

海と地球の情報誌

Blue Earth

121

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ISSN 1346-0811

2013年1月発行

隔月年6回発行

第24巻 第5号

(通巻121号)

Blue Earthを めぐる



高校生だって研究航海に行きたい!

宇宙プラズマ物理学入門

1 **特集**
Blue Earthをめぐる

24 **研究の現場から**
高校生だって研究航海に行きたい!
坂口有人
地球内部ダイナミクス領域 技術研究主任

28 **Marine Science Seminar**
宇宙プラズマ物理学入門
簗島 敬
システム地球ラボ 宇宙・地球表層・地球内部の
モデリングラボユニット 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**
「淡青丸」、新たな場で再出発

Blue Earthをめぐる

地球温暖化など地球環境変動の要因を明らかにし、将来の環境変化のより確かな予測を実現する——そのゴールに向けて、海洋研究開発機構（JAMSTEC）地球環境変動領域では、赤道域から南大洋、そして北極海など世界中の海、さらにモンゴルやシベリアなどの陸域でも観測研究を行っています。研究者たちが世界各地で捉えた“Blue Earth”地球の姿を紹介しましょう。

スコールのなかに現れた 巨大な虹

海面水温が世界で最も高い西部熱帯太平洋では、海水によって大気が暖められるため大気の大気対流が活発で、熱帯特有のスコールが降ります。この海域の降水量は日本の倍以上です。また、スコールを降らせる雲は、日本で見られるような乱層雲ではなく、ほとんどが積乱雲であるため、天気雨が多いです。そうした背景から、西部熱帯太平洋の洋上では虹を見るチャンスが、日本にいるときよりぐんと増えます。

この虹は、海洋地球研究船「みらい」船上で観測作業中、激しいスコールのなかに現れたものです。巨大で見事なダブルレインボーとなりました。

（撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム/
バブアニューギニア北方の太平洋／2012年8月）

不思議な朝焼け

薄明光線という現象で、「天使のはしご」とも呼ばれています。日の出直前に太陽の方向にある雲が所々で太陽光線を遮ったため、このような放射状に光が広がった不思議な朝焼けになったものです。中央に小さく月も見えています。

(撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／ミクロネシア近海の太平洋／2009年11月)



赤道の海とスコール

熱帯太平洋の西側は世界で最も海面水温が高い海域です。その暖かい海が上の空気を暖めるため大気中に活発な対流が発生し、このような大きな雲ができて、スコールと呼ばれる熱帯特有の雨を降らせませす。赤道域の美しい海に太陽の光がきらきら反射して、とてもきれいでした。

(撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／パプアニューギニア北方の太平洋／2008年7月)



朱に染まった海と空

凧の状態の熱帯の海における、日没直後の海と空です。外洋の海では、陸上と違って山やビルがないため空を遮るものがなく、また海と空が一体になって染まるため、とても雄大で美しい夕焼けとなります。見ていてため息が出るような夕焼けでした。

(撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／パプアニューギニア北方の太平洋／2010年12月)



洋上の月夜

外洋の海における満月の夜です。海面に反射してきらきら光る月明かりが、とてもきれいでした。ちなみに、月がない晴れた夜は、プラネタリウムよりすごい満天の星空となります。また赤道まで行くと、南十字星はもちろん、大小マゼラン星雲まで見ることができます。

(撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／パプアニューギニア北方の太平洋／2010年12月)



インド洋に行く「みらい」

海洋地球研究船「みらい」は2011年、インド洋にて国際観測プロジェクト「CINDY2011」に参加しました。巨大な雲「MJO（マッデン・ジュリアン振動）」を調べるため、各国から多くの船舶や航空機が参加しました。写真はアメリカの観測用航空機が「みらい」上空に飛来して連動観測を行ったとき、その航空機から撮影されたものです。

（撮影：Dr. Djamaï Khelif カリフォルニア大学アーバイン校／解説：勝俣昌己 熱帯気候変動研究プログラム／インド洋／2011年11月）

熱帯の海に浮かぶ「みらい」

（撮影・解説：柏野祐二
熱帯気候変動研究プログラム／バブアニューギニア
北方の太平洋／2012年8月）

小さな作業艇に乗って見上げた「みらい」は、とても大きく頼もしく見えました。こんな大船に乗って世界中の海洋や大気を観測できることは、研究者冥利に尽きます。

JAMSTECでは、西部熱帯太平洋海域にトライトンブイを15基展開しています。写真は、「みらい」船上におけるトライトンブイの回収作業の様子です。トライトンブイは2.4トンもの重さがあるため、その作業は安全かつ慎重に行わ

れています。このブイにはさまざまな気象・水中センサーが付いており、観測データは人工衛星を介して陸上に送られ、エルニーニョなどの気候変動の研究だけでなく日々の天気予報にも利用されています。

熱帯の青い空と海に、「みらい」の白い船体と黄色のトライトンブイがよく映えます。この航海では、一度に9基のトライトンブイを積んで、ミクロネシア・バブアニューギニア近海のトライトンブイの入れ替え作業を行いました。





アラスカが広がる針葉樹林

氷河観測に向かう途中にヘリコプターから撮影したシベリアの針葉樹林（タイガ）です。森林がはげているところは、地下の凍土が融けてできる「アラス」という池です。近年、凍土の融解により、アラスが広がっています。

（撮影・解説：紺屋恵子 北半球寒冷圏研究プログラム／シベリア、スタル・ハヤタ山塊付近／2011年9月）

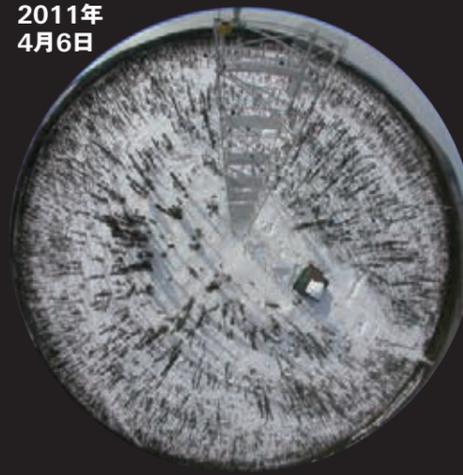
森林から草原へ変わる場所

モンゴルの植生は、降水量の変化に伴って北から、針葉樹林（タイガ）、草原、砂漠へと大きく変化することが知られています。さらに細かい植生のメカニズムを解明するため、日本とモンゴルの研究機関が共同で、自動気象観測システムを設置して研究しています。

