

Blue Earth

海と地球の情報誌

ISSN 1346-0811

2008年7月発行

隔月年6回発行

第20巻 第4号

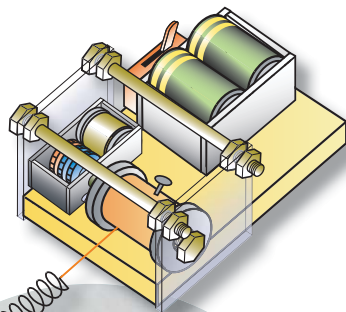
(通巻96号)

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2008 7-8

海洋地球の
研究者・技術者から提案！

やってみよう
海と地球の
自由研究



実験！
地震発生

採取・飼育
シオダマリ
ミジンコ
とは！?

ホーム
センターで
岩石採集



実験！
海水は巡る



「ABISMO」マリアナ海溝
水深1万350mへ

地球温暖化の核心部 北極海へ

1 Close Up

「ABISMO」マリアナ海溝水深1万350mへ
世界最深部で海底下の柱状堆積物採取に成功！

2 特集

海洋地球の研究者・技術者から提案！
やってみよう 海と地球の自由研究

18 Aquarium Gallery

鶴岡市立加茂水族館
庄内のおくりもの——クラゲ

20 私が海を目指す理由

有孔虫に魅せられて
木元克典 地球環境観測研究センター 地球温暖化情報観測研究プログラム 技術研究主任

24 Marine Science Seminar

地球温暖化の核心部、北極海
戻らぬ変化の臨界点を越えたのか？

28 Super Tech

海底下の未知の構造を探る
新しい構造探査システムを開発

30 新日本八景 第5景

相模湾八景 其の五 海底谷とごみ
藤岡換太郎 海洋地球情報部 特任上席研究員

32 BE Room

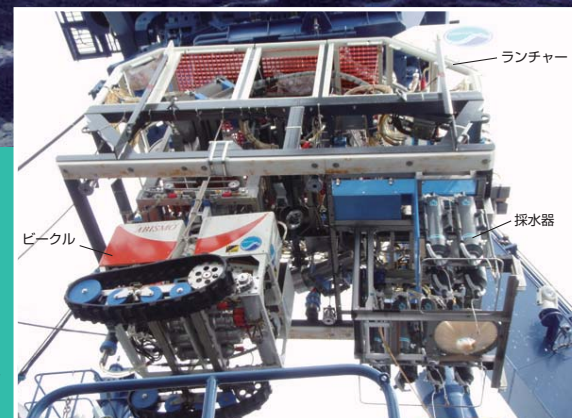
編集後記
「Blue Earth」定期購読のご案内
JAMSTEC メールマガジンのご案内



マリアナ海溝チャレンジャー海淵に向かう
大深度小型探査機「ABISMO」



マリアナ海溝水深1万350mの海底から採取された堆積物。長さは約1.6m



「ABISMO」の採水器。水深150mから1万
258mまで鉛直の12点で採水を行った

「ABISMO」 マリアナ海溝水深1万350mへ 世界最深部で海底下の 柱状堆積物採取に成功！

海洋研究開発機構（JAMSTEC）の大深度小型探査機「ABISMO」が、世界初となる快挙を次々と達成した。

「ABISMO」は、2008年6月1～3日に、世界最深部であるマリアナ海溝チャレンジャー海淵の水深1万320mから1万350mの海域で3回の試験潜航を実施。6月3日に潜航深度1万258mを達成した。これは、世界に現存する無人探査機の最深記録である。

「ABISMO」は、ピークルから自由落下させて海底面に突き刺すことで海底の堆積物を柱状に採取できる採泥装置を搭載している。6月3日の最大潜航深度達成時に、水深1万350mの海底から深さ1.6mまでの柱状堆積物を採取することにも成功。チャレンジャー海淵では、JAMSTECの無人探査機「かいこう」が1996年に海底の泥を世界で初めて採取し、約180種類の微生物を発見しているが、長さ1.6mの柱状堆積物採取は世界初である。今回採取した試料から、新たな微生物などの発見が期待される。さらに、「ABISMO」は水深150mから1万258mまで、12の深度で連続的に海水を採取。これも世界初である。

1万mを超える海域で海洋から海底面、海底下にわたる連続的な試料採取は、もちろん世界初だ。これにより、地球上で最も水圧が高い極限環境に生息する生物が、海洋の表層、中層、深層、超深層とどのようにかわりながら存在しているのかが、明らかになってくることだろう。また、大気―海洋の炭素循環を地球最深部を含めて理解する道が拓かれた。

「ABISMO」は、ランチャーとピークルから構成される。潜航中と上昇中、ピークルと採泥器はランチャーの内部に収納される。ピークルは、全長160mのケーブルでランチャーとつながれ、深海ではランチャーから離脱して海底の調査を行うことができる。今回の試験潜航ではランチャーとピークルの離脱・結合試験も行い、当初の試験目的も達成した。



海洋地球の研究者・技術者から提案！

やってみよう 海と地球の自由研究

夏休みです！

今年の自由研究のテーマを何にしようか、迷っていませんか。

今回の『Blue Earth』では、海洋研究開発機構（JAMSTEC）の研究者たちが提案する自由研究のテーマを紹介しましょう。

工作あり、飼育あり、実験あり。

地学、生物、物理学、工学と、分野も多彩です。

JAMSTECのホームページにあるデータベースの活用術もお教えします。

検証！北極と南極の氷が融けたら……

地球温暖化が進むと、海面が上昇すると予測されています。

温暖化すれば北極でも南極でも氷が融けますが、海面上昇に及ぼす影響は同じなのでしょうか。

コップで検証してみましょう。

コップに水を入れて氷を浮かべ、水の高さに印をつけます。

氷が融けたとき、水位は変わっているのでしょうか。

これは、海に氷が浮かんでいる北極の氷が融けた場合に相当します。

一方、南極の氷は、氷床といって大陸の上のっています。コップに水を入れ、網をかぶせ、その上に氷を置きます。氷が融けたとき、水位はどうなっているのでしょうか。

研究レポートを送ってください！

実験や観察の結果、

この記事を読んだ感想、質問などを、

『Blue Earth』編集部あてにお送りください。

Eメール info@jamstec.go.jp



実験では、水に浮かんだ氷が解けても水位は変わりません。

しかし実際は、温暖化によって海水が熱膨張するため、北極の氷が解けると海面は上昇します。

海面上昇以外にも、北極海の氷は地球環境に強大な影響力を持っています。

氷は白いため太陽光をよく反射します。しかし、氷がなくなってしまうと、黒っぽい海面が現れ、太陽光をよく吸収するようになります。その結果、温暖化が加速してしまうのです。

北極海の氷は近年、急激に減少しています。海洋地球研究船「みらい」は、急速に変わっていく北極海の現状を観測するため、8月から北極海航海に出発します。

（詳細は24-27ページ参照。写真は2002年の「みらい」による北極海航海の様子）



ホームセンターで岩石採集

取材協力：藤岡換太郎 海洋地球情報部 特任上席研究員

山や川、海まで出掛けていなくても家の近くで簡単にできる、岩石採集の方法を紹介しましょう。

採集地は、ホームセンターの石材売場です。

ここで紹介している岩石は、1種類を除いて、実際にホームセンターで買ってきたものです。

1個100円くらいで買えるものもあります。ホームセンターで売られている岩石にも、

いろいろな種類があることが分かります。皆さんも気になった岩石を購入し、

その種類を調べてみましょう。

岩石の種類を調べる

岩石を手に取り、ルーペなどを使ってよく観察してみることが大切です。岩石の種類は、それを構成する鉱物の種類や集まり方で決まります。鉱物の色やかたち、大きさに注意して観察します。重さ、かたさ、手触りなども、岩石の種類を調べる重要な情報になります。

岩石は、れきや砂、泥などが堆積して固まってできた「堆積岩」と、マグマが冷えて固まった「火成岩」に大きく分けられます。また、堆積岩や火成岩が高温や高圧などの条件にさらされて鉱物の種類が変化したものを「変成岩」と呼びます。まず堆積岩、火成岩、変成岩に分類してから、種類を調べるとよいでしょう。

■堆積岩

海や湖、川の底に運ばれたものが積み重なり、押し固められてできた岩石。多くの堆積岩は岩石をつくる粒子の角が丸くなっています。



▲石灰岩

炭酸カルシウムの殻を持つプランクトンの死がいや、水中に溶けていた炭酸カルシウムが海底に堆積して固まったもの。塩酸やクエン酸（レモン汁など）をかけると二酸化炭素の泡を出しながら溶けるので、ほかの岩石と簡単に見分けることができます。



▲砂岩

砂（直径2～0.06mmの粒子）が堆積して固まったもの。構成する砂粒子の種類によって色が変わります。砂より粒子が小さい泥が固まったものは「泥岩」、粒子が大きいれきが固まったものは「れき岩」と呼びます。



▲砂岩

砂が堆積して固まったもの。鉄分が酸化して赤くなっています。

■火成岩

火成岩は、マグマが地下深いところでゆっくり冷えて固まった「深成岩」と、地上もしくは比較的浅い地下で急激に冷えて固まった「火山岩」に分けられます。深成岩は、1つ1つの鉱物の結晶が数mmから数cmと大きく、比較的大きさがそろっています。火山岩は、細かい粒のなかに大きな結晶が散らばった、まだら模様になっています。



▲花こう岩

深成岩。鉱物の結晶は大きく、その大きさもそろっています。



▲閃緑岩

深成岩。深成岩は地下深いところでゆっくり冷えて固まるため、鉱物の結晶が大きく成長します。



▲黒曜石

火山岩。マグマが急激に冷えたために結晶をつくらずに固まり、ガラス質になっています。（これはホームセンターで購入したものではない）

■変成岩

すでに形成された堆積岩や火成岩が高温や高圧などの条件にさらされて、もとの岩石とは鉱物の種類が変化したものです。

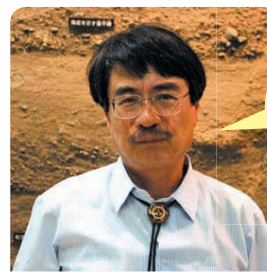


▲変成岩

しま模様があったり、鉱物が特定の方向に並んでいる場合があります。



今回の採取地、ホームセンターの石材売場



購入した岩石であっても、手に取って名前や特徴などを覚えておくと、山や川へ出掛けたときに岩石の種類が分かるようになり、本格的な岩石採集を楽しめます。

標本をつくる

岩石採集をしたら、標本をつくってまとめてみましょう。ホームセンターで買った場合は分からない項目もありますが、次のような記録を書いたラベルをつくっておくと、のちのちの研究資料として役に立ちます。岩石は、標本箱に1個ずつラベルと一緒にに入れて保存します。

・岩石の種類

調べて分かった岩石の種類を書きましょう。

・採取した場所

どこで採取したのかを記録しましょう。たとえば「神奈川県横浜市金沢区昭和町××山」。

・採取した年月日

岩石は、昆虫や植物のように生き物ではないので日付は要らないように思うかもしれませんが、たくさん試料がたまってくると、採取した前後関係を知るためにも必要となります。採取した年月日を必ず記録しましょう。地質学者は、自分のイニシャルと日付（西暦下2けたと月日）を並べて「KT080610」と表記したりします。また同じ日、場所でいくつも採取した場合には、「01」「02」など通し番号を付けることもあります。

・採取した人の名前

採取した人の名前を記録しましょう。

・メモ

採取した岩石の産出状態が分かるメモを付けておきましょう。たとえば、「家の近所の××川の川べりで拾った」「旅行で行った△△山中腹の地層のなかから採取」など。写真があれば、一緒に保存します。

種類	砂岩
採取場所	神奈川県横浜市金沢区昭和町××山
採取年月日	2008年6月10日
採取者	海洋太郎
メモ	××山中腹の地層のなかから採取

注意！

山や川で岩石の採取をするときは、立ち入り禁止の場所や危険な場所には入らないようにしましょう。河川ではダムの放水などにより水かさが増える場合もあります。安全には十分に注意してください。



実験！ 地震の発生

取材協力：坂口有人 地球内部変動研究センター プレート挙動解析研究プログラム 技術研究主任

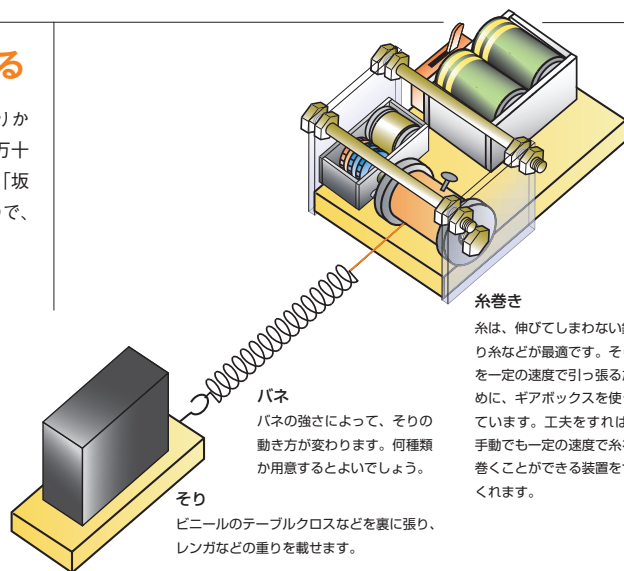
日本はなぜ地震が多いのでしょうか。日本列島の周辺は4つのプレートがひしめき合い、太平洋プレートとフィリピン海プレートが陸側のプレートの下に沈み込んでいます。こんな複雑な構造をしている場所は、地球上でほかにはありません。海洋プレートが沈み込むとき、陸側のプレートも引きずり込まれていきます。陸側のプレートにひずみがたまっていき、それに耐え切れなくなると、プレートの境界が一気にすべって動きます。これが、巨大地震の発生です。巨大地震の発生がイメージできましたか？ 百聞は一見にしかず。「ブロックスライダー」で巨大地震発生の瞬間を見てみましょう。

