと水蒸気や二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスが含まれています。温室効果ガスをガラス板に例えてみましょう(図4左)。太陽放射は可視光です。可視光はガラス板にはほとんど吸収されずに地表面に届きます。一方、地表から出る放射は赤外線です。赤外線はガラス板に吸収され、一部は宇宙に向けて放出され、一部は地表面の方に戻ってきます。その結果、地表面の温度が上がります。これを「温室効果」と呼びます。

では、地球は温室効果によって何℃くら

い気温が高くなっているのでしょうか。現在の地表の平均気温は約15℃です。温室効果ガスがまったくない場合、マイナス18℃になります。つまり、温室効果ガスによって33℃も高くなっています。地球が生物にとってすみやすい気温になっているのは、温室効果ガスのおかげなのです。

ところが、20世紀後半から人類の化石燃料の消費などによって、温室効果ガスが大量に放出されるようになりました。温室効果ガスが増え、どうなるでしょうか。温室効果ガスの増加を、ガラス板が2枚になったと表現することにします(図4右)。ガラス板が2枚になっても、太陽放射はガラス板にはほとんど吸収されずに地表面に届きます。地表面から出た赤外線放射は1枚目のガラス板に吸収されて、上向きと下向きに出ていきます。上向きに出ていった赤外線放射は、2枚目のガラス板に吸収されて、下向きと上向きに出ていきます。ガラスが2枚になると、地表面に戻る

放射が増えます。その結果、地表の気温がより上昇します。これが、いま問題になっている「地球温暖化」です。

世界の平均気温上昇の原因

世界の年平均気温は、1906～2005年の100年間で約0.74℃上昇しました。世界の年平均気温が変動する要因には、太陽活動の変動や火山噴火など自然起源のものが考えられます。自然起源の要因だけを組み込んだモデルで1900年以降の気温の変化を再現すると、1960年ごろまでは観測値とだいたい合っています。しかし、それ以降は観測値と大きくずれてしまいます。自然起源の要因に加えて温室効果ガスやエアロゾルの増加など人為起源の要因も組み込んだモデルで計算すると、観測値とよく合います。このことから、最近の温暖化は、温室効果ガスやエアロゾルの増加が原因であることが分かります。このモデルは、都市化を考慮していませ

ん。都市化を考慮しなくても、世界の平均気温の上昇を再現できるのです。地球温暖化と都市化は、メカニズムが異なります。

気温上昇の要因が変わる

東京の年平均気温は、1900～2011年の112年間で約2.5℃上昇しました。約1℃は地球温暖化による上昇なので、約1.5℃がヒートアイランド現象による上昇であるといえます。過去100年間の気温上昇の要因には、都市化の寄与が大きいことが分かります。

一方、1980～1990年代にかけての東京の年平均気温を見ると、約0.5℃上昇しています。この20年間の気温変化についてモデルで計算した結果、地球温暖化による気温上昇は約0.3℃であることが分かりました。その差の0.2℃が都市化による気温上昇だと考えられます。つまり、最近20年間の気温上昇の要因には、都市化より温暖化の寄与が大きいことが分かります。

気温上昇と一口にいても、100年スケールで見ると、10年スケールで見ると、都市化が要因なのか、地球温暖化が要因なのか変わってくるのです。

都市の気温変化を予測する

では将来、都市の気温はどのようになるのでしょうか。

地球規模の温暖化は、都市化を考慮しなくても再現できました。しかし、都市の将来の気温がどうなるかを考えるときには、都市化は無視できません。そのため、都市気候の予測には、地球全体と都市のスケールの両方を考慮する必要があります。

地球全体の気候変化は、全球気候モデルを使って予測します。全球気候モデルでは、大気や海洋を格子状に分割し、それぞれについて大気や海洋の温度、風などの物理量が時間とともにどのように変化するかを、物理法則に従って計算します(図1)。現在使われている全球気候モデルの格子のサイズは、1辺が100～250kmです。250kmというと、東京も伊豆も1個の格子に入ってしまう。都市ごとの気候変化を予測するには、もっと細かい格子に区切って計算する必要があります。