（撮影・解説：石井励一郎 物質循環研究プログラム／モンゴル北部ウランバートル近郊／2011年8月）



2011年
4月6日



5月1日



6月29日



9月30日



魚眼レンズ で見た アラスカの 森の1年

アラスカのクロトウヒ林に建設された観測タワーの頂上から、森林の状況を毎日撮影しています。アラスカの森林はまばらで背も低いので、地上の様子もよく見えます。現地での観測と人工衛星の観測データを組み合わせて広域の森林の季節変化を研究しています。そのとき、葉の量や色だけでなく地上の状態を把握することも重要です。この観測は、アラスカ大学国際北極圏研究センターとの共同研究で行われています。毎日撮影される写真は、Phenological Eyes Network (PEN) のホームページで公開しています (<http://www.pheno-eye.org>)。

（撮影・解説：永井 信 物質循環研究プログラム／アラスカ大学国際北極圏研究センター、ポーカークラフトリサーチレンジ観測タワー）



氷河表面の水流跡

北極域は地球温暖化の影響を強く受けている地域です。地球温暖化とともにシベリアの氷河は融解が進んでいるといわれています。写真中央にくねくねと蛇行しているのが水流の跡です。氷河の上を歩いている人の2倍くらいの深さがあります。2000年代初めころにはこのような大きな水路は見つかっていませんでした。その後、夏に多くの水が流れるようになったため、水路が深く大きくなりました。

(撮影・解説：紺屋恵子 北半球寒冷圏研究プログラム／シベリア、スンタル・ハヤタ山塊付近／2011年9月)





グレイシャー・ミルク

氷河から流れてくる水は濁っています。氷河が岩盤を削ってつくった石の粉が水に入っているからです。そのような水を「グレイシャー・ミルク（氷河ミルク）」と呼びます。

水の色は、氷河が存在している地域の地質によって変わります。この地域では、灰色がかった白っぽい色をしています。左の流れは、奥にある氷河からのグレイシャー・ミルクです。右からは雪解け水が流れてきています。色の違いがはっきり分かります。

（撮影・解説：紺屋恵子 北半球寒冷圏研究プログラム／シベリア、スタタル・ハヤタ山塊付近／2011年9月）

シベリアの山塊

オホーツク海から300km足らずのこの地域には、幅約60km、長さ約500kmにわたって山々が集まり、およそ200の氷河が存在します。最高峰のムス・ハヤは2,959mの高さがあります。この山塊は、オホーツク海へ流れる水とレナ川を通して北極海へ流れる水の分水嶺となっています。サハ共和国の首都ヤクーツクから東へ向かい、針葉樹林（タイガ）からこの山塊に入ると、まず似たような形の鋭利な山々が見えます。この写真は、氷河へ向かうヘリコプターから撮影しました。さらに東に行くと、氷河に浸食された山々が見えてきます。

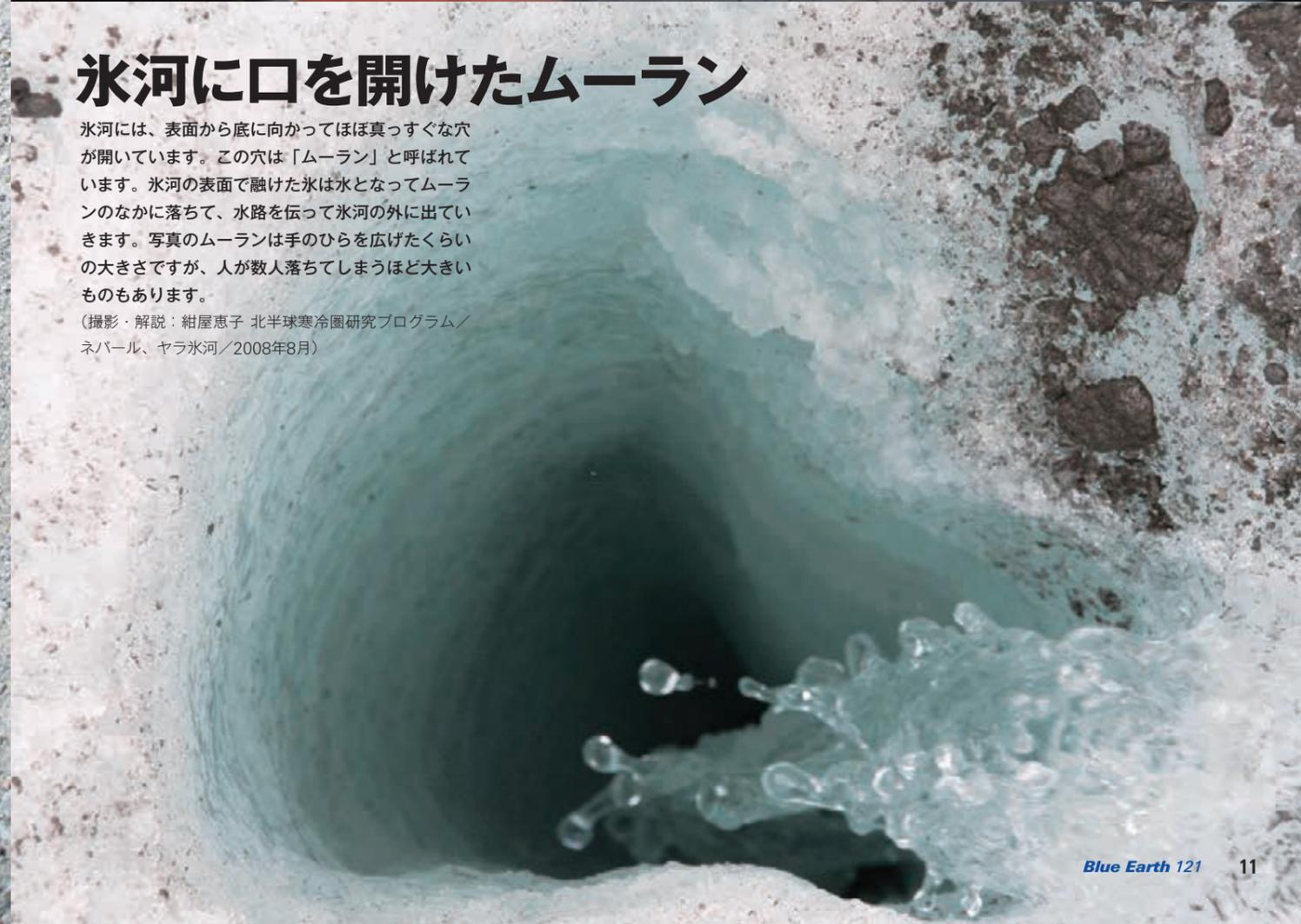
（撮影・解説：紺屋恵子 北半球寒冷圏研究プログラム／シベリア、スタタル・ハヤタ山塊／2011年10月）