ブロックスライダーをつくる

ブロックスライダーは、糸巻き、バネ、そりからなります。坂口主任のホームページ「四万十帯に便利」(<http://www.arito.jp/>)のなかの「坂口製作所」に詳しいつくり方が出ているので、参考してください。



坂口主任がつくったブロックスライダー。実験の様子は、上記ホームページで見ることができます。



糸巻き

糸は、伸びてしまわない釣り糸などが最適です。そりを一定の速度で引っ張るために、ギアボックスを使っています。工夫をすれば、手動でも一定の速度で糸を巻くことができる装置をつくれます。

バネ

バネの強さによって、その動き方が変わります。何種類か用意するとよいでしょう。

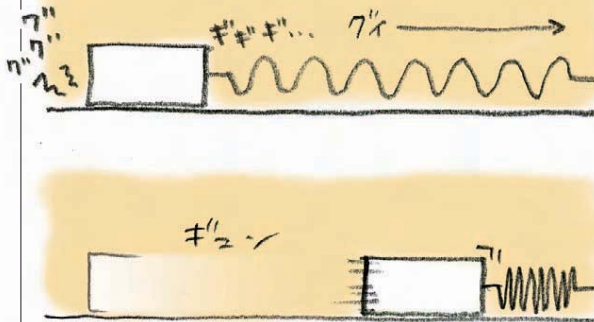
そり

ビニールのテープクロスなどを裏に張り、レンガなどの重りを載せます。

ブロックスライダーを動かす

糸を数十cm繰り出して、糸巻きのスイッチを入れてみましょう。すると、たとえば……。

糸巻きが回り始めると、バネが伸びていきます。そりは動きません。バネがどんどん伸びて限界に達すると、そりが一気にすべります。バネは縮み、そりはまた動かなくなります。さらに糸巻きを回し続けると、同じ動きが繰り返されます。シャクトリムシのようなこの動きは、「固着すべり」といいます。



ブロックスライダーと地震の関係を考える

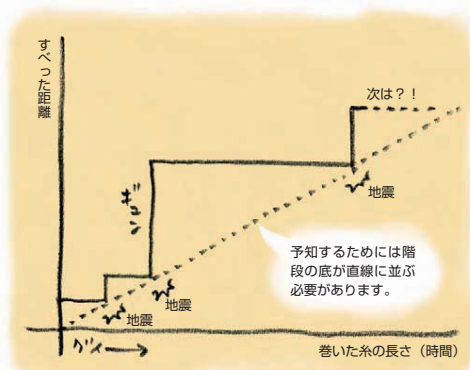
糸巻きはプレートを移動させる力、バネは蓄積していく地殻のひずみ、そりはひずみが限界に達すると動く断層に、それぞれ対応しています。バネが伸びてそりが動いていない間は地震が起きていないとき、バネが伸び切ってそりがすべった瞬間が地震の発生です。そりがすべった距離は、地震の規模であるマグニチュードに対応します。

応用！ 地震の予知に挑戦

体育館や学校の廊下など広い場所でブロックスライダーを使い、連続して固着すべりを起こしてみましょう。糸を何秒間巻いたとき、そりが何cmすべったかを記録していきます。

糸を巻いた時間と、そりがすべった距離には、規則性があるのでしょうか。一定の規則があれば、糸をあといく秒巻いたらそりが何cmすべるか、予測ができます。つまり、いつ、どのくらいの大きさの地震が起きるのか、地震の予知ができることになります。逆に、何の規則性もなければ、地震の予知はできません。

ブロックスライダーの実験結果はどうなるのでしょうか？



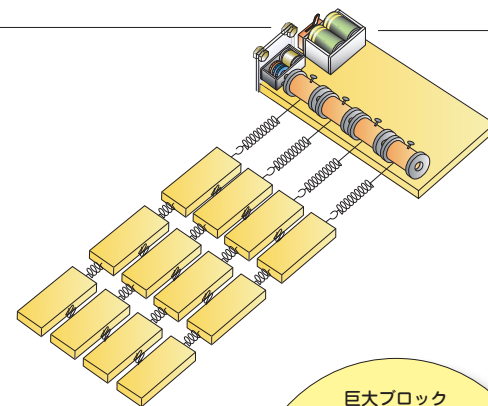
応用！ 巨大ブロックスライダーで実験

そりをたくさんつくり、前後左右のそりをバネでつないだ巨大ブロックスライダーをつくって実験してみましょう。糸を巻いた長さと、どのそりが、どの方向にどれだけすべったかを記録していきます。

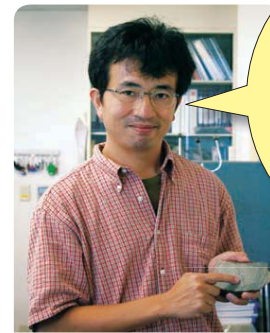
巨大ブロックスライダーの動きは、そりが1個の場合より複雑で、しかも毎回違うかもしれません。あるバネはまだ限界に達してなくても、隣のバネがぎっかけとなつてすべりだすこともあるからです。実際に地震を引き起こすプレート境界は、広さを持った面です。この巨大ブロックスライダーは、実際のプレート境界に近い状態を再現しています。

JAMSTECのスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」は、地震の発生メカニズムの解明においても活躍していますが、どのような計算をしているかご存じですか。実は、十数万個ものそりからなる超巨大ブロックスライダーをコンピュータのなかにつくり、それぞれに働く力などについて非常に精密な計算をしているのです。

単純だけれど奥が深いブロックスライダー。いろいろな実験に挑戦してみましょう。



巨大ブロックスライダーがどう動くのか、私にも分かりません。日本地球惑星科学連合大会や地質学会では、高校生が研究成果を発表できるセッションがあります。ぜひ、そういう場で実験結果を発表して教えてください。





ようこそ、プランクトンの世界へ

取材協力：木元克典 地球環境観測研究センター 地球温暖化情報観測研究プログラム 技術研究主任

海岸の岩場では、潮が引くとくぼみに海水がたまった「潮だまり」があちこちに出現します。潮だまりをのぞくと、イソギンチャクやヒトデ、カニ、小魚などさまざまな生き物に出会うことができます。でも今回は、彼らからちょっと目を移して、水面に顔を近づけて注意深くじっとのぞいてみてください。そこにすんでいる、小さな小さな生物の世界が広がっているのが見えてくるでしょう。この小さな生き物たちが、今回の主役です。

シオダマリミジンコとは？

シオダマリミジンコとは、磯の潮だまりにすむ、長さ1mmほどの動物プランクトンです。赤い色をしているので、潮だまりのなかをしばらく観察すると、泳いでいるのが分かります。シオダマリミジンコは、海に8,000種以上いるカイアシ類の仲間です。日本中に分布しますが、実に驚くべき環境適応能力・繁殖力を備えています。

潮だまりの環境を考えてみましょう。太陽の照り付ける真夏の潮だまりは、お湯のようになり、また蒸発によって塩分も濃くなっています。逆に、長雨が続くときは、海水は薄められて淡水に近い塩分になってしまいます。シオダマリミジンコは、そのような環境変化をものともせず生活して、世代交代を繰り返しています。驚異的な生命力を持つシオダマリミジンコは誰でも簡単に飼育できるので、ぜひ持ち帰って飼育してみましょう。

シオダマリミジンコを採取する

採取ポイントは、満潮線（最も潮が満ちたときの海面）よりさらに高い位置にある潮だまりです。そこにいる赤い点のようなプランクトンは、ほぼ間違いなくシオダマリミジンコと考えてよいでしょう。シオダマリミジンコを見つけたら、ペットボトルのような容器を用意して、海水ごと採取します。

シオダマリミジンコを観察する

ルーペや顕微鏡を使って、シオダマリミジンコを観察してみましょう。成体のシオダマリミジンコは活発に水中を動き回るので、海水中にグリセリン（薬局で入手可）を少量混ぜて海水の粘性を高めると動きが鈍くなり、観察しやすくなります。

プランクトンを観察する際には、ぜひスケッチを取っててください。スケッチをすることで、細かい部分にまで注意を払うため、形態の特徴を正確にとらえることができるようになります。



スケッチのコツ

- ・ありのまま、見た通りに描く。
- ・まず全体のかたちを描き、大きな特徴から加えていく。
- ・触覚や脚（付属肢）の長さやかたちの違い、体内の器官なども正確に細かく描く。種類を調べる上でとても重要なポイントになります。

参考：パソコンやテレビに接続して手軽に使えるデジタル顕微鏡も販売されています（バンダイ「アイク Robbins」 <http://www.asovision.com/eyeclops/> など）

シオダマリミジンコを飼育する

海から持ち帰ったペットボトルをそのまま光の当たる明るい場所に置いておくだけです。多くの海水を使うと、長く飼育できます。餌は数ヶ月に一度くらい、生の米などを1、2粒入れるだけで十分です。水換えの必要はなく、蒸発して減った分だけ水を足してください。

シオダマリミジンコの1世代は10日から数十日。2匹がつかまって泳いでいる姿を見つけたら、それは交尾前です。卵からふ化すると、脱皮をして変態を繰り返して成体になります。脱皮をするたびに、かたちが変わっていきます。どのくらいの期間で成体になるか、観察してみても面白いでしょう。

飼育環境を変えてみる

シオダマリミジンコに弱点はないのでしょうか？ 彼らにとって快適な環境とそうでない環境は、繁殖するかないかで見極めることができます。その条件とは？ 塩分や水温、餌の種類などを変えて比較実験をしてみましょう。

実は、シオダマリミジンコは生命科学の分野で最近注目されている生物です。遺伝子を詳しく調べ、過酷な環境に適応する仕組みを探るための研究が日々盛んに行われています。



乾燥卵からプランクトンを育てる

海に行く予定がない人に、お薦めのプランクトンがいます。ブラインシュリンプ、シーモンキーなどと呼ばれている、蛄脚類（いすこく）のアルテミアです。アルテミアは、塩湖に生息し、乾燥に耐えて長期間休眠できる卵を産みます。その乾燥卵が、熱帯魚ショップなどで売られています。

・ふ化させる

乾燥卵を塩水に入ると、1日ほどでふ化します。体長は約1mmです。

・飼育する

容器のふたは開け、日光がときどき当たる明るい場所に置きます。水換えは不要で、蒸発して減った分だけ水を足してください。飼育する塩水に、米のとぎ汁を数滴加えると、その後の成長がよいようです。餌は特に与えなくてもかまいません。

・観察する

アルテミアは脱皮をして変態を繰り返すので、その様子を観察しましょう。1～2ヵ月で8～15mmになります。アルテミアがつがいをつくと、雄と雌が前後につながって泳ぐようになります。うまくいけば産卵し、ふ化するところを観察できるでしょう。



▲アルテミアの成体。JAMSTEC 横須賀本部の一般公開では、小さなプランクトンの飼育と観察を通して生命の不思議や面白さ、尊さを学んでもらうために、ふ化したばかりのアルテミアや乾燥卵を配布して大人気でした。持ち帰った方の飼育結果報告もお待ちしております。

プランクトンの飼育はとても奥が深く、研究者でも分からないことだらけ。試行錯誤しながら、あなたの最適な飼育条件を発見してください。うまくいったときの喜びは言葉ではいい表せません。そして結果をぜひ教えてください。大発見は意外と身近なところにありますよ。



注意！
岩場は滑りやすく、大きな波が突然来たり、毒を持った生物がいることもあります。十分に注意しましょう。



調べてみよう! 船のルール

取材協力：海洋地球情報部 広報課

船が衝突しそうになったときはどうするの？ 船に掲げられた旗の意味は？

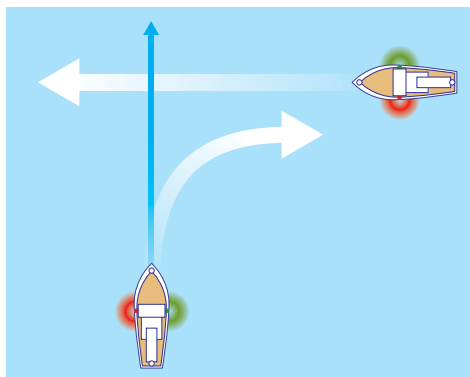
そんな疑問を持ったことはありませんか。自動車や自転車の運転にルールがあるように、船舶にも安全に航行するためのルールや決まりがあります。ここでは、代表的なものを紹介します。ほかにも、いろいろなルールや決まりがあるので、ぜひ調べてみましょう。

航行ルール

2隻が接近した場合、衝突を避けるためにどのように航行すべきか、ルールが定められています。夜間は相手の船がどちらに向かっているのか、判別が付きにくくなります。そのため、船舶は夜間、右舷に緑色、左舷に赤色、マストと船尾に白色の灯火をつけることが決められています。