そこで、力学的ダウンスケールという手法を使います。全球気候モデルの一部を小さなサイズの格子で区切り、領域気候モデルを使って計算するものです(図1)。

2070年代の夏の気候は2010年の夏に近い

力学的ダウンスケールと領域気候モデルを使って、2070年代の関東地方の気温を予測しました。領域気候モデルを使って計算するには、まず領域の外側の気候の情報を設定する必要があります。その情報は、全球気候モデルによって予測されたデータを使います。ただし、地球温暖化がどのように進行するかは、人類がこれからどのような社会を築くかによって変わってきます。今回は、地球温暖化についての科学的な研究の収集・整理を行っているIPCC(気候変動に関する政府間パネル)のシナリオ群のうちA1Bを使いました。A1Bは高成長型社会シナリオのなかでも各エネルギー源のバランスを重視するもので、2050年までは二酸化炭素排出量が増加していくが、それ以降は減少傾向にあるというものです。

全球気候モデルも複数あります。それぞれのモデルには個性があるため、同じA1Bシナリオに基づいても結果が変わってきます。モデルによるバイアスの影響を小さくするため、A1Bシナリオに基づき日本周辺の気候予測が得意な5つの全球気候モデルで予測した結果を平均化して使いました。都市の気候変化を予測するには、将来の都市がどのようになるのかも考慮する必要があります。今回は、都市は最近10年間の半分のペースで2070年ごろまで発展すると仮定しました。

2070年代の関東地方の地上気温を予測した結果が図5です。1990年代を0として、黄色は地球温暖化による気温上昇量、灰色は都市化による気温上昇量を表しています。関東地方の気温は、地球温暖化によって約2℃、都市化によって約0.5℃上昇するという結果になりました。2070年代の地上気温は、都市化より地球温暖化の影響の方が大きいと予測されています。

記録的な暑さだった2010年の夏を覚えていますか。2070年代の夏の平均的な気温と2010年の夏の気温を比べると、とても似ていることも分かりました(図6)。2070年代の夏は、あの暑かった2010年の夏と同じくらいになると予測されています。

ヒートアイランドを緩和する

将来の気温上昇は、都市化より地球温

暖化による上昇の方が大きいと予測されていますが、私たちはなすすべがなく、ただ暑さに耐えるしかないのでしょうか。

地球温暖化による気温上昇を抑えるには、世界全体で温室効果ガスの排出量を減らすなど、大掛かりな取り組みが必要です。一方、都市化による気温上昇は、個人や自治体の取り組みによっても抑制が可能です。将来の都市の気温はヒートアイランドと温暖化の両方で決まるので、ヒートアイランドが緩和できれば、トータルの気温上昇を抑えることができます。

すでにヒートアイランドの緩和策に力を入れている自治体もあります。緩和策の1つは、緑地や水田などを残すことです。水田や緑地があると、その広さにもよりますが、周り数百mの気温を下げる事が確かめられています。壁面緑化や屋上緑化、アスファルトのなかに保水性の物質を混ぜ込む保水性舗装には、蒸発熱の放出を増やすことで大気の加熱を抑える効果があります。また、高反射性塗料を屋根に塗ると、日光の反射を増やして屋根面への蓄熱を抑えることができます。商業地や住宅地を郊外に分散させたり、逆に都心に集中させたりと、都市形態を変えることで、ヒートアイランド強度を緩和することも検討されています。

それぞれの緩和策が気温上昇をどのくらい抑える効果があるかを検証し、効果的な組み合わせを見つけて「都市の温暖化」の軽減に役に立つ研究をしていくことが、これからの課題です。

冒頭の会話を卒業しよう

最後に、今日の目標を覚えていますか。「近ごろ暑いですね。温暖化のせいでしょうか」といわれたら、「関東では、最近20年くらいは温暖化が主な原因ですが、過去100年間で見ると、都市化の効果も大きいみたいですよ」「温暖化が進んだらどうなるのでしょうか」という質問には、「2070年代の夏は2010年の夏の気候に近いようです。ヒートアイランドの緩和を進めれば、少し快適に過ごせるかもしれませんね」という感じで答えてみてはいかがでしょうか。(これらの研究の一部は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム[RECCA]の支援を受けて行われました)