氷河に口を開けたムーラン

氷河には、表面から底に向かってほぼ真っすぐな穴が開いています。この穴は「ムーラン」と呼ばれています。氷河の表面で融けた水は水となってムーランのなかに落ちて、水路を伝って氷河の外に出していきます。写真のムーランは手のひらを広げたくらいの大きさですが、人が数人落ちてしまうほど大きいものもあります。

（撮影・解説：紺屋恵子 北半球寒冷圏研究プログラム／ネパール、ヤラ氷河／2008年8月）



できたての海氷域に行く

10月の北極海は日を追うごとに太陽がどんどん低くなっていきます。昼間でも寒くなってくるので、海は凍り始めます。風が穏やかな日は、できたての無数の海水の結晶が浮かび上がり、波とともにシャリシャリ音を立てます。できたての海氷のなかを「みらい」が進んでいきます。

(撮影・解説：猪上 淳 北半球寒冷圏研究プログラム／北極海／2010年10月)



北極の空に気球を上げる

ラジオゾンデの放球の瞬間です。ヘリウムガスを充填したゴム気球に、小型軽量の測定器と小型無線送信機から成るラジオゾンデを取り付けて飛ばし、気圧と温度、湿度など高層の気象を観測します。ゾンデの位置をGPSで捉えることで、風向と風速を測定します。データは研究に利用されるだけでなく、全球通信放送システムを通じて全世界に配信され、日々の天気予報や大気観測に広く用いられています。

(撮影・解説：米本智仁 事業推進部 広報課／北極海／2008年9月)



吹雪のなかの採水

冬の北太平洋亜寒帯域は天気が悪く、海はいつも大しけです。波、風が弱くなった隙に観測を行います。観測中にも天気は急変します。植物プランクトン光合成実験のため夜明け前に採水するのですが、採水器揚取中には吹雪となっていました。自然の猛威を肌で感じる過酷な観測となりました。

(撮影・解説：松本和彦 物質循環研究プログラム／北太平洋亜寒帯域／2010年2月)



融ける海氷上に広がる雲

2005年8～9月のアメリカ砕氷船による北極海横断航海にて。融解が進んで「メルトポンド」と呼ばれる水たまりが広がる海氷上に、うろこ雲のような雲が広がっていました。太陽の高度が低く、夕焼けのような景色です。

2005年は当時の北極海海面積の最小記録を更新した年でしたが、北緯75度でもまだまだ海氷に覆われていました。ところが、2012年に「みらい」でこのあたりの海域を訪れたときには、海氷はまったくなく、雲も海もその様相が違ったものになっていました。(撮影・解説：菊地 隆 北半球寒冷圏研究プログラム／北極海、北緯75度・西経160度付近／2005年8月)



雪のなかの「みらい」

前日の激しい猛吹雪から一転、青空となった、むつ市関根浜港です。「みらい」船上にも厚く雪が積もりました。肌を刺すような厳しい寒さに、出航を間近に控えた気持ちもキリッと引き締まります。

(撮影・解説：木元克典 物質循環研究プログラム／北太平洋／2010年2月)





「みらい」の とっておきの場所からの眺め

「みらい」の後部操舵室の屋上からの景色はみんなの作業が見られる、とっておきの場所。右舷側では、ちょうど海水の塩分、水温、圧力を計測するCTD採水システムによる観測が終了し、水切りをしているところです。デッキ中央では、ヒストンコアラーで採取した泥を処理しています。さあ、次の観測点へ行くよ。

(撮影・解説：猪上 淳 北半球寒冷圏研究プログラム／北極海／2010年10月)

北極の白い虹と ラジオゾンデ放球

北極海を航行中の「みらい」で、ラジオゾンデを付けたバルーンが自動放球装置から放たれました。このラジオゾンデの観測によって、観測点の少ない北極の大気の構造を知ることにつながります。背景に見えるのは、白い虹（霧虹）の一部です。

（撮影・解説：猪上 淳 北半球寒冷圏研究プログラム／北極海／2010年9月）



雲のカーテン

2011年10月から4か月間行われた国際観測プロジェクト「CINDY2011」のため、インド洋を航行中の「みらい」から撮影されたカーテンのような雲と虹。一般に霧のような小さい水滴のなかで反射・屈折してできる虹は白くなります。しかし、この虹はきれいに色づいており、大きな水滴（雨粒）で反射・屈折したことが想像されます。

（撮影・解説：米山邦夫 熱帯気候変動研究プログラム／インド洋／2011年11月）



「みらい」に広がるオーロラ

2010年9月から行われた45日間の「みらい」北極海航海も後半に入り、日が一段と短くなってきました。例年低い雲に覆われることが多い北極海ですが、この年は雲が途切れ月明かりがはっきり見える日も何日かありました。10月3日の夜には星空のもと雄大なオーロラが広がり、普段は海を観測する研究者・観測技術員もこのときばかりは空に魅了されました。