■横切る場合（横切り船の航法）

相手の船を右方向に見る船（相手の赤灯が見える）が、右に旋回して相手の船をよけます。相手の船を左方向に見る船（相手の緑灯が見える）は、そのまま直進します。

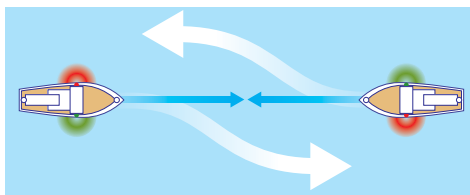


■正面から来る場合（行き合い船の航法）

お互いに進路を右に変えて、よけます。

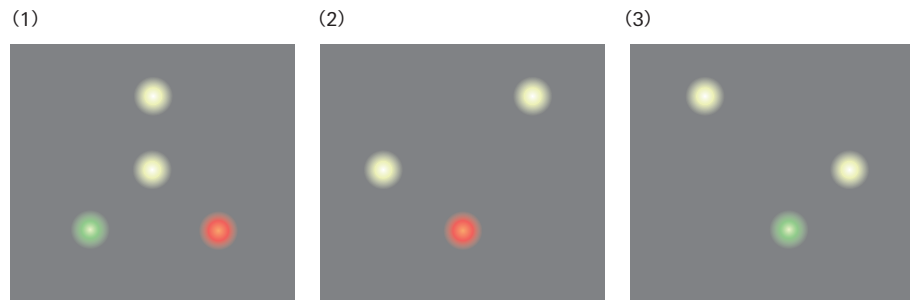


フェリーなどに乗る機会があれば、灯火の見え方を確かめてみましょう。



考えてみよう1

相手の船の灯火が、次のように見えました。相手の船はどの方向に進んでいるでしょうか。



国際信号旗

船舶はマストにいろいろな旗を掲げています。それらの旗は「国際信号旗」といって、船舶間の通信に使われます。アルファベットに対応する文字旗26枚、数字旗10枚、代表旗3枚（信号旗を1組しか備えていないとき、同一の旗を2回以上使う場合に代用）、回答旗1枚の合計40枚からなります。

国際信号書の例

ご安航を祈る



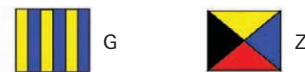
私は遭難している。直ちに救助が欲しい



私は漂流している



全員救助された



私は操縦の試運転をしている



至急に救援を頼む。本船は火災を起こしている



本船を追い越すな



私の損傷は軽い



考えてみよう2

写真は、JAMSTECの「たんせい丸」です。掲げられた国際信号旗はどういう意味でしょうか。



港内信号

港は多くの船舶が行き交うため、安全に航行できるように灯台や信号所、航路標識などがあります。たとえば横浜港には、11の灯台と4つの信号所があります。道路の信号は赤・青・黄色ですが、港内信号はアルファベットが表示されます。

横浜港の港内信号の例

- I 点滅 入航船は入航可。総トン数500トン以上の船舶は出航禁止
- O 点滅 出航船は出航可。総トン数500トン以上の船舶は入航禁止
- F 点滅 総トン数1万5000トン未満の船舶は入出航自由
- X 点灯 港長の指示船以外入出航禁止

本牧船舶通航信号所の信号板

横浜港の本牧埠頭D突堤に位置し、「横浜港シンボルタワー」とも呼ばれています。写真は「F」の点滅なので、「総トン数1万5000トン未満の船舶は入出航自由」を意味しています。

写真提供：横浜港シンボルタワー



「考えてみよう」の答

- 1 (1) 正面からこちらに向かってきている
- (2) 右から左へ進んでいる
- (3) 左から右へ進んでいる
- 2 私は操縦の試運転をしている



実験！ 海水は巡る

取材協力：内田 裕 地球環境観測研究センター 大循環力学グループ 技術研究主任

海水は数千年をかけて世界中の海を巡っています。これは「深層循環」と呼ばれ、表層だけでなく深層にまで及びます。深層循環の原動力は、海水の温度と塩分濃度です。海水の密度は、水温が低いほど、また塩分濃度が高いほど大きくなります。高緯度の冷たい風で冷やされて重くなった海水は、対流によって深く沈み込んでいきます。地球上で沈み込みが起きる場所は2カ所、南極の周りとグリーンランドだけです。もし、深層循環が弱まったり、止まったりしたら、どうなるでしょうか。深層循環は大量の熱を運んでいるので、気候が激しく変動すると考えられています。地球の気候変動を考える上で、とても重要な深層循環。海水の沈み込みがどのようにして起きるのか、実験で見てみましょう。



用意するもの

- お湯
- 水
- 水
- 塩
- インク
- 水槽
- コップ
- アルミ空き缶1個
- 油こし紙
- 取っ手の付いたざる
- 針金

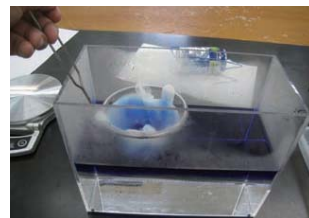
海をつくる

海洋の表層は太陽によって暖められます。水槽のなかに、下が常温で上が暖かい、2層の海をつくります。

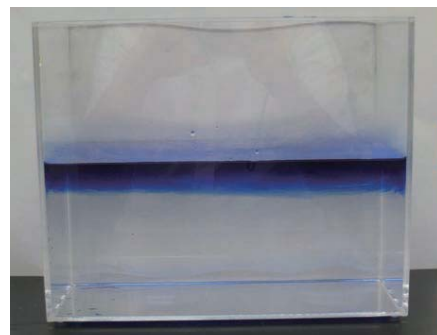
- 1 水槽に水道水（常温）を入れます。
- 2 コップにお湯を入れ、インクで色を付けます。温度の違いが区別できるようにするためです。



- 3 油こし紙を入れたざるを使い、常温の水の上部に色を付けたお湯をゆっくり注ぎます。



- 4 海の完成



南極をつくる

- 1 上ぶたを切り取ったアルミ缶のなかに、重さの比が3:1になるように氷と塩を入れ、軽くかき混ぜます。



氷が融けるときに周囲から融解熱が奪われ、また融けた水に塩が溶けると周囲から溶解熱が奪われ、-20℃近くまで冷やすることができます。

- 2 冷却器（氷が入ったアルミ缶）で、水槽の水（片側の上部）を冷やします。アルミ缶の底が色を付けていない常温の層に届くぐらいの高さに、針金を使ってアルミ缶を固定します。

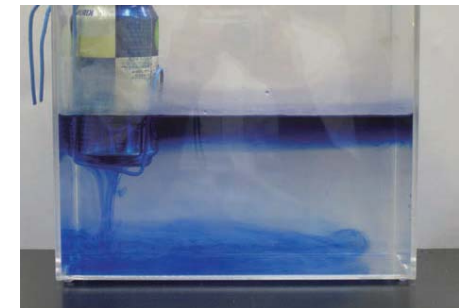


沈み込みを観察する

- 1 色を付けた上部の暖かい水が、冷却器によって冷やされて重くなり、水槽の底まで沈み込みます。

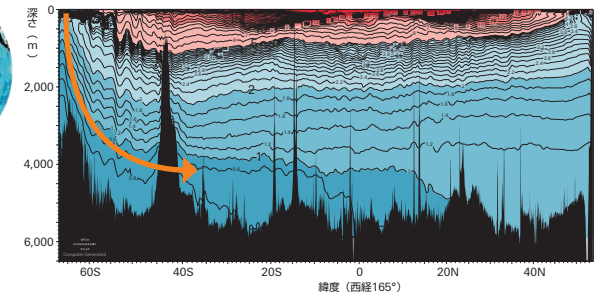
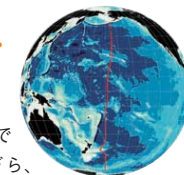


- 2 沈み込んだ水は水槽の底を広がっていきます。



実際の海は……

太平洋を南北に縦断する水温断面図です。観測船で測線に沿って航海しながら、たくさんの観測点で海面から海底までの水温を計測した結果を示しています。南極の周りで冷やされた海水が沈み込み、太平洋の底層を北上している様子が分かります（矢印）。



これは失敗？

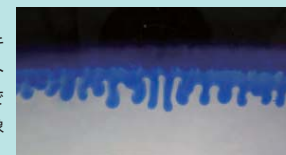
・沈み込みが起きない

冷やし方が足りないと、水槽の底まで沈み込まずに、水槽の上部で対流する場合があります。これは、南極周辺やグリーンランド沖の気温が上昇し、海水が冷やされなくなったのと同じような状態です。深層循環は止まってしまいます。



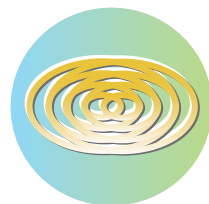
・色を付けた水が垂れていく

インクの量が多かったり、長い時間がたつと、エノキダケのようなものが見える場合があります。「ソルトフィンガー」と呼ばれる対流現象で、実際の海洋でも温度の違いと塩分濃度の違いにより見られる現象です。



注意！

- ▶ やけどに注意しましょう。
- ▶ 缶の切り口でけがをしないように注意しましょう。
- ▶ 塩やインクを使っているのので、実験が終わったら器具をよく洗いましょう。



実験！ 海中で電波は使えない？

取材協力：土屋利雄 海洋地球情報部 部長

「海中で電波は使えない」という説明を聞いたことがあるでしょう。

『Blue Earth』2008年3-4月号でも、こんな文章があります。「……陸上や海上で遠くまで届く電波も、海のなかでは、一気に弱くなってしまふからです。……また、使う周波数が高くなる（波長が短くなる）と急激に信号が弱くなってしまふのも、海中電波の特徴です」それを実験で確かめてみましょう。

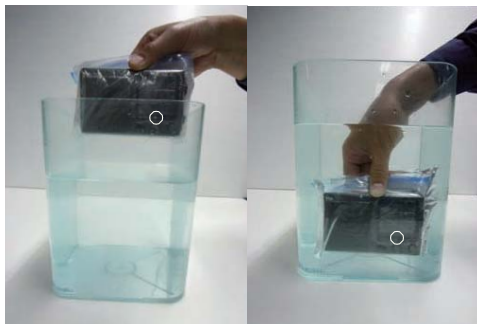
用意するもの

- AM・FM放送が受信できる携帯ラジオ
- 水槽（海で実験してもOK!）
- 塩水（水1リットルにつき食塩35gで海水に近い状態になります）
- 防水袋または密閉性の高い容器



AM ラジオ放送は受信できる？

- 1 AMラジオ放送を受信した状態で、防水袋にラジオを入れます。
- 2 塩水を入れた水槽のなかにラジオを入れます。
- 3 水のなかに入れても音が聞こえ続けます。写真では、受信中を示す緑のライトが点灯していることが分かります。

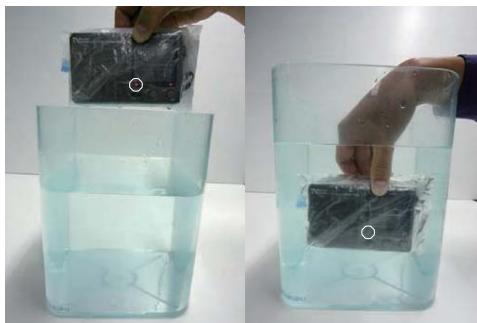


FM ラジオ放送は受信できる？

- 1 FMラジオ放送を受信した状態で、防水袋にラジオを入れます。
- 2 塩水を入れた水槽のなかにラジオを入れます。
- 3 水のなかに入れたら音が聞こえなくなります。写真では受信中を示す赤のライトが消灯しています。*

応用！ 食塩を入れずに水道水で実験してみましょう。
放送は受信できるでしょうか。

*放送局の電波塔などが近くにある場所では電波の出力が高いため、受信できることがあります。

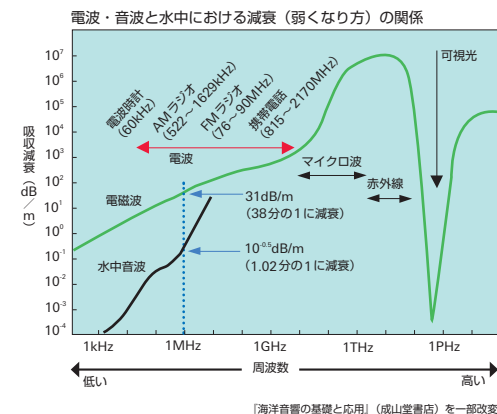


携帯電話は海中で使える？

AM放送（522～1,629kHz）は水中でも受信できましたが、FM放送（76.0～90.0MHz）は受信できませんでした。これは、周波数が高いほど放送の信号が弱くなるからです。

では、携帯電話（またはワンセグ放送）は海中でも受信できるでしょうか？ 携帯電話の周波数は、最大2,000MHzくらいです。逆に周波数の低い電波時計はどうでしょうか。

吸収減衰（dB/m）とは電波や音波が1m進む間に弱くなる割合（相対値）。dB（デシベル）は比較の単位。1MHzのAMラジオでは31dB/m（1m進むと38分の1）しか弱くありませんが、80MHzのFMラジオでは102.2dB/m（1m進むと8400万分の1）も弱くなります。電波は、周波数が高いほど減衰がとて大くなるのです。また、1MHzの音波と電波を比べると、電波では31dB/m（1m進むと38分の1）弱くなりますが、音波ではわずか0.32dB/m（1m進むと1.04分の1）しか弱くなりません。海底地形図の作成や潜水調査船との無線通信などには、減衰が大きい電波に代えて、音波を使っています。また、このグラフから、私たちの目に見える光、可視光は、水中であまり減衰しないことも分かります。



注意！ ラジオなどが水にぬれないように、完全に密閉しましょう。

JAMSTECのデータベース活用術

JAMSTECでは、これまでの研究・調査などで得られた情報をデータベース化してホームページで公開しています。データベースの情報は、インターネットを介して自由に検索できるようになっています。さまざまなデータベースのなかから自由研究に役立つものを、いくつか紹介しましょう。

深海画像データベース

【アクセス】 JAMSTEC トップページ (<http://www.jamstec.go.jp/>)
→データベース→深海画像データベース
<http://www.jamstec.go.jp/dsddb/>