図3 ヒートアイランド現象

数値モデルで見積もった都市があることによる気温上昇量。都市と郊外の気温差を「ヒートアイランド強度」と呼ぶ

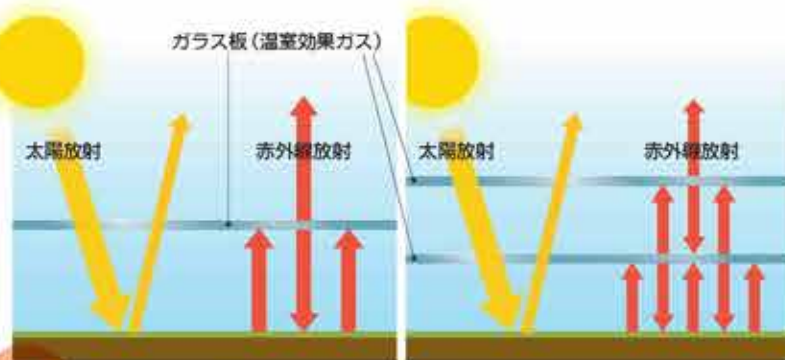
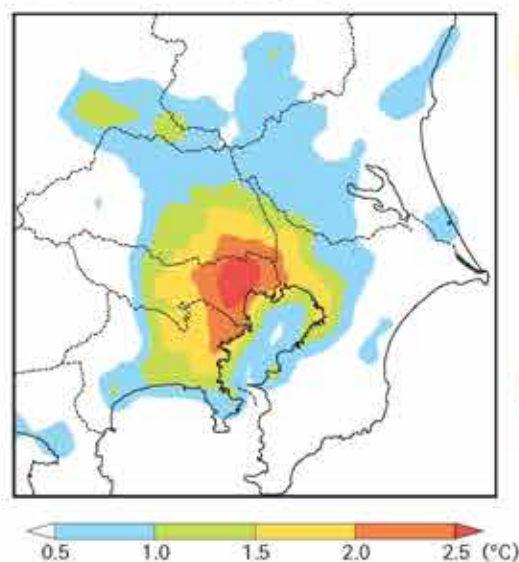


図4 地球温暖化の仕組み

大気中の温室効果ガスをガラスに例えている。可視光である太陽放射はガラスに吸収されずに地表面に届いて吸収され、一部は反射される。地表が吸収した熱は赤外線放射として放出される。赤外線放射はガラスに吸収され、一部は宇宙に向けて放出され、一部は地表面の方に戻ってくる。ガラスの枚数が増え、地表面の方に戻る放射が増える。その結果、気温がより上昇して地球温暖化が進む

(『都市の気候変動と異常気象』藤部文昭、朝倉書店、p19図2.4を改定)