（撮影：マリン・ワーク・ジャパン 佐藤弘康／解説：猪上 淳・堀 正岳 北半球寒冷圏研究プログラム／北極海／2010年10月）



ビーナスベルトと地球影

日没後の、西ではなく、東の空の写真です。水平線上の空にピンク色の帯が現れ、その下が暗くなっています。ピンクに見えるのは、日が沈んでも大気に夕日が当たっているためです。暗くなっているところは、地球の影が大気に映ったものです。それぞれ「ビーナスベルト」と「地球影」と呼ばれます。大気が澄んでいないと見ることができない現象で、日本でも冬によく見られます。

（撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／インドネシア・スマトラ島西方のインド洋／2011年1月）



海氷上を行くシロクマ

地球温暖化に伴う北極海環境変化、特に海氷の減少によって、ホッキョクグマ（シロクマ）は絶滅の危機にあるといわれています。この写真が撮影された1990年代までは、アラスカの沖合では夏にも海氷が多く存在しており、観測に行った際には必ずシロクマに出遭ったものです。雄大なその姿は、北極海海氷域の生態系の頂点に君臨するものとして、ふさわしく思えたものでした。

（解説：菊地 隆 北半球寒冷圏研究プログラム／提供：北極海総合研究チーム／アラスカ沖北極海／1990年代後半）



乾燥した草原を行くモウコガゼルの群れ

乾燥地域にあるモンゴルの草原では、植物の成長は降水のある夏季に限られ、低温と乾燥のため冬は成長しません。この地域に生息する野生の草食動物のなかで最も大きいモウコガゼルは、群れをつくり餌となる草を求めて1年に数千kmも移動することが、GPS衛星を用いた追跡観測からも明らかになっています。

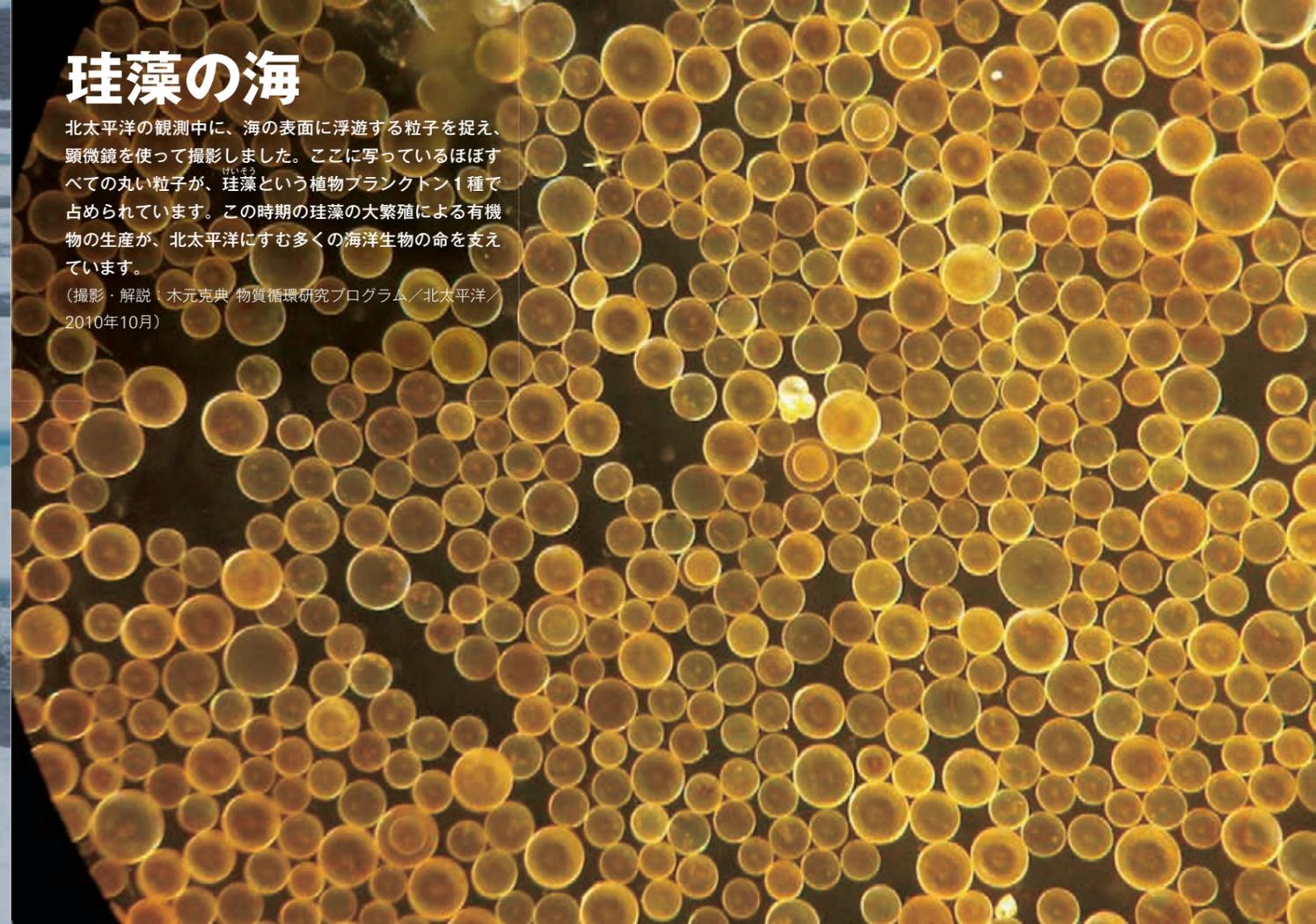
（撮影・解説：石井 励一郎 物質循環研究プログラム／モンゴル・マンダルゴビ周辺／2008年3月）



珪藻の海

北太平洋の観測中に、海の表面に浮遊する粒子を捉え、顕微鏡を使って撮影しました。ここに写っているほぼすべての丸い粒子が、珪藻という植物プランクトン1種で占められています。この時期の珪藻の大繁殖による有機物の生産が、北太平洋にすむ多くの海洋生物の命を支えています。