深海調査研究で撮影された深海底や深海生物などの静止画像を、海域や潜航番号から検索することができます。25万枚以上を公開中。「深海画像ギャラリー」では、深海画像データベースに登録されているなかから、よりすぐりの画像を見ることができます。



深海映像情報データベース

【アクセス】 GODAC トップページ (<http://www.godac.jp/>) →地球環境ポータル→深海映像情報データベース

JAMSTECの有人潜水調査船や無人探査機で撮影された貴重な深海の映像を、キーワードや海域、日付から検索することができます。1万4000ショット以上を公開中。調査場所、調査目的、撮影内容など、詳細な情報も入手できます。

キーワード欄に「スタッフおすすめ映像」と入力すると、よりすぐりの映像を検索することができます。キーワードが思い付かないときは、「キーワードナビ」をクリック。代表的なキーワードが一覧になっているので、見たい映像に簡単にたどり着くことができます。



「GODACスタッフおすすめ映像」(<http://www.godac.jp/top/rdl/>) は必見です。

文書データベース

【アクセス】 GODAC トップページ (<http://www.godac.jp/>) →地球環境ポータル→文書データベース

JAMSTECが発行する機関誌、広報誌や論文を公開しています。文章の全文検索ができます。「Blue Earth」のバックナンバーもPDFで見ることができます。



国際海洋環境情報センター (GODAC) (<http://www.godac.jp/>) の「地球環境ポータル」。「深海映像情報データベース」も「文書データベース」も、ここからのアクセスが便利です。データベースではありませんが、「バーチャルアース」の入り口もここです。「バーチャルアース」とは、コンピュータ上の3Dの地球にさまざまな環境情報や観測データを表示したり、地球を回転させて自由な角度から見たりすることができる三次元ビューアです。

浮遊性有孔虫データベース

【アクセス】 GODAC トップページ (<http://www.godac.jp/>) →地球環境ポータル→文書データベース→浮遊性有孔虫データベース
<http://www.jamstec.go.jp/iorgc/godac/index.html>

浮遊性有孔虫とは、世界中の海洋表層に生息している、殻を持った微小な動物プランクトンです。浮遊性有孔虫の生態写真や電子顕微鏡で撮影した画像を、学名や日本語での呼び名、生息海域から検索することができます。



下記から、ここで紹介した以外のデータベースにもアクセスできます。

【アクセス】 JAMSTEC トップページ (<http://www.jamstec.go.jp/>)
→データベース <http://www.jamstec.go.jp/database/index.html>



海と地球を学べる 水族館・科学館

江戸市水産科学館マリエント

「ちきゅう情報館」2007年12月にオープン



地球深部探査船「ちきゅう」の情報が充実。100分の1スケール模型や、「ちきゅう」が2006年の試験掘削で下北半島東方沖の海底から採取した地層試料、船の構造を紹介するビデオなどが展示されています。「ちきゅう」が解き明かそうとしている地球の歴史、内部構造、地震が起こる仕組みなども、模型やイラストで詳しく紹介。

青森県八戸市大字鮫町下松苗場14-33
TEL. 0178-33-7800
<http://www.marient.org/>

新江ノ島水族館

「深海コーナー」に世界初の化学合成生態系水槽が登場



熱水噴出孔や冷水域周辺の化学合成生態系を再現した世界初の水槽です。硫化水素を含む60℃の熱水が噴出し、「しんかい6500」が採取したゴエモンコシオリエビなどが飼育されています。水槽は、新江ノ島水族館とJAMSTECが共同で開発。2008年7月12日から9月4日まで開催の「深海生物展」では、水槽完成までの記録映像や、JAMSTECの潜水調査船が撮影した深海の立体映像も紹介しています。

神奈川県藤沢市片瀬海岸2-19-1
TEL. 0466-29-9960
<http://www.enosui.com/>

文部科学省「情報ひろば」

特別展示「深海に挑む！」を開催



JAMSTECの有人潜水調査船や無人探査機によって発見された深海生物や、熱水を噴出する煙突状のチムニーなどの実物標本を展示。現在有人で最も深くまで潜ることができる「しんかい6500」を支える技術、深海研究の最新成果についても分かりやすく紹介しています。2008年6月30日から10月3日まで、「ハガキにこんな海洋の夢絵画コンテスト」入賞作品展をラウンジで同時開催。

東京都千代田区霞が関3-2-2
TEL. 03-5253-4111 内線2170 (文部科学省大臣官房総務課広報室)
<http://www.mext.go.jp/joho-hiroba/sp/index.htm>

日本科学未来館

地球環境から深海、そして地球のなかへ



常設展示だけでも「海がつくる地球環境」「深海から見た地球」「深海掘削からわかる地球のしくみ」があり、海と地球に関する情報がたくさんのパネルと映像で紹介されています。「しんかい6500」の原寸大模型は、コックピットに乗り込むこともできます。

東京都江東区青海2-41
TEL. 03-3570-9151
<http://www.miraikan.jst.go.jp/>

大阪科学技術館

海から地球の過去・現在・未来を探る



展示のテーマは「海から地球を探る」。海から地球の過去・現在・未来を探り、地球はどうして人が住める星になったのか、未来はどうなるのかを解き明かしていきます。深海のジオラマ模型では、探査機の操縦を体験できます。

大阪府大阪市西区靱本町1
TEL. 06-6441-0915
<http://www.ostec.or.jp/pop/>

JAMSTECの展示施設 <http://www.jamstec.go.jp>

地球情報館（横浜研究所）

海、地球、環境に関する映像が満載

直径3mの半球スクリーンに映し出される地球、3Dスクリーンで見る迫力の深海、大型ハイビジョン画面で見る神秘的な深海生物など、貴重な映像を見ることができます。書籍や映像などを閲覧・視聴できる図書館もあります。研究者や技術者が最新の研究・開発について語る「公開セミナー」を毎月1回開催しています。「地球シミュレータ」の見学ツアーも実施。

神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
TEL. 045-778-3811

海洋科学技術館（横須賀本部）

深海のパイロット気分を味わおう

「しんかい6500」の実物大模型、JAMSTECの船舶の模型などが展示されています。ユノハナガニやサツマハオリムシなど、飼育中の深海生物も観察できます。「横須賀本部見学ツアー」にお申し込みください（<http://www.jamstec.go.jp/jpr/visit/yokosuka.html>）。

神奈川県横須賀市夏島町2-15
TEL. 046-866-3811

国際海洋環境情報センター（GODAC）

海洋や地球環境のデータを世界へ発信

深海生物の標本や潜水船の模型、パネルが多数展示されており、海洋や地球環境について理解を深めることができます。利用開放パソコンを使って教育用コンテンツなどから情報を得ることもできるので、調べ事をするのにも便利です。小型水中カメラロボットを利用して、実際に海中を観察することもできます。

沖縄県名護市字豊原224-3
TEL. 0980-50-0111

初島海洋資料館

2008年3月にリニューアルオープン！

相模湾に浮かぶ初島にあります。2008年3月21日にリニューアルオープン。相模湾の壁画、海底地形図など、相模湾と初島に関する展示が充実しました。初島南東沖約6km、水深1,174mの深海底に設置された「深海底総合観測ステーション」からの映像も流れています。

静岡県熱海市初島の上3-2
TEL. 0557-67-2150

鶴岡市立加茂水族館

庄内の海からのおくりもの——クラゲ

取材協力：奥泉和也・副館長

日本海を望む小さな磯浜に面したこぢんまりとした建物が、鶴岡市立加茂水族館である。背後には山が控え、豊かな自然に囲まれている。入り口を通過してすぐの小さな階段を下りると、常時30種類以上という世界一のクラゲ展示を誇る「クラネタリウム」の始まりだ。

俗に、クラゲとは体の90%以上が水分からなるゼラチン質のプランクトンのことをいう。分類上、厳密には刺胞動物門を指すが、加茂水族館ではもう少し広い意味で、刺胞動物門と有節動物門の2つの分類のゼラチン質プランクトンをクラゲとして展示している。

クラゲとの出会いは1997年、それは単なる偶然だった。そのころ、年間入場者数は10万人を切り、水族館は存亡の危機に立たされていた。苦肉の策で企画した展示「サンゴと珊瑚礁にすむ魚たち」。その水槽から数mmサイズの訳の分からないものが大発生を始めた。勝手に発生し、成長を続けた生きものの正体は「サカサクラゲ」だった。傘が500円玉ほどにまで成長したそのクラゲの前で、お客さんがつぶやく。「面白い」「気持ち悪い」「かわいい」……感想は実にさまざま。それでも確実に長い時間、たくさんの人々がこの水槽に惹きつけられていた。「これだ!!」。ラッコや熱帯魚など流行のものを追いかけるのではなく、クラゲの展示で水族館を立て直してみよう、そう思った。

思ってはみたものの、ここからが大変だった。海からクラゲを採集してきても、普通の魚用の水槽ではうまく展示できなかった。水槽内のわずかな突起がやわらかなクラゲのゼラチン質を痛めつけ、パイプにクラゲは絡まった。クラゲの粘液はろ過槽を詰まらせ、酸素を送れば気泡が傘に入り込み、そこから傘に穴が開くという致命傷となった。当時売り出されていたクラゲ用の水槽は、わずか100リットルのもので50万から100万円。当時の水族館の運営状態では、とても手が出せる金額ではなかった。自作して何とかクラゲを飼うための水槽の原型ができたのは、1999年のことだ。その後も改良を重ね、2000年4月には眼前に広がる海からクラゲを採集し、常時展示できるようになった。

悲願の繁殖に初めて成功したのは1999年12月。この成功によって、水族館の方向性を決める大切な試みももう1つ誕生した。それはクラゲ学習会だ。クラゲはプラナ、エフィラなど、まるで別の生きものであるかのように次々と姿形を変えていく。生きたクラゲの成長段階を子どもたちに見せる。小さくても脈打つクラゲに、子どもたちは食い入るように顕微鏡をのぞく。立地を生かし、庄内という地元の豊かな自然を、クラゲを通して次世代へ伝えていくこと、これが水族館の大方針となった。これまで加茂水族館で扱ってきたクラゲは80種類を超えた。思えば、このクラゲが水族館に命を吹き込み、クラゲの展示と飼育が水族館に携わる者として最も大切なことを学ばせてくれたのだ。

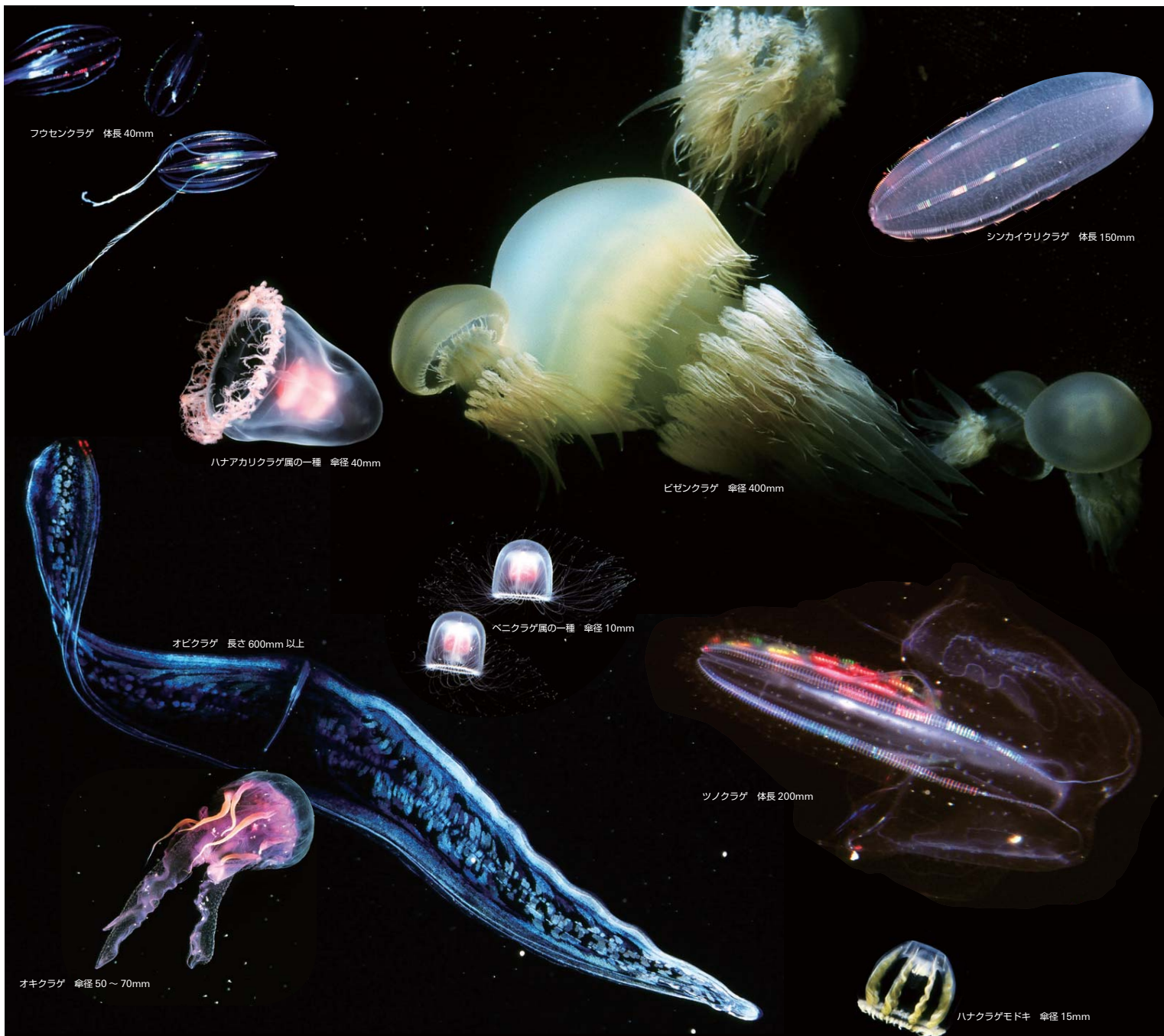
現在、年間来場者数17万人。展示、繁殖しているクラゲのすべてについて、出生元を明らかにし、さまざまな研究機関に試料として提供もしている。その代わりに研究結果をフィードバックしてもらうことで、最新のクラゲ事情を展示に反映できる仕組みだ。それでも繁殖できず、飼育すら困難なクラゲがまだまだたくさんいる。毎日違うできごとが起き、やればやるほど分からないことも増えていく。自然の力にはとうてい及ばない。でも、ほんの少しでいいのだ。この日々の挑戦から、自然の摂理を垣間見ることができると信じている。