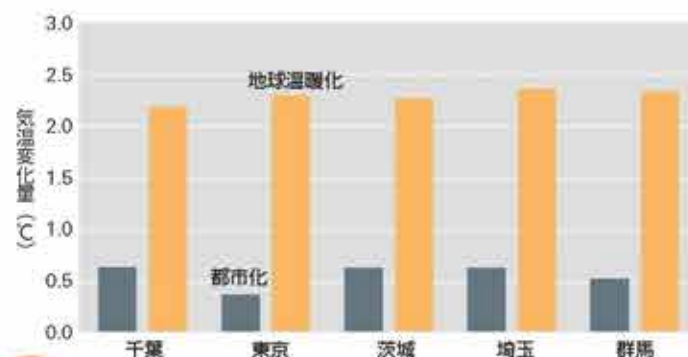


図5 2070年代の関東地方の気温予測

1990年代を0として気温の変化量を表している。地球温暖化によって約2℃、都市化によって約0.5℃上昇すると予測されている

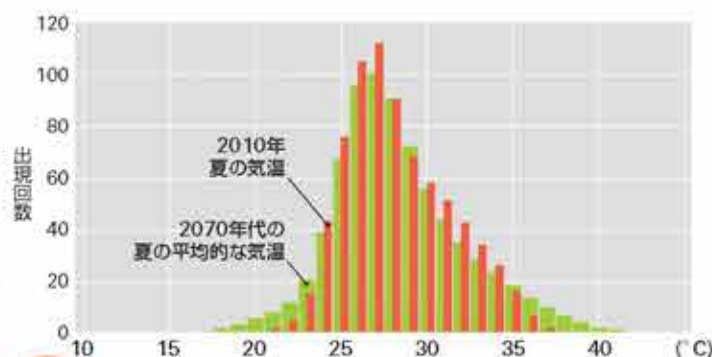


図6 2070年代の夏の平均的な気温と2010年夏の気温

1時間ごとの気温について、その出現回数を表している。2070年代にも暑い夏もあれば涼しい夏もあるが、平均的な気候は2010年夏に近いと予測されている

編集後記

「JAMSTECの研究者 未来を語る PART 1」はいかがだったでしょうか？ 海洋研究開発機構（JAMSTEC）の各領域・センターを率いる研究者の熱い思いが、読者の皆さまに少しでも伝われば幸いです。このなかで私も気になった話が、地球深部探査センターの東 垣センター長の「東北地方太平洋沖地震で巨大津波が起きて以来、子どもたちに海は怖いものという意識が植え付けられ、海へ関心を持たなくなることを危惧しています」というものです。

10数年前、JAMSTECが沖縄の名護市に国際海洋環境情報センター（GODAC）を建設することになり、市役所や教育委員会を表敬訪問しました。そのとき、ダイビング好きの私は何げなく、「沖縄の子どもたちは、こんなきれいな海で泳ぐことができてうらやましいですね」と話し掛けました。それに対する教育委員会の先生の返事が意外なものでした。「実は、沖縄では泳げない子どもが多いのです。猛毒のハブクラゲがいるため、むやみに海に入ってはいけないと小さいころからいわれているのです」というのです。さらに、「海が身近過ぎて関心が薄いのです。GODACのような施設ができて、子どもたちの興味が少しでも地元の海へ向いてもらえればいいと思います。われわれは大歓迎ですよ」というありがたい言葉も頂きました。沖縄でさえ子どもたちの海への関心が薄いことを知り、広報や情報発信の重要性を再確認したものです。

東センター長の危惧を少しでも払拭できるように、『Blue Earth』編集部一同、子どもたちに向かっても海や地球に関する情報を分かりやすく粘り強く発信すべく努力していきます。そのためにも、読者の皆さまの貴重なご意見をお送りくださいますようお願い致します。（T. T.）

『Blue Earth』定期購読のご案内

URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/publication/index.html>

1年度あたり6号発行の『Blue Earth』を定期的にお届けします。

■ 申し込み方法

EメールかFAX、はがきに①～⑥を明記の上、下記までお申し込みください。

① 郵便番号・住所 ② 氏名 ③ 所属機関名（学生の方は学年）
④ TEL・FAX・Eメールアドレス ⑤ Blue Earthの定期購読申し込み
＊購読には、1冊300円＋送料が必要となります。

■ 支払い方法

お申し込み後、振込案内をお送り致しますので、案内に従って当機構指定の銀行口座に振り込みをお願いします（振込手数料をご負担いただけます）。ご入金を確認次第、商品をお送り致します。
平日10時～17時に限り、横浜研究所地球情報館受付にて、直接お支払いいただくこともできます。なお、年末年始などの休館日は受け付けておりません。詳細は下記までお問い合わせください。

■ お問い合わせ・申込先

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋研究開発機構 横浜研究所 事業推進部 広報課
TEL.045-778-5378 FAX.045-778-5498
Eメール info@jamstec.go.jp
ホームページにも定期購読のご案内があります。上記URLをご覧ください。

＊定期購読は申込日以降に発行される号から年度最終号（124号）までとさせていただきます。
バックナンバーの購読をご希望の方も上記までお問い合わせください。

■ バックナンバーのご紹介

URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/publication/index.html>



＊お預かりした個人情報は、『Blue Earth』の発送や確認のご連絡などに利用し、独立行政法人海洋研究開発機構個人情報保護管理規程に基づき安全かつ適正に取り扱います。

JAMSTEC メールマガジンのご案内

URL <http://www.jamstec.go.jp/j/pr/mailmagazine/>

JAMSTECでは、ご登録いただいた方を対象に「JAMSTECメールマガジン」を配信しております。イベント情報や最新情報などを毎月10日と25日（休日の場合はその次の平日）にお届けします。登録は無料です。登録方法など詳細については上記URLをご覧ください。