（撮影・解説：木元克典 物質循環研究プログラム／北太平洋／2010年10月）



海洋酸性化の影響が懸念されるプランクトンたち

北太平洋の表層海水に生息するプランクトンたちを顕微鏡で撮影しました。これらはすべて炭酸カルシウム（CaCO₃）から成る骨格を持つ動物です。

近年、人類による二酸化炭素の放出が海洋のpHを下げ、海洋酸性化が進むことで、これらのプランクトンの殻が溶解する可能性が指摘されています。JAMSTECは北太平洋に生息するプランクトンが本当にその影響を受けているかどうかを調べるため、現場に赴いてさまざまな調査を行っています。

（撮影・解説：木元克典 物質循環研究プログラム／北太平洋／2011年5月）



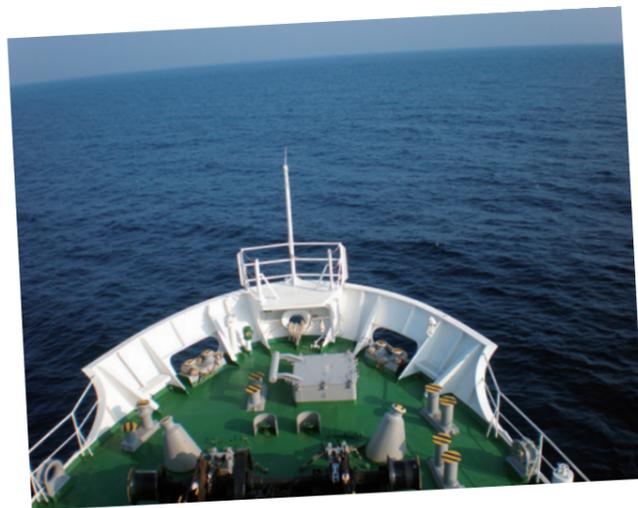
グリーンフラッシュ

沈む寸前の太陽の両端が緑色をしています。これは太陽が沈む直前の数秒間、大気がプリズムの役割を果たすことにより太陽光が屈折し、緑の光が見えるという現象で、グリーンフラッシュと呼ばれています。非常に珍しい現象で、これを見た者は幸せになれる、という伝説があるほどです。

(撮影・解説：柏野祐二 熱帯気候変動研究プログラム／南シナ海／2011年1月)



高校生だって研究航海に行きたい！



■ 研究のプロセスを体験するサマーサイエンスキャンプ

—JAMSTECでは毎年、科学技術振興機構 (JST) が主催するサマーサイエンスキャンプの一環として高校生を受け入れていますね。

坂口: 研究の現場を実体験できる合宿形式のプログラムです。2012年は8月13日から2泊3日の日程で横須賀本部において実施し、全国から18人の高校生が参加しました。2011~12年は地球内部ダイナミクス領域が担当し、私はプログラムの立案や講師を務めました。

サイエンスキャンプの狙いは、科学技術に対する興味・関心を高め、学習意欲の向上を図り、創造性や知的探求心、理数の才能などを育てることです。

地震や津波、地球環境問題などがメディアで盛んに取り上げられており、高校生も地球科学に興味や関心は持っていると思います。しかし地球科学を扱う高校地学の履修率は4~5%で、地学の授業を行っていない高校も多いのが現状です。地球科学を学びたい高校生は多いと思います。その要望に応え、地球科学の研究の現場を体験できるJAMSTECのサイエンスキャンプのような機会は貴重だと思います。

—2012年は、どのようなプログラムを組んだのですか。

坂口: 創造性や知的探求心を育てるには、フィールドに出て観察し、試料を採取して分析し、考察した結果をレポートにまとめて発表する、という私たち研究者が行っている一連の流れを高校生に体験してもらうことが有効です。

初日の午後三浦半島 (神奈川県) にある野比海岸に行きました。そこは海底が急速に隆起してきた場所です。断層

「海洋研究開発機構 (JAMSTEC) ならば、高校生を研究船に乗せて最先端の研究の現場に招待することができます」と坂口有人 技術研究主任は語る。高校生たちの創造性や知的探求心を育てるために、JAMSTECには何ができるのか。坂口 技術研究主任に構想を語ってもらった。

や堆積物など、さまざまな状況で形成された地層を見ることができます。有人潜水調査船「しんかい6500」に乗り込んで海底を探索している気分海岸を歩き、地層を観察します。そして、自分で採取する場所を決めて、ハンマーで石を砕いて、試料を採りました。

そして翌日、自分で採ってきた試料を削り、スライドガラスに塗り付けて顕微鏡で観察しました。すると、採取した場所によって見えるものがまったく異なります。陸に近いかわいか、水深が深いかわいかなど、地層ができたときの状況により、そこに含まれているプランクトンの化石や鉱物の種類が異なるのです。

■ スケッチは、脳が新しいことに気付くための作業

—試料採取や分析で大切なことは何ですか。

坂口: 悪い試料を採ってくると苦労するだけです。現場をきちんと観察し、ふさわしい場所から試料を採取することにより、目的に合った分析ができます。観察するときにはスケッチすることが大切です。実際に、野比海岸で地層のスケッチを行った班もあります。

—写真撮影では駄目なのですか。

坂口: 写真撮影とスケッチは、まったく異なる作業です。スケッチするには、視野のすべてのポイントを詳しく観察する必要があります。そして、それぞれのポイントの特徴を文字にして記載することで認識が深まります。スケッチは、脳が新しいことに気付くための作業なのです。ですから、どんな大御所の研究者でも、現場に行くと必ず自分でスケッチをします。現場にはたくさんの情報があります。現場に行かずに試料だけを渡されて分析すると、重要な情報を見落としてしまう恐れがあります。

—2日目には、地震波による構造探査の実習も行ったそうですね。

坂口: 横須賀本部のグラウンドをハンマーでたたいて地震波を起こし、その波を複数の地点で計測します。たたいた場所からの距離と地震波到達時刻の関係をグラフに描いて、地下



2012年8月13~15日に行われたJAMSTECのサマーサイエンスキャンプ (三浦半島野比海岸にて)

の構造を推定します。そこでも、データを自分で計測してグラフを描くというプロセスを体験することで、理解が深まります。さらに、海岸で採取した試料を円柱形に加工して、地震波の伝わる速度を測定しました。