■ Information: 鶴岡市立加茂水族館

〒997-1206 山形県鶴岡市今泉字大久保 656 番地

TEL 0235-33-3036

URL <http://www.shonai.ne.jp/kamo/>



オキクラゲの生活史



卵割 / 0.3mm



受精後1日目 / プラナ
0.7~1mm



3日目 / エフィラに変態中
のプラナ



4日目 / エフィラ
1.5~2.0mm



2週間後 / 4~5mmに成長



1ヵ月後 / 10mmを超える

2007年、世界で初めてオキクラゲの繁殖に成功した。この成功とこれまでのクラゲ繁殖の功績が認められ、国内の動物園・水族館に与えられる最高の賞である古賀賞を加茂水族館が受賞した

有孔虫に魅せられて

木元克典

地球環境観測研究センター
地球温暖化情報観測研究プログラム 古海洋環境復元グループ 技術研究主任



木元克典（きもと・かつのり）
1970年、鹿児島県生まれ。理学博士。高知大学理学部卒業。東京大学大学院理学系研究科地質学専攻博士課程修了。2000年、海洋科学技術センター研究員。2006年より現職。専門は、微古生物学・古海洋学

有孔虫とは、世界中の海に生息する単細胞の動物である。大きさは1mmにも満たない。木元克典技術研究主任は、海中に浮遊して生活している浮遊性有孔虫に魅せられ、研究を続けている。最大の魅力は、そのかたち。有孔虫の化石はポップコーンのようで、バリエーションは実に多い。そこに過去の海洋環境についての情報が残されていることも、研究対象として大きな魅力だ。木元主任は、世界でも例が少ない浮遊性有孔虫の飼育に取り組み、ペールに包まれていた有孔虫の生態を明らかにしつつある。さらに、多くの人に有孔虫の魅力を知ってもらいたいと、広報活動にも情熱を注いでいる。有孔虫の編みぐるみ、紙粘土や3Dプリンターを使った模型も紹介しよう。

顕微鏡を手に

——特集記事「やってみよう 海と地球の自由研究」では、プランクトンの採取や飼育についてご紹介いただきました。木元主任は子どものころ、夏休みにどのような自由研究をされましたか。

木元：1つだけ覚えているのが、アリの研究です。夏休みもあと1週間となり、何とかしなければとあたりを見回したら、アリがいた。砂糖を置いて、どのように運んでいくかを調べただけなんです。ちょっと怠惰な子どもでした（笑）。

小学1年生のとき、祖母に顕微鏡を買ってもらったことは、よく覚えています。雪の結晶を見たかったのですが、私

が住んでいた鹿児島で雪が降るのは年に1、2度。貴重なチャンスを逃がすまいと、雪を取って家に駆け込み、わくわくしながら顕微鏡をのぞきました。でも、雪はすでに解けていて、何も見えない。とてもがっかりした記憶があります。それが、いまにつながる原点かもしれません。

——なぜ顕微鏡が欲しかったのですか？

木元：「ムーミン」というアニメに、チヨウを収集している学者が出てくるでしょう。彼は、右手に顕微鏡を握っているんです。その姿にあこがれていました。

有孔虫との出会い

——高知大学を選んだ理由は？

木元：私は桜島を見て育ちました。噴火が起きると、まず窓ガラスがバリバリと音を立てて揺れだし、その数秒後に爆音がやって来ます。東風が吹く夏は、鹿児島市内に火山灰が降り注ぎ、傘をささないで全身灰だらけになるし、校庭の灰取り作業で授業がつぶれる。そんな環境で育ったからでしょうか、火山や地球の活動に興味を持つようになりました。「プレートテクトニクス」という言葉も知り、そういう勉強をしたいと思ったのです。そこで高知大学へ。高知は海洋プレートが沈み込むときに付加されてきた土地だということを知っていましたから、プレートテクトニクスを学ぶのはこころしかなかったです。

浮遊性有孔虫

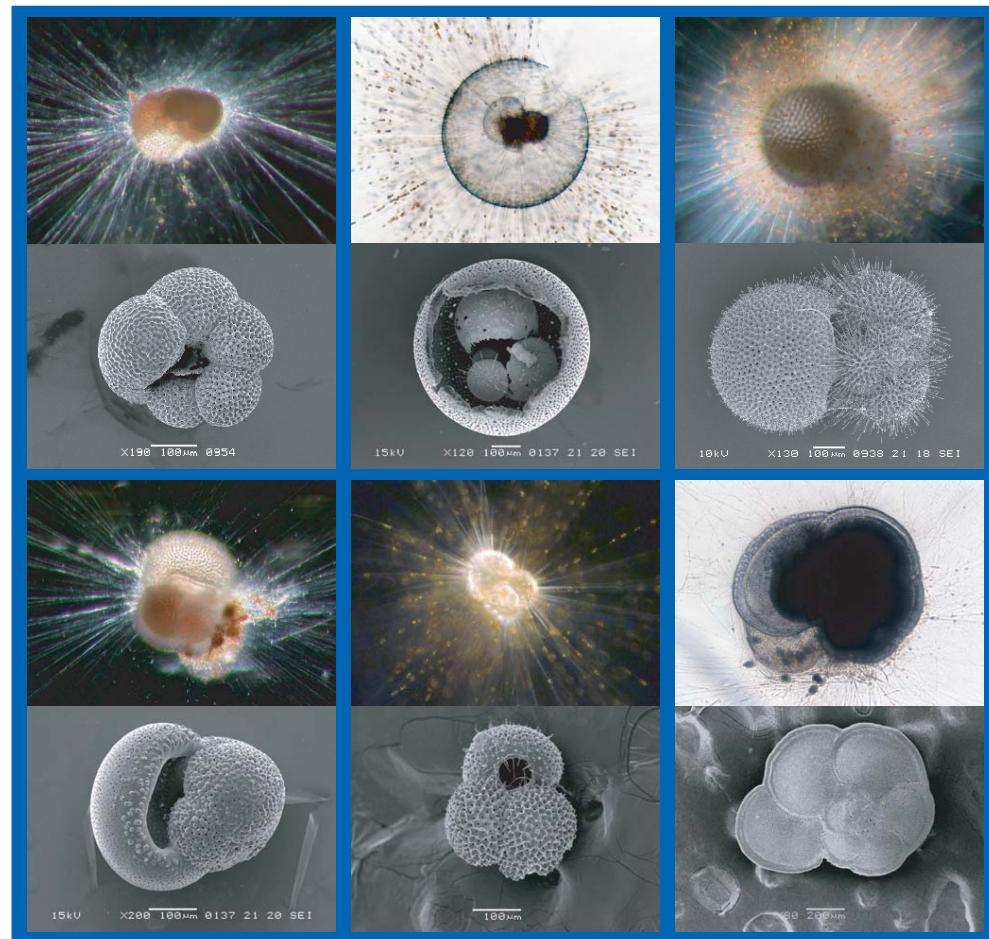
上下のペアはそれぞれ同じ種類。上は生きている個体、下は電子顕微鏡を使って撮影した化石。有孔虫は、0.5～1mmほどの単細胞生物で、炭酸カルシウムのかたい殻をつくる。その殻が化石として残る。殻に含まれる同位体比や微量元素を調べることで、その有孔虫が生息していた当時の海洋環境に関するさまざまな情報を得ることができる。しかし、有孔虫の生態はよく分かっていない

——大学では、どのような研究を？

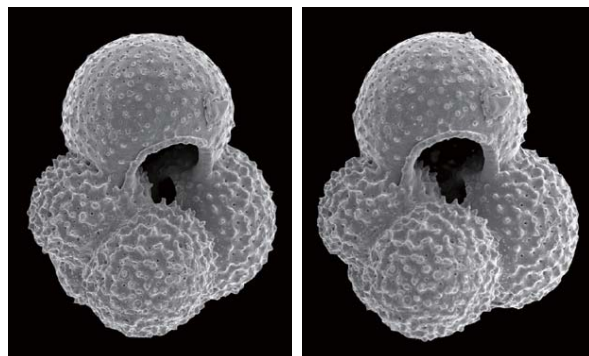
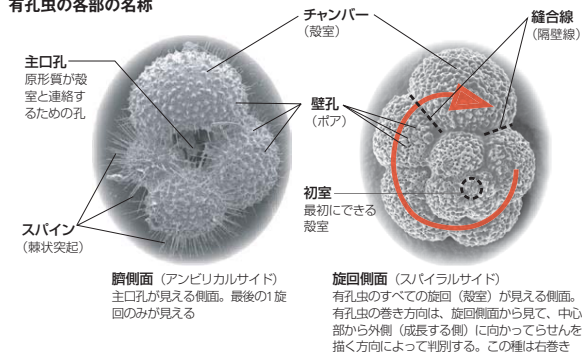
木元：付加体の研究をやるとつもりでしたが……。付加体の岩石がどの時代につくられたかを知るには、岩石に含まれる微化石を取り出して調べます。「微化石」とは、有孔虫や放散虫、円石藻など単細胞プランクトンがつくる炭酸カルシウムのかたい殻だけが残ったもので、それがいろいろなかたちをしているんです。かたちを詳しく調べるとどの時代に生息していたのかを、また化石に含まれる元素を詳しく分析するとそれが生息していた

時代の海洋環境を知ることができます。

微化石という言葉も大学に入って初めて知り、海にはこんな面白いかたちをしたやつがいるのかと、衝撃を受けました。そして、私が現在の仕事をしている最大の理由は、当時、理学部にいらした安田尚登先生に出会ったことでしょう。安田先生が私の出身高校の先輩だと知り、研究室に伺ったのです。先生は「顕微鏡をのぞいてみなさい」と。そこには、いろいろなかたちをしたポップコーンのようなものが見える。有孔虫のなかでも



有孔虫の各部の名称



有孔虫の立体視をやってみよう

「一番美しいなあ、と思っている種類です」と木元主任。立体視のやり方：右目で右側の写真を、左目で左側の写真を見る。このとき、遠くを見るような感じで、ぼんやりと見る。写真が3枚になって見えたら、真ん中の写真に意識を集中させて焦点を合わせる。有孔虫が立体的に見える。

浅い海底で生活している底生有孔虫の化石でした。「同じかたちのものを拾ってくれ」といわれるがまさに作業をしていると、これが実に面白い。いま考えれば、まんまとはめられたのですが。

有孔虫の魅力は？

木元：まずは、かたちのバリエーションの面白さ。しかも、それは有用な情報を含んでいて、有孔虫が生きていた当時の海洋環境を教えてくれるという点です。1mmにも満たない小さい生き物が、地殻や海洋プレートといった地球規模の動きの情報を持っている。すごいと思いませんか。

有孔虫の飼育に挑む

現在の研究について教えてください。

木元：深海の堆積物を採取してきて、そのなかにある有孔虫の殻の同位体比や微

量元素を分析して過去の環境を推定する、という研究をしています。同位体とは、同じ元素で質量数が違うものをいいます。たとえば、酸素の同位体比を調べると、その有孔虫が生きていたときの水温が分かります。

しかし、有孔虫の生態や、殻がどのようにしてつくられるかについては、まだよく分かっていません。それなのに有孔虫の殻の同位体比や微量元素から過去の環境が本当に分かるのだろうか、という疑問を、私はずっと抱いていました。私たちが過去の環境を推定するには、有孔虫の生態をもっと理解する必要があると考え、JAMSTECのむつ研究所にいた2001年から有孔虫の飼育を始めました。私たちが飼育しているのは、海中に浮遊して生活している浮遊性有孔虫です。津軽海峡や沖縄近海で採取し、これま

でに10種類以上の飼育に成功しました。浮遊性有孔虫の飼育は、日本はもちろん海外でも、ほとんどやられていません。

飼育によって明らかになったことは？

木元：浮遊性有孔虫は、殻室（チャンバー）をらせん状に増やしながら成長していきます。殻室の成長する方向によって、右巻きと左巻きがあります。ある種類の有孔虫は、生息している水温によって巻き方向が変わるといわれていました。しかし私たちは、温度ではなく、生殖の方法によって巻き方向が変わることを明らかにしました。有孔虫の生態と巻き方向の意味を考える上で重要な発見です。ほかにも最近、世界初の発見があり、論文発表の準備をしているところです。

飼育について、今後の課題は？

木元：現在は直径2.5cm、長さ7cmほどのガラス管で飼育していますが（20ページ写真）、さまざまな物理的な条件は海洋と異なっています。条件を近づけ、天然の餌もある環境で飼育したい。そのための飼育装置を試行錯誤しながら開発しているところです。

飼育で明らかになった事実から、従来の常識が覆される一方で、過去の環境を推定する新しい指標が見つかるかもしれない、と期待して研究を進めています。有孔虫を飼育して、それを顕微鏡で眺めているときに、私にとって一番幸せなことです。