海と地球の情報誌 Blue Earth

第25巻 第1号（通巻123号）2013年4月発行

発行人 鷲尾幸久 独立行政法人海洋研究開発機構 事業推進部

編集人 満澤巨彦 独立行政法人海洋研究開発機構 事業推進部 広報課

Blue Earth 編集委員会

制作・編集協力 有限会社フォトンクリエイト
取材・執筆・編集 立山 晃（p8-13、p20-25）／鈴木志乃（p1-7、p14-19、p28-31、裏表紙）／坂元志歩（p26-27）
デザイン 株式会社デザインコンビビア（AD 堀木一男／岡野祐三／飛鳥井羊右／山田純一ほか）

ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/>

Eメールアドレス info@jamstec.go.jp

＊本誌掲載の文章・写真・イラストを無断で転載、複製することを禁じます。

独立行政法人海洋研究開発機構の事業所

横須賀本部

〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15
TEL. 046-866-3811（代表）

横浜研究所

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173番25
TEL. 045-778-3811（代表）

むつ研究所

〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根690番地
TEL. 0175-25-3811（代表）

高知コア研究所

〒783-8502 高知県南国市物部乙200
TEL. 088-864-6705（代表）

東京事務所

〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
富国生命ビル23階
TEL. 03-5157-3900（代表）

国際海洋環境情報センター

〒905-2172 沖縄県名護市字豊原224番地3
TEL. 0980-50-0111（代表）

賛助会（寄付）会員名簿

平成25年4月15日現在

独立行政法人海洋研究開発機構の研究開発につきましては、次の賛助会員の皆さまから会費、寄付を頂き、支援していただいております。（アイウエオ順）

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

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

東北環境科学サービス株式会社	株式会社日立製作所
東洋建設株式会社	日立造船株式会社
株式会社東陽テクニカ	深田サルベージ建設株式会社
トビー工業株式会社	株式会社フジクラ
新潟原動機株式会社	富士ゼロックス株式会社
西芝電機株式会社	株式会社フジタ
西松建設株式会社	富士通株式会社
株式会社ニシヤマ	富士電機株式会社
日油技研工業株式会社	古河電気工業株式会社
株式会社日産クリエイティブサービス	古野電気株式会社
ニッスイマリン工業株式会社	松本徽章株式会社
日本SGI株式会社	マリメックス・ジャパン株式会社
日本海洋株式会社	株式会社マリン・ワーク・ジャパン
日本海洋掘削株式会社	株式会社丸川建築設計事務所
日本海洋計画株式会社	株式会社マルトー
日本海洋事業株式会社	三鈴マシナリー株式会社
一般社団法人日本ガス協会	三井住友海上火災保険株式会社
日本興亜損害保険株式会社	三井造船株式会社
日本サルヴェージ株式会社	三菱重工工業株式会社
日本水産株式会社	株式会社三菱総合研究所
日本電気株式会社	株式会社森京介建築事務所
日本ヒューレット・パッカード株式会社	八洲電機株式会社
日本マントル・クエスト株式会社	郵船商事株式会社
日本無線株式会社	郵船ナブテック株式会社
日本郵船株式会社	ヨコハマゴム・マリン&エアロスペース株式会社
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	

東北海洋生態系調査研究船「新青丸」——山口県下関市

海洋研究開発機構（JAMSTEC）に新しい研究調査船が加わる。2013年1月に退役した「淡青丸」の後継船として建造された「新青丸」だ。2月15日、山口県下関市の三菱重工業（株）下関造船所で進水式が行われ、6月にJAMSTECに引き渡される予定だ。写真は建造中の様子。全長66m、船幅13m、総トン数は「淡青丸」の約2.5倍の約1,600トンである。最新鋭の観測装置や小型無人探査機を搭載し、東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波が東北地方沿岸から沖合域の海洋生態系に与えた影響と回復過程を調べる。母港は岩手県大槌町だ。



2013年4月発行 隔月号6回発行 第25巻 第1号（通巻123号）

編集・発行 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 事業推進部 広報課
〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25