JAMSTECでは、研究船に搭載したエアガンで人工地震波を起こし、それが海底や海底下の各地層で反射・屈折した波を計測することで海底地形や地下構造を調べています。その原理は実習で行ったものと同じです。

■ 成功の秘訣は、世界で誰よりも早く失敗すること

—高校生たちは貴重な体験をしましたね。

坂口: ただし、それが夏の思い出に終わってしまう恐れがあります。2泊3日では、トライ・アンド・エラーを行う時間がなかったからです。野比海岸での試料採取では、事前にそこがどのような特徴を持った場所なのか説明しました。しかし、どこで試料を採取すれば自分の見たいものを観察できるのか、それが分かったのは試料を観察して、ほかの人の試料と比べてときだったはずでした。もう一度、現場に行く機会があれば、もっとふさわしい場所で試料を採取するのに、と残念に思ったことでしょう。

私たち研究者も、事前調査を十分に行っても、初めての現場ではよい試料が得られず、失敗するケースがあります。実際に試料を採取して分析してみないと分からないことが多いのです。

どうすれば画期的な発見ができるのか。近道などない、

という人もいますが、本当はあります。それは、世界の誰よりも早く失敗することです。失敗することで、誰も予測もしていなかった世界が広がっていることにいち早く気付くことができます。それにより発見に近づくことができるのです。高校生たちの創造性や知的探求心を育てる近道も、失敗をたくさん経験させることです。それには長期プログラムが必要です。

■ JAMSTECならば世界一のアウトリーチができる！

—具体的には、どのようなプログラムが考えられますか。

坂口: 高校生を宇宙に連れていくことや加速器を使った実験に参加させることは難しいですが、JAMSTECならば研究船に高校生たちを乗せて最先端の研究の現場を体験させることができます。海底地形や地下構造の探査を行い、希望する地点で観察や試料採取を行います。そして試料を持ち帰って自分たちで分析するのです。JAMSTECならば、高校生を対象にした世界一のアウトリーチ (普及・啓発活動) が実現可能です。—具体的にどのような研究テーマが考えられますか。

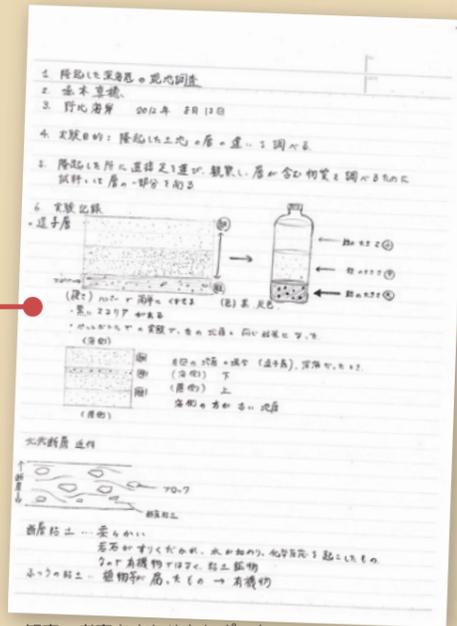
坂口: ピストンコアラーという装置を使えば、海底から深さ10~20mの堆積物を採取できます。そこには過去十数万年の歴史が刻み込まれています。相模湾の試料ならば、富士山の噴火の歴史をたどることができるでしょう。また、無人探査機を使えば、深海の生物を観察したり海底から鉱物を採取したりすることが可能です。

実は、2012年のサマーサイエンスキャンプは、そのような

■ サマーサイエンスキャンプ2012



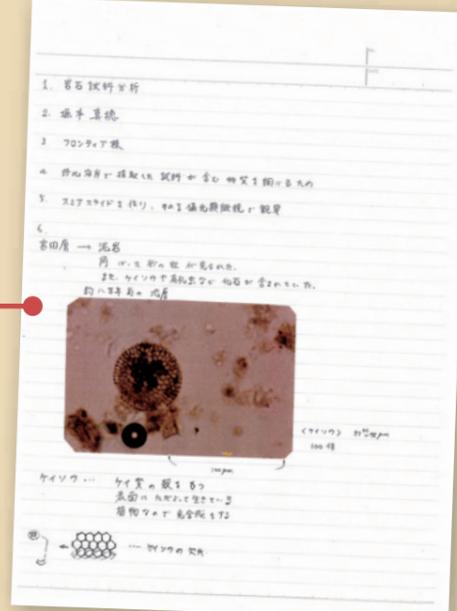
野比海岸での試料採取



観察・考察をまとめたレポート
提供：堀本真穂さん（和歌山信愛女子短期大学附属高等学校）



採取した試料を観察する



ハンマーで地震波を起こして計測する



講義を行う坂口有人 技術研究主任（右）

■ 高校生にも研究航海を体験してほしい



写真は、学術研究船「白鳳丸」で研究航海をする大学院生

研究船での調査を意識してプログラムを組みました。航海の前にキャンプを体験することにより、研究船で実施する調査への理解が深まります。

長期プログラムのゴールは、研究成果をまとめて研究コンテストに応募することです。国内で最も権威のある日本学生科学賞や、国際的なコンテストでの受賞を目指してほしいですね。

——研究航海には何人くらいの高校生が乗船できそうですか。

坂口：10人程度です。どのような観測を行いたいのか研究プランを作成してもらい、それを審査して研究船に乗る代表を選抜する必要があります。ただし、それに選ばれなかった人たちにも、採取した試料を配布することが可能です。

JAMSTECは、研究プランを書くために必要な調査海域や観測機器の情報、高校生の興味に応える地球科学の最新の話題を提供することができます。ただし、実際に研究プランを作成するには、高校の先生たちの指導が必要でしょう。地学部や生物部の活動の一環として取り組むことが考えられます。さらに試料の分析には、各地の大学の先生たちに協力してもらい、最新の分析装置を使うことができるようにしたいですね。プログラムの実施には、高校や大学の先生たちとの連携が不可欠です。

■ 地球科学の魅力

——連携の輪を広げるための具体策はありますか。

坂口：地学オリンピック日本委員会との連携を考えています。2012年の国内予選には924人の中・高校生が応募し、最終的に4人に絞り込まれて、アルゼンチンで開かれた国際大会へ挑みました。そして見事に、成績上位10%に与えられる金