手に取ることができる有孔虫

木元主任が2004年に制作したDVD『浮遊性有孔虫の生態』が好評です。なぜ、DVDを制作しようと思ったのですか。

木元：私はこの世界に入っていなかったら、きっと放送業界にいたと思います。多くの人に、「いま」を伝えることに興味があります。有孔虫は、糸状で粘性が強く、伸縮・変形自在の仮足を使って餌をとります。仮足の動きが、とても美しいのです。それを伝えるには、写真では限界があります。やはり映像で伝えたいと考えて、DVDにまとめました。

でも、前回のDVDでは満足していません。当時はまだカメラの性能が低く、細部をとらえ切れていないのです。いま、ハイビジョンカメラでの撮影を始めたいです。第2弾にご期待ください。

有孔虫の魅力を伝えることの難しさ

は？

木元：有孔虫は小さくて肉眼では見えないため、なかなか一般の方に興味を持っていただけません。何とか手に取れるようにしたい。そこで、編みぐるみをつくってみました。有孔虫の化石の表面はでこぼこしています。それを表現するには毛糸の網目が最適だったのです。雰囲気が出ていると思いませんか。紙粘土を使った模型もつくっています。

そして、最新作が3Dプリンターを使った模型です。実物の化石の形状をX線CTスキャナーで読み取り、その3次元データをもとに、1mm以下の薄い樹脂を積層して立体物をつくります。リアルでいいでしょう。有孔虫を手にとってかたちを議論するのが、夢だったんです。

有孔虫、宇宙へ

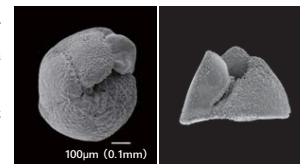
これからの夢は？

木元：有孔虫は、5億年以上前に登場しました。現在までに何度かの大量絶滅がありました。しかし、異なる地質時代にもかかわらず、同じようなかたちの有孔虫が



3Dプリンターで制作した浮遊性有孔虫の拡大模型

Globorotalia truncatulinoidesの化石（右）の形状をX線スキャナーで読み取り、その3次元データもとに、樹脂を積層して製作した。製作：有限会社ホトリット・丸紅情報システムズ株式会社



何度も出現してくる。有孔虫のかたちは、長い歴史のなかでたどり着いた最適な形状なのかもしれません。そのかたちを工学的に利用できないかと考えています。

最近、大学や宇宙航空研究開発機構（JAXA）の宇宙構造物の研究者とも仕事を始めました。あるとき、たまたま彼らに有孔虫のDVDを見せたら、「これ

だ！」と大喜び。それは、有孔虫が殻室を増やしていくシーンでした。宇宙空間に大きな構造物をつくるとき、ロケットで打ち上げることができる大きさには限界があります。地上ではなるべく小さな容量で、宇宙空間では最大限の空間を得られるようにしたい。そこで、風船のように膨らませて構造物をつくるという考え方があり、「インフレーターブル構造物」というそうです。有孔虫の殻室の増やし方は、インフレーターブル構造物のとてもよい参考になるとのこと。有孔虫のかたちに学んだ宇宙ステーションができるかもしれません。私たちはこのような概念を「マルチスケールデザイン学」と呼んで、その確立を目指しています。

最後に、読者の中高生にメッセージをお願いします。

木元：最近ではインターネットが発達して、簡単に知識を得ることができます。表面的な知識だけで、すべてが分かった気になっていませんか。ものを自分の手に取って、自分の目で見えることを、大切にしてほしいと思います。きっとインターネットでは得られない、何かを感じることでしょ。

紙粘土で制作した浮遊性有孔虫の模型と、有孔虫と円石藻の編みぐるみ

円石藻（下の写真の左下）は植物プランクトンで、生息していた当時の海洋環境を知ることができる微化石のひとつ。[円石藻は細胞の表面に炭酸カルシウムからできた“円石”と呼ばれる殻をつくります。その付き方も精巧に表現しています]



■DVD『浮遊性有孔虫の生態』収録時間：約30分 価格：1,500円（税込）詳しくは、<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/whatsnew/dvd/index.html>をご覧ください。■浮遊性有孔虫データベース<http://www.jamstec.go.jp/jorgc/godac/index.html>

地球温暖化の核心部、北極海 戻らぬ変化の臨界点を越えたのか？

(2008年2月16日 第75回地球情報館公開セミナーより)



東京海洋大学 海洋科学部
海洋環境学科 准教授
海洋研究開発機構
地球環境観測研究センター
北極海気候システムグループ
招聘研究員(兼務)
島田浩二

しまだ こうじ。1966年、神奈川県生まれ。1990年、東北大学理学部天文及び地球物理学科第二卒業。理学博士(1995年、九州大学)。1995年、海洋科学技術センター海洋研究部研究員。2008年2月の講演当時は、海洋研究開発機構 地球環境観測研究センター北極海気候システムグループ グループリーダー。4月より現職。専門は海洋物理学

2007年夏、北極の海水面積は観測史上最低を記録しました。やがて北極海から氷が完全に消えてしまう夏がやって来るのでしょうか。南極大陸の上を覆う厚い氷がせつげんだとしたら、北極海に浮かぶ薄い氷はシャボン玉のようなはかないものです。シャボン玉は1カ所でも傷付くと消えてしまいます。北極海の海水にもそのような性質があるのです。いま北極海で起きているもとは戻らない変化のメカニズム、そして北極海から海水がなくなることの意味についてお話ししましょう。

北極海は地球温暖化の加速器

地球温暖化の影響を最も受ける場所は、北極や南極だといわれています。本当にそうなのでしょうか。実は、現実には大きな変化が起きているのは北極です。南極はほとんど変化していないといっても過言ではありません。なぜ、両極でこのような差が出るのでしょうか。

それは南極と北極の水に大きな違いがあるからです。宇宙から眺めると、どちらも白くて同じような水に見えます。しかし氷の厚さがまったく違います。北極海に浮かぶ氷は2mほど。一方、南極大陸は平均で2,000mの厚い氷に覆われています。1,000倍も氷の厚さが違うのです。

北極海の海水は、存在しているのが奇跡とさえいえる薄い水です。南極で2,000mの厚さの氷が2~3m薄くなっても、それは本質的な変化ではありません。しかし北極では2~3m薄くなると海水自体がなくなり、白い海が青い海に変わってしまいます。それは本質的な変化です。

皆さんも、虫眼鏡で光を集めて紙に火を付けた経験があるでしょう。白い紙と青い紙では、青い紙の方が高温になりやすく火が付きやすいですね。同じように、氷に覆われた白い海は太陽光を反射しますが、青い海は熱を受け取り蓄えるようになります。北極海の性質が、まったく変わってしまうのです。

大気や海水は赤道域で暖められ、北極や南極で冷やされます。その温度差を解消するように海流と風が生まれ、それぞれの地域の気候が決まります。

自動車に例えると、赤道がエンジン、北極と南極が2つのラジエーター(冷却放熱器)です。もし、北極の海水がなくなり青い海になると、一方のラジエーターが故障して地球はオーバーヒート状態になり、気候システム全体に大きな影響を及ぼします。北極は地球温暖化の影響を最も受けやすい場所というよりも、地球温暖化を加速させる場所なのです。

氷が減少するメカニズムを探る

では、北極海の海水はこれからどうなるのでしょうか。過去10年間、さまざまなコンピュータ・シミュレーションの予測をはるかに超える勢いで、北極海の海水は減っています(図1)。

2040年の夏、あるいは2020年の夏に北極海から海水が消えるという予測が、最近、相次いで発表されていますが、それは現実の減少傾向から導き出したものにすぎず、そのメカニズムを説明していません。

現在のシミュレーションで北極海の海水が減少していく様子を実測すると、北極点を中心とした同心円状に氷が減っていきます。ところが現実には、

太平洋側で大きく減少して、大西洋側ではあまり減少していません。現在のシミュレーションでは、北極海の海水が消えていく様子を再現できていないのです。それは氷が減っていくメカニズムが、シミュレーションのプログラムに組み込まれていないからです。メカニズムが分からない限り、きちんとした予測はできません。では、海水が減っていくメカニズムとは、どのようなのでしょうか。

私がJAMSTECに入ったのは1995年のことです。まず、私は北極海の海流を調べてみようと思いました。教科書を見ても、北極海の海流については記述がないのです。しかし、北極海の海水はわずかながら動いています。したがって、海流もわずかながらあるはずだと考えたのです。

北極海の太平洋側の水は、ゆっくりと時計回りに回っています。ベーリング海峡の北に、ノースウインド海嶺と呼ばれる海域があります。ベーリング海峡から流れ込んだ暖流が、この海嶺に向かって北向きに流れているのではないかと予測しました。それを確かめるために、1997年からノースウインド海嶺付近の海水温の観測を始めました。

当時、ノースウインド海嶺付近の海域は、海という感じではありませんでした。氷が十分に厚いので、貨物用コンテナなどを展開しそこを氷上観測村にして、1997年から98年にかけて1年間の越冬観測が、米国、カナダの研究グループとの共同で行われました。10年前は陸と同じ感覚で北極海の観測を行うことができたのです(図2)。

1997年、第1の臨界点—— 海水の運動と海の温暖化

実はノースウインド海嶺付近の海域は、北極海の急速な海水減少を引き起こした“震源地”です。その急激な変化は1997~98年から始まりました。その核心となるポイントで、変化が起きる直前から、私たちはたまたま観測を始めたのです。

海水が消えた海域を調べる観測には、海洋地球研究船「みらい」が最適です。ただし「みらい」は、わずかにある海水を押しつけて進むことはできますが、氷を砕く砕氷能力はありません。これから氷がなくなると予測される海域の観測には砕氷船が必要です。そこで、砕氷船を持つカナダの研究グループとタッグを組んで、2002年以降、私たちは北極海の観測を進めてきました。

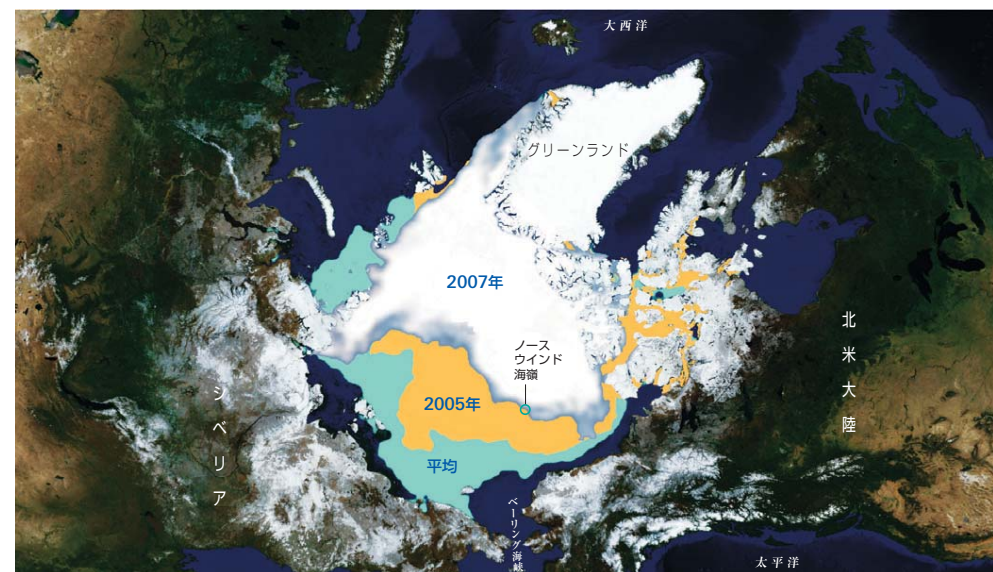


図1 海水最縮小期である9月の北極海の海水分布

1979~2007年の平均、2005年(2007年以前の海水最小面積年)に比べ、海水面積が大幅に減少していることが分かる
画像提供: NASA



図2 1997年10月1日、北極海カナダ海盆での越冬観測初日の光景

撮影: 島田浩二

さて、1996年までは北極海全体では一様に、年間約0.6%の割合で氷が減少していました。ところが1997年から98年にかけて、太平洋側では約25%も氷が減少しました。減少スピードが約40倍も加速したのです。しかも海水面積はその後も回復していません。このとき北極海では、もとは戻らない変化が起きたのです。その原因は何だったの

しょう。氷が減るといって、気温上昇によって氷が融けるというイメージが強いかもしれませんが、しかし気温が40倍も上昇することはありません。原因は海にあるはずです。実際にノースウインド海嶺付近では、海水温が1997年以前よりも1℃前後上昇していました。わずか1℃の上昇と思われるかもしれませんが、熱量と

しては、大気の1℃の上昇とは比べものにならないくらいの海の温暖化が起きたのです。海水の産みの親は海水ですから、海が温暖化すれば、冬に氷ができる量が減ります。

冷蔵庫で1時間かけて氷をつくる場合を考えてみてください。製氷皿にお湯、水道水、冷えた水を入れた場合、当然、お湯を入れた製氷皿では、1時間たってもほとんど氷ができないうでしょう。

海の温暖化により、冬に氷は厚く成長できず、薄いまま夏を迎えます。夏になり、大気による加熱に変化がなくても、氷が薄ければ完全に消えてしまいます。

大事なポイントは海が温暖化して氷ができにくくなり、冬に氷が成長する量が減り、夏に融ける量の方が多くなってしまったという点です。

では、なぜ海は温暖化したのか。ベーリング海峡を通して太平洋から流入する海流があり、その海水の温度が上がったからでしょうか。しかし1990年代を通じて、ベーリング海峡付近の水温は低下傾向にありました。入ってくる海水の温度は下がっているのに、北極海の水温は上昇したのです。