を1個、20%の銀を3個獲得しました。2016年には日本で国際大会が開催される予定です。地学オリンピックは筆記試験と実技試験を行います。高校地学の教科的な要素が強い傾向があります。地学オリンピック日本委員会では、小・中学生を対象とした研究コンテストを企画しようとしています。ぜひ緊密な連携を図りたいと思います。

——構想をいつごろから具体化できますか。

坂口：すでにJAMSTECの関係部署と検討を始めていて、最初の航海を2013年度に行いたいと希望しています。

——そもそも地球科学の魅力とは。

坂口：気象や地震・火山活動、海や生物など研究対象が感覚的に理解しやすく、親しみやすいことだと思います。また、サイエンスキャンプで実施したように、自分で選んだ場所で試料を採取し、それを処理して分析するという、サイエンスを一からつくり上げる研究者と同じプロセスを体験できることも大きな魅力です。地球科学には、地表の7割を占める海や、さらにその下の地下圏など、手付かずのフロンティアが残されています。新しいアイデアを持つ若い人たちが参入して活躍できる余地の大きい分野です。そして日本周辺には、地球という惑星の進化を探ることのできる特徴的な海域が広がっています。

——地球科学を進めるには、物理や化学、生物、工学などさまざまな分野の知識も必要ですね。

坂口：親しみやすい地球科学のプログラムを通じて自然科学全体への関心と興味が高まれば、素晴らしいことです。最先端の研究の現場を体験できる機会は、私の高校時代にはありませんでした。自分が高校生だったらこんな体験をしたい、という夢のプログラムを実現していきたいと思っています。

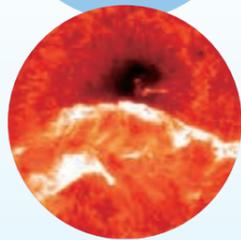


図1 太陽フレアのシミュレーション

フレアを起こしそうな場所に太陽表面から磁場を注入し、磁気リコネクションを経て爆発現象が起きる過程をシミュレーションしている。緑の線が磁力線、赤は高温のプラズマを表す (提供: 草野完也博士)

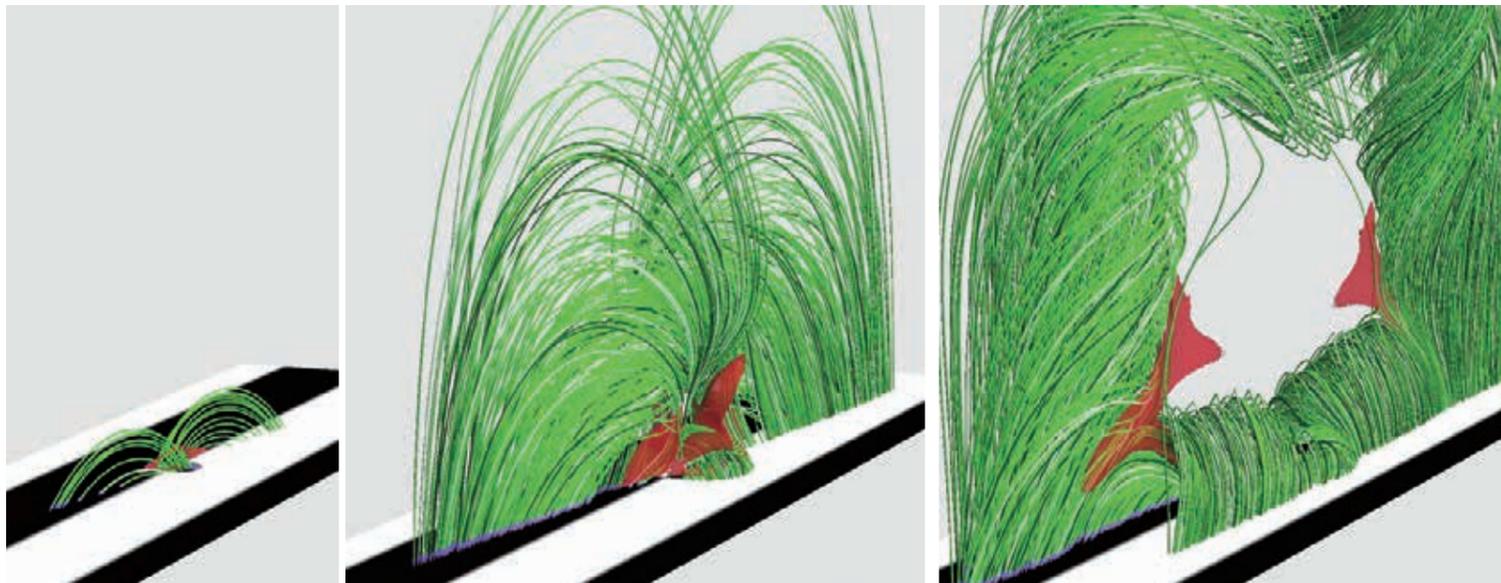


図2 太陽観測衛星「ひので」がX線で捉えた太陽

100万~1000万度にもなる高温のプラズマが出すX線を捉えている。明るい部分は太陽大気で起きる大爆発フレア、黒く見える部分は太陽風の吹き出し口である (写真提供: 国立天文台)

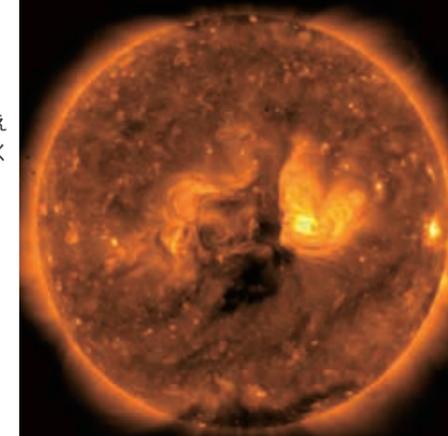
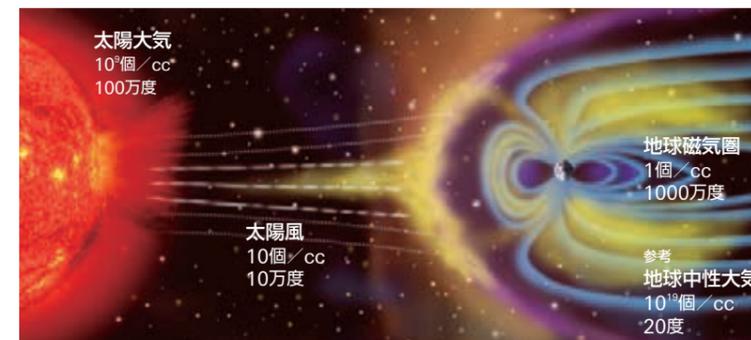