陸で囲まれた北極海を風呂に例えてみましょう。たとえば、冷たい水を張った風呂に、茶わん1杯の熱湯と、バケツ1杯のぬるま湯を注ぐのでは、どちらが風呂の水の温度を上げられるでしょうか。バケツ1杯のぬるま湯ですね（熱量の総和〔水温×質量〕）。同じように、北極海へ入ってくる海水の温度が上がったからではなく、入ってくる暖かい海水の量が増えることにより、北極海の水温は上昇したのです。ではなぜ入ってくる量が増えたのか。

北極海で海流をつくっているのは海水の動きです。実は、1997年から98年にかけて、太平洋側の海域で水の運動速度が従来の2倍に加速していたことが分かりました。海水を動かすのは風の力です。しかし、風の強さが2倍になったわけではありません。

従来、北極では冬になると沿岸までびっしりと氷が張り詰めていました。しかし1997年、エルニーニョの影響で、平年よりも4℃高い暖水が太平洋から北極海に流れ込みました。流れ込む海水の水温は1990年代を通じて低下傾向にあり

ましたが、この年だけ上昇したのです。その影響で、1997年末から98年初めの冬季以降、北米大陸沖で沿岸まで海水が接していない場所ができました。

すると、どうなるのか。リニアモーターカーと普通の電車を考えてみてください。同じエネルギーを使った場合、リニアモーターカーはレールと車体が接触していないので、摩擦を受けないからです。同じように、沿岸まで張り詰めていない海水は沿岸との摩擦を受けにくくなり、運動しやすくなります。

その海水の運動によって、暖かい海水が北極海内部に大量に呼び込まれるようになり、海水温が上昇。それによって冬の間に海水はあまり成長できずに薄い状態で夏を迎えてしまう。すると、薄い海水は夏の気温がそれほど変わらなくても、融け切ってしまうのです。

重要なことは、これがもとはに戻らないメカニズムになっていることです。海水の減少→海水運動の加速→暖かい海水の流入量の増加→海水の減少……といった循環で、どんどん海水は減少していきます。1997年、北極はもとは戻らない変化の第1の臨界点を越えたのです。

2007年、第2の臨界点——さらに激しく氷が動き回る海に

そして2007年、北極海は第2の臨界点を越えました。海水の運動速度が、さらに前年までの約2倍になったのです。1997年以前と比べると、実に約4倍に加速したわけです。いったい何が起きたのでしょうか。

ここでのポイントは、氷の強度です。厚い海水同士はぶつかっても壊れません。しかし厚さが1mくらいになると、ぼろぼろに壊れてしまいます。2007年、それまでびっしりと海水が張り詰めていた北極海の西経領域（カナダ多島海沿岸）でも、海水の大規模な崩壊が起きて、すき間が生まれました（図3）。

満員電車に乗っている状況を思い出してください。びっしり満員の状態では、なかなか動くことができません。しかし、ある駅で数人でも人が降りると、急に動きやすくなりますね。

海水の崩壊によりすき間ができることで、厚い海水も急に動きやすくなりまし



図5 北極海を航行する「みらい」
2008年夏、「みらい」は海水のない北極点を経験するかもしれない

た。こうして、北側に位置していた厚い海水が南側の暖かな海へ移動して融かされるようになったのです。

海水が動き回ると、北極海へ流れ込む暖かい海水の量がさらに増え、海の温暖化が進むとともに、北極海から大西洋へ出ていく氷の量も増えます。北極海は海水がさらに激しく動き回る海に変わらうとして、海水を減少させるメカニズムがさらに強化されました（図4右）。

海水が「融ける」「できない」「出ていく」という状況がさらに生まれやすくなったのです。

2007年、北極の海水面積は観測史上最低を記録。過去最小を記録した2005年夏を大幅に上回る減少です（図1）。

2008年夏、「みらい」で北極点へ

さて、2008年はどうなるでしょう。2007年秋以降、厚い氷だけに注目して、その運動を見ると、これまで約8ヶ月間かかって90度回転していた海水が、わずか3ヶ月間で90度以上回転しています。海水はさらに激しく動くようになったのです。今年の夏、気温が平年以上であれば、北極点でも氷が消えてしまうかもしれません。

1978年、植村直己さんは、57日間かけて犬ぞりで北極点に到達しました。世界初の北極点への単独行です。それからちょうど30年目にあたる今年8月、私たちは「みらい」によって、植村さんと同じ57日

間の北極観測航海を計画しています。今回、「みらい」は海水のない北極点に到達するかもしれません（図5）。

今年は国際極年2007-2008の最終年でもあります。前回の国際極年1957-1958は、日本の南極観測が始まり、タロ・ジロの物語があったところです。この50年間、日本では南極に比べると北極の観測はあまり進展しませんでした。今回の「みらい」の観測は、次の50年につながる北極観測を行いたいと考えています。

北極海には解明すべき謎がたくさん残されています。たとえば、過去の気候変動と北極海との関係を探る必要があります。現在は、寒冷な水期と水期の間の間氷期だと考えられていますが、南極で得られた試料の分析によると、約12万5000年以上前の前回の間氷期は、現在よりも気温が高かったようです。そのとき北極はどのような状態だったのか。そして約12万5000年前に氷期に移るとき、短期間に急激な寒冷化が起きたと推定されています。そのとき北極では何が起き、地球の気候システムにどのような影響を及ぼしたのか。

北極海の観測を進めることで、今後、地球温暖化はどのように進むのか、そして温暖化の先には何が待ち受けているのかを探ることができるでしょう。北極海を観測し、人類が未来を考える上で役立つ研究を進めていきたいと考えています。

BE

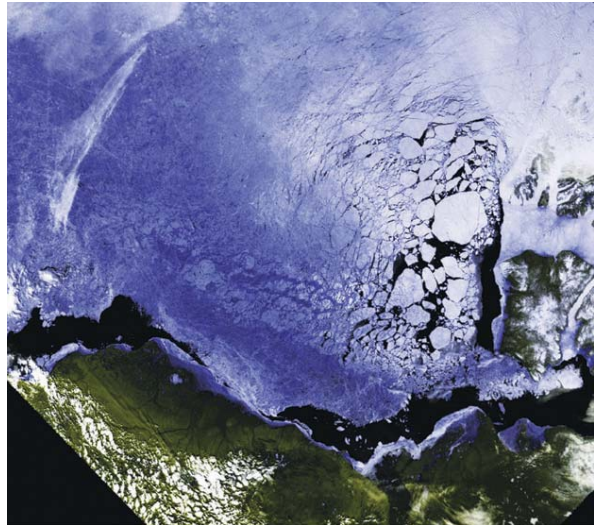


図3 海水の大規模な崩壊
2007年6月、北極海の北側でも海水が大規模に崩壊し始めた。海水の大規模崩壊により、すき間ができることで、海水がさらに速く動き回れるようになった MODIS画像提供：JAXA

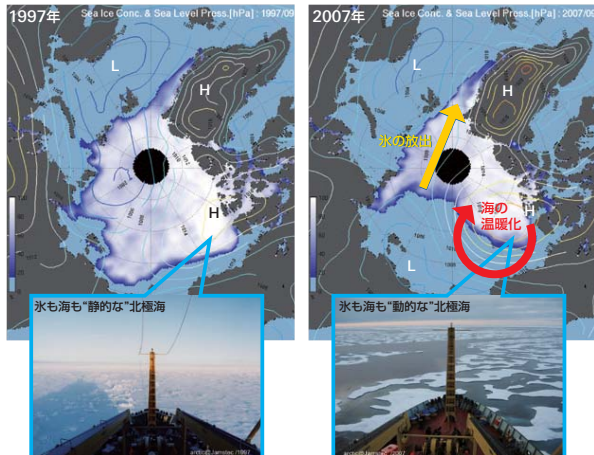


図4 1997年と2007年の海水最縮小期の北極海海水分布と海面気圧
北極海は静的な海（左）から動的な海（右）に変わること、海水面積が大きく減少したカナダ砕氷船「ルイ・サンローラン」より撮影：島田浩二（左）、伊東素代（右）

さまざまな波長の音波を発生できるエアガンで、浅いところから深い場所まで海底下の地下構造を詳細にとらえる



新型エアガンの投入作業

黒いフロートの下に取り付けられた筒に、エアガンが連なっている。旧システムでは4台×2列だったが、新システムでは8台×4列のエアガンを受航する

海へ投入されるエアガン

「かいいい」にはエアガンを投入するためのスロープが増設された。「限られたスペースに新システムを搭載することや運用方法、スロープの増設も、とても苦労した点ですね」と佃 薫チームリーダーは語る



エアガンの水中発振

「エアガンから発射された空気は、海面へ上がっていく間に膨張と収縮を繰り返す、そのときに発生する音波がノイズとなります。新システムでは、ノイズとなる波同士を重ね合わせてキャンセルしたり、エアガン同士の距離を近づけて空気の膨張・収縮を互いに抑えることで、ノイズを小さくしています」（清水 賢チームリーダー）



巨大地震の現場は海底下にある。海洋研究開発機構（JAMSTEC）では、巨大地震の発生メカニズムを探るため、海底下の地下構造の探査を大規模に進めてきた。地下構造探査は、日本列島がどのようにできたのかを知るためにも重要だ。

地下構造探査には、エアガンにより海中で音波を発生させて人工地震を起こし、海底面や海底下の各地層の境界で反射した波を、マイクを内蔵したストリーマケーブルで連続的にとらえる「マルチチャンネル反射法探査システム」や、屈折・反射した波を海底地震計でとらえる「海底地震計屈折法システム」が用いられている（『Blue Earth』2007年11-12月号5ページ参照）。

石油産業では、高い解像度が得られる波長の短い音波を発生させるエアガンで、海底数kmの構造を詳細に調べることで新しい油田を探している。巨大地震のメカニズムなどを調べるには、さらに深い場所の探査が必要だ。波長が短い音波は地下の深い場所へは伝わりにくい。そのためJAMSTECでは、深い場所へ伝わりやすい波長の長い音波を発生させるエアガンを用いて、地下数十kmまでの構造探査を進めてきた。

「しかし、さらに研究を進展させるには、いままでのエアガンでは不十分です」と三浦誠一 技術研究副主任は指摘する。たとえば海底6kmまでを掘り進める地球深部探査船「ちきゅう」のプロジェクトでは、どこを掘削すれば安全にかつ、大きな研究成果が得られるのかを知るために、海底下の浅い場所の地下構造をさらに精度よく調べることが求められている。

さまざまな研究目的に応えるには、波長の短いものから長いものまで、さまざまな波長の音波を発生できるエアガンシステムが必要だ。2008年、JAMSTECと日本海洋事業（株）は新型エアガンを用いてアレシシステムを設計し、深海調査研究船「かいいい」に搭載した。エアガンは圧縮空気を海中へ一気に発射することで音波を発生させる。発射する空気の量を変えることで、波長の異なる音波を発生させることができる。

「かいいい」の従来のシステムは、波長の長い音波を発生させる大容量の1種類のエアガン8台からなるものだった。新システムは、容量の異なる6種類のエアガン32台からなる。32台のエアガンを組み合わせることで、さまざまな波長を含むノイズの少ないきれいな音波を発生させることができる。音の大きさ（音圧）も約2倍になった。

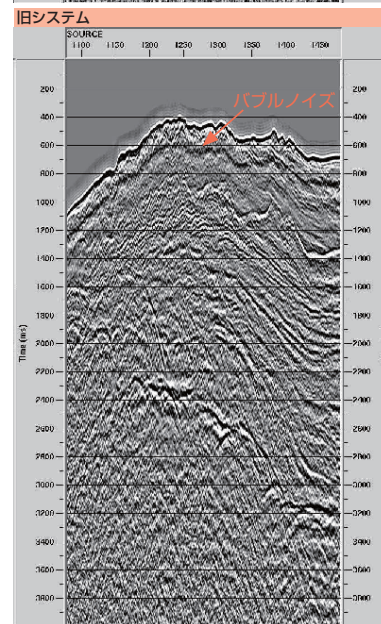
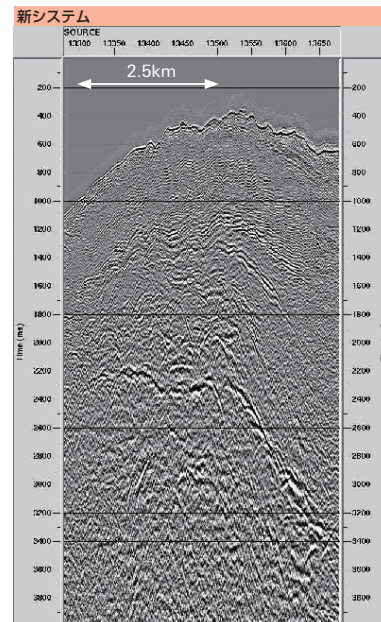
「新型エアガンシステムには、現在考えられる最高の技術をすべて導入しました。また、音波を受信するストリーマケーブルに内蔵するマイクのグループ間隔も、従来の25mから12.5mと倍の密度にしました。これにより、浅いところから深いところまでの高精度化が可能となりました」。こう語る三浦副主任は、次のように期待を寄せる。「この新しいシステムを使えば、大きな地震被害をもたらす可能性のある、海底下の浅いところへ伸びた未知の断層が見つかります。また、従来よりも深い場所のデータをとらえられる可能性もあります。そうすれば、巨大地震の発生メカニズムにさらに迫ることができます」

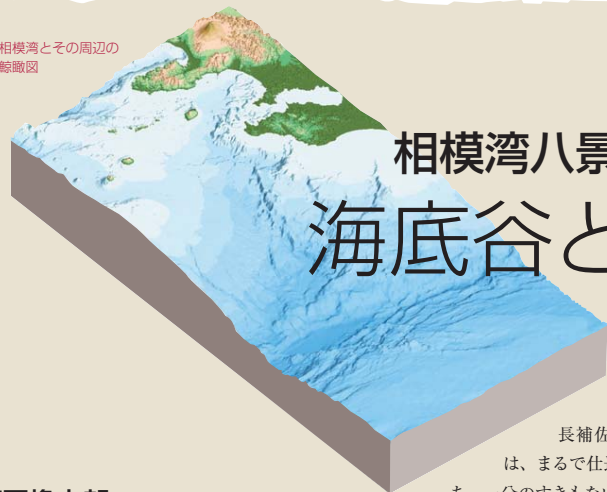
取材協力：三浦誠一 技術研究副主任

JAMSTEC地球内部変動研究センター プレート運動解析研究プログラム
地殻構造解析研究グループ
兼 海洋工学センター 応用技術部 長期観測技術グループ
清水 賢 チームリーダー／佃 薫 チームリーダー
日本海洋事業（株） 海洋科学部

新旧のマルチチャンネル反射法探査システムによるデータ

浅いところでは高解像度となり、従来判別できなかった細かいイベントがイメージされている。またノイズが減ったため、地下構造をよりシャープにとらえられるようになった



相模湾とその周辺の
鯨畛図

相模湾八景 其の五 海底谷とごみ

藤岡換太郎 海洋地球情報部 特任上席研究員

ふじおか・かんたろう。1946年、京都市生まれ。理学博士。東京大学理学系大学院修士課程地質学専攻修了。東京大学海洋研究所、海洋科学技術センター深海研究部、ウッズホール海洋研究所、極限環境フロンティア研究システム、(株)グローバルオーシャン ティベロップメント、固体地球統合フロンティア研究システムを経て2007年より現職。有人の潜水調査船を使った「深海底博物館」の提唱者。MODE'94やMODE'98の主席を務め、1998年潜水船で人類初のインド洋潜航。大西洋、太平洋、インド洋の三大洋潜航を初めて達成した科学者。現在までに59回潜航。専門は地質学。論文多数。主な著書に『深海底の科学—日本列島を潜ってみれば』NHK出版、『深海のパイロット』光文社新書、『伊豆・小笠原弧の衝突』有隣堂新書などがある。

今回は少し変わったものをお届けします。有人潜水調査船「しんかい2000」の第167潜航は、私の初潜航で、相模湾の東の三浦海底谷と三浦海丘を調査しました。それは、1985年5月23日のことでした。

●
当時、私は東京大学海洋研究所に在籍していました。「しんかい2000」が潜航を開始してまだ数年しかたっていないところで、うかつなことに、私は「しんかい2000」を知りませんでした。その前年に同じ海洋研の古田俊夫さんから駿河湾に潜って感動したと聞き、その存在を初めて知りました。そして大学にも潜航枠があると聞いて早速応募したところ、採用されたのです。1985年は日本とフランスが共同で日本周辺の海溝域を探索する「日仏海溝計画」の2年目にあたり、完成したばかりのフランスの潜水調査船「ノチール」で日本海溝に潜ることになっていました。その前に練習ができればいいな、と思っていた矢先でした。

5月22日は、東京駅から踊り子号で、「しんかい2000」の支援母船「なつしま」が停泊している伊東へ向かいました。伊東では、先に潜航していた人たちとの入れ替えがあり、棧橋で門馬大和氏（現・海

洋工学センター センター

長補佐）と擦れ違いました。彼

は、まるで仕込みづえのようなものを持

ち、一分のすきもない刺客のようでした。擦れ

違ったとき、何とも鋭い一瞥を感じたのです。しかし、

この出会いが今日まで続く交友関係の始まりでした。

その夜の食事は、ハマチとイカの刺身、ステーキ、茶碗蒸し、鶏肉のフライ、豆ご飯、サラダ、バナナでした。船でこんなに豪華な食事が出たのは初めてで、すっかり「なつしま」が気に入ってしまいました。夕食後、船長会議室で打ち合わせが行われ、山田、段野、井田、福井、田代、柴田が参加しました。打ち合わせのポイントは、私が提案している潜航点周辺の確認調査と潜航のストラテジーについてでした。

5月23日は快晴。朝食の後、7:50に抜錨し、現地へ向かいます。三浦海丘の調査を行って、いよいよ潜水船を降ろします。9:43潜水船に乗り込み、9:55ハッチ閉め、10:02着水、10:08スイマーが離れ潜航開始。毎分25mくらいのスピードで沈んでいきます。潜水船の窓から見えるあたりの景色は、非科学的な表現ですが、水深37mで夕方くらい、50mで満月の夜、60mでかなり暗い月夜くらい、100mで三日月の夜、200mで真っ暗です。マリンスノー、夜光虫やエビなどを見ながら潜航を続け、10:50に水深1,025mでパラストを捨て、いよいよ着底です。11:00には海底に着きました。水深1,070m、流れはほとんどなく0.2ノット（秒速約10cm）、視界は5m、水温は2.928℃でした。

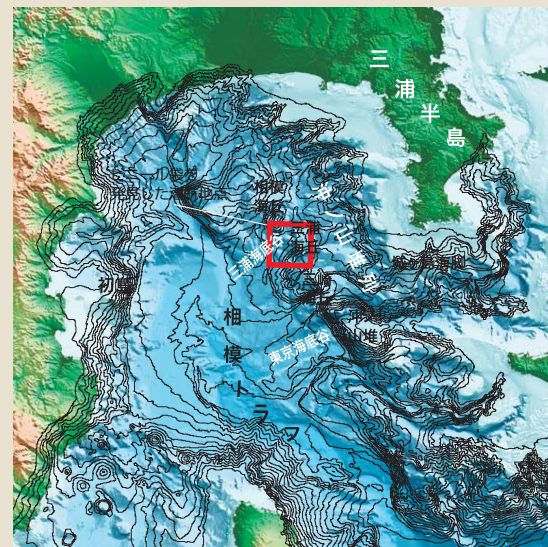
●
この潜航の目的は、陸上の三浦半島に露出している岩石と、海底の地質構造との比較でしたが、それより興味を引いたものがありました。それは、海底谷の表面の堆積物（たいせきぶつ）に無数にある線でした。地質の研究者だと、すぐに生物活動の跡、生痕であると

は、何とレジ袋が海底の流れで回転したり滑ったりして、その角が海底をこすってできた傷でした。最大の発見は、海底谷から少し東にある山へ入ったところでありました。流れがまったくなく、よどんでいたのですが、そこにおびただしい数のビニール袋がふわふわと漂って、露頭を遮っていたのです。なかには店の名前が入ったものもありました。三浦海底谷の上流には三浦半島の釣りのメッカである荒崎や宮田湾があります。そこで釣りをした人の“化石”といってもよいでしょう。ビニール袋は沈むまでに多少漂泊することを考えると、もっと広い範囲から運ばれてきたのかもしれない。

ビニール袋は海水に溶けないので沈降し、海底にたどり着くと堆積物と同様に積もります。同じ場所に積もれば、地層となってしまいます。やがて地殻変動などで陸上に露出し、人類が滅んだ後に、新しい生物が人類の化石として調査するかもしれません。

最近では「2012」など、温暖化など人類の未来に関するさまざまな本が出回っています。『人類の消えた世界』という、空恐ろしい本まで出ています。映画でいえば『猿の惑星』のようなものでしょうか。人類がいなくなった後にどのような生物がいるか分かりませんが、——海底の堆積物を調査していたら堆積物のなかからおびただしいビニール袋が出てきた。いったいこれは何なのだろうか。年代測定をするとどうやらいまから100万年も前、1985年のものであった——というような話になるのでしょうか？

風が運ぶ砂粒、植物の種子、海で死んだ生物の遺骸、河川から運ばれた土砂やごみなど何でも、最終的には海の底に堆積します。自然物の多くは海水に溶けて海に同化しますが、ポリマーはどうにも溶けずに残って堆積物になってしまいます。そのような物質は、海洋に生息する生物にとっては有害です。足を引っ掛けたり、覆われて窒息したり、海底にす



関東海域の海底地形図

む生物たちが寿命を縮めているのも事実です。

相模湾の沿岸にも、さまざまなものがたくさん流れ着いています。神奈川県にある葉山しおさい博物館には、そうした漂着物が展示されています。最近では、流れ着いたものを集めたり、海岸の掃除をしたりするビーチコーミングがいろいろなところで行われています。このような努力で深海へ流れるごみが少なくなればよいと思います。

BE

この潜航の報告は『海洋科学技術センター試験研究報告 第2回「しんかい2000」研究シンポジウム』（1986年）にも出ていますので、ぜひそちらもあわせてお読みください。

http://docsrv.godac.jp/MSV2_DATA/23/02_01.pdf



左は、「しんかい2000」第167潜航で見つかった、三浦海底谷の堆積物と線状の構造。ビニール袋の角が海底をこすってできた傷である。

右は、泥岩の露頭と漂うビニール袋。水深1,100m

みなそのよどみにつもる
ちりあぐた
ひとのかせきに
なりけるかも
白川 関山

編集後記

読者の皆さま、今月号の特集「夏休みの自由研究」はいかがだったでしょうか？ 海洋や地球に関する研究では、なかなかいい題材が見つからないのですが、研究者の皆さんのアイデアにより、とても面白そうな内容になったと思います。

私が小学生のころの夏休み自由研究といえば、地方都市に住んでいたこともあり「昆虫採集」が「植物の観察」が王道でした。現在と状況がまったく違うのは、自由研究の中身を詳細に調べようとしても、使えるのは図書館の図鑑くらいしかなかったという点です。また、使える機材も限られていました。その点、いまはインターネットさえあれば何でも調べられ、たとえばGoogleで「夏休み自由研究」と検索すれば、検索結果はいったいいくつあるのか分からないほどです。もしかすると、パソコンの前から動かないで、検索結果のサイトに行き、そこから図や文章をコピー＆ペーストとしてハイ完成！ などという不心得者が出てくることさえあります。昔は、調べた情報量が少なければ少ないなりに、ある程度は自分の頭で考え、それが稚拙だったとしても、子どもなりの結論に達しようと努力をしていた気がします。また、当時の先生や親たちも、子どもに対して早急な結論を求めなかったと思います（当時は、そんなに子どもにかまっていられなかったのかもかもしれませんが……）。

本誌の「夏休みの自由研究」で、「ホームセンターで岩石採集」というのがあります。ここでは、研究者に子どもたちができるだけ簡単に岩石を集められる方法を考えていただきました。とはいっても、研究者の本音としては、実際にハンマーを持って山や川に行つて、現地で実際に地形を見ながら、岩石を見ながら採取をしてくれ、といったのだと思います。当然、自然と触れ合うことのない自然科学など、本来あり得ないはずだからです。

編集者としては、今回の特集からいくらかでも興味を持ち、都会から離れて本当の自然のなかで岩石やプランクトンを調べてみようと考えている子どもたちが（大人も）少しでも増えてくれることを希望しております。（T. T.）

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20巻 第4号（通巻96号）2008年7月発行

編集人 田代省三 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部 広報課
発行人 土屋利雄 独立行政法人海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部

制作・編集協力 有限会社フォントクリエイト

取材・執筆・編集 立山 晃 (p24-29) / 鈴木志乃 (p1-17, p20-23, p30-31) /

坂元志歩 (p18-19)

デザイン 株式会社デザインコンピビア (Ad 堀木一男 / 岡野祐三 / 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。

『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 メールが FAX、はがきに①～⑤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、請求書をお送り致しますので、請求書に従ってご入金をお願いします。ご入金を確認次第、商品をお送り致します。

○銀行振り込み

当機構指定の口座にお振り込みください。振込手数料をご負担ください。

○海洋研究開発機構 横浜研究所 地球情報部2階 図書室

請求書をご持参ください。手数料は必要ありません。請求書発行日の翌月末までの平日（年末年始などの休館日を除く）に限りです。

■お問い合わせ・申込先

〒236-0001 神奈川県横浜市中区金沢区昭和町 3173-25

海洋研究開発機構 横浜研究所 海洋地球情報部 広報課

TEL.045-778-5406 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（3-4月号）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。

賛助会（寄付）会員名簿 平成20年7月1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）

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

独立行政法人 海洋研究開発機構

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 神奈川県横浜市中区金沢区昭和町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 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目2番9号
日比谷セントラルビル6階
TEL.03-5157-3900（代表）
国際海洋環境情報センター 〒905-2172 沖縄県名護市玉豊原224番地3
TEL.0980-50-0111（代表）
Washington D.C. Office 1120 20th street, NW, Suite 700,
Washington, D.C. 20036, USA
TEL.+1-202-872-0000 FAX.+1-202-872-8300

第10回 全国児童

「ハガキにがこう

海洋の夢絵画コンテスト」

入賞作品紹介

海洋への関心が高まっている今日、未来を担う子どもたちが持つ海洋への夢やあこがれ、興味をさらに高めるために、海洋研究開発機構では全国の児童を対象とした絵画コンテストを、文部科学省などの後援により開催しています。作品募集は、毎年11月下旬から1月末ごろです。

詳しくは <http://www.jamstec.go.jp/f/kids/hagaki/index.html> をご覧ください。



● 名護市長賞

ぼくは思う…海は
宇宙へつづいている…と

京都府京都市立醒泉小学校6年
大村健人

● 南国市長賞

にじの下には宝もの。
みんなにじ色にへんしーん。

沖縄県名護市立大北小学校2年
宮城克司



● 横浜市長賞

きれいな魚と
ダンスしよう

大阪府東大阪市立楠根小学校4年
寺野 葉