図3 太陽風と地球磁気圏

太陽から流れ出したプラズマは太陽風となって惑星間空間を吹いている。地球磁気圏は、太陽側はつぶされ、太陽と反対側は長く引き伸ばされている。場所ごとのプラズマ粒子の密度と温度を示した (写真提供: NASA)



宇宙プラズマ物理学入門

2012年6月18日 第149回地球情報館公開セミナーより

宇宙空間は真空ではなく、電離した気体である「プラズマ」で満ちています。宇宙のプラズマは、太陽大気におけるフレア爆発や、美しいオーロラなど、さまざまなダイナミックな現象を引き起こします。プラズマの基本的な挙動から宇宙で見られるプラズマ現象、さらには人類社会に及ぼす影響までを、私たちが行っているコンピュータシミュレーションによる研究成果を交えて紹介します。

氣的に中性となっている状態をプラズマと呼びます。

イオンと電子は電荷を帯びているので、運動すると電流が流れます。電流が流れると、電場と磁場が発生します。電場と磁場が発生すると、電荷を帯びた粒子の運動を変えます。すると電流が流れ……ということを繰り返します。しかもプラズマは導電性が高く電流がたくさん流れるため、強い電場や磁場が生成されます。その結果、粒子はばらばらに運動することができず、集団的に振る舞います。

磁力線について知っておくと、プラズマの理解が進みます。磁力線とは、各点の磁場の向きをつないでできた線です。棒磁石の周りに砂鉄をまくと、線のような模様ができます。それが磁力線です。線が密なところは磁場が強く、線がまばらなところは磁場が弱くなっています。磁力線には端がありません。磁力線は、必ずどこかにつながっていて、途中で切れることはないのです。

イオンも電子も磁力線の周りをらせん運動します(図4上)。重いイオンは回転する半径が大きく、軽い電子は小さく、また正の電気を帯びているイオンは右回り、負の電気を帯びている電子は左回りです。

宇宙で躍動するプラズマ

宇宙で見られるさまざまなプラズマを紹介しましょう。まず太陽です。可視光で見える太陽表面は、黒点があるだけで、のっぺりしています。ところがX線で見ると、光ったり炎のようなものが上がったり、めまぐるしく表情を変えます(図2)。太陽の大気で「フレア」と呼ばれる爆発現象が起きているのです。X線を出しているのは、100万~1000万度もの高温のプラズマです。太陽はプラズマの塊なのです。

太陽のプラズマは、地球など惑星がある惑星間空間に流れ出ています。プラズマの流れは「太陽風」と呼ばれ、そのスピードは秒速1,000kmにも達します。太陽風は、数日かけて地球の近くまでやって来ます。この太陽風にさらされていたら、生物は生きていません。私たちが地球で暮らせるのは、地球に磁場があって、太陽風が地球に直接吹き付けるのを防い

でいるからです。地球の磁場の範囲を「地球磁気圏」といいます。地球磁気圏は本来、丸く地球を包んでいるのですが、太陽の側は太陽風によって押しつぶされ、太陽と反対側は長く伸びています(図3)。

地球磁気圏のなかには数百億度もの高温のプラズマが詰まっている領域があり、「放射線帯」と呼ばれています。放射線帯にあるプラズマの粒子は、磁力線に沿って地球に降ってくることがあります。すると、プラズマ粒子は大気中の分子と衝突して発光します。それがオーロラです。オーロラは、地球だけでなく磁場を持っている惑星、たとえば木星や土星でも起きます。

太陽系の外にもプラズマ現象はたくさんあります。その1つが超新星爆発です。太陽よりずっと質量の大きい星が一生の最後に起こす大爆発で、星をつくっていた物質がプラズマになって吹き飛ばされます。さらに遠く、銀河系の外にもプラ

ズマ現象はあります。活動銀河核と呼ばれる、とても明るい銀河の中心核です。その中心には超巨大なブラックホールがあると考えられており、プラズマのジェットが噴出しています。

このように、宇宙はプラズマに満ちていて、プラズマのダイナミックな現象が至る所で起きているのです。

プラズマの振る舞い

私が所属している宇宙・地球表層・地球内部のモデリングラボユニットでは、太陽から地球磁気圏までにおけるプラズマを研究しています。私たちの研究成果を紹介する前に、プラズマ現象を理解する上でぜひ知っておいていただきたいプラズマ物理学の話をししましょう。

プラズマとは電離した気体だといいますが、イオンと電子が1個ずつの状態はプラズマと呼ばれません。多数のイオンと電子で構成されていて、全体として電

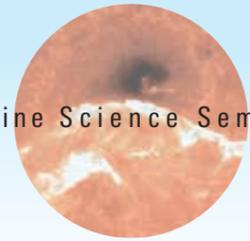
私は子どものころ、「宇宙空間は真空で何もない」と教わりました。ところが大学の授業で、それは正しくないことが分かりました。宇宙はプラズマで満ちているのです。

プラズマとは電離した気体で、物質の第4の状態ともいわれます。固体は、分子間力で分子と分子が強く結合している状態です。固体を加熱していくと分子間力が弱くなって流動するようになります。それが液体です。加熱を続けると、分子はばらばらに動きだします。それが気体です。第4の状態であるプラズマは、さらに加熱し1万度くらいになると現れます。分子はいくつかの原子が結合したもので、原子は原子核とその周りを回る電子で構成されています。ところがプラズマでは、電子が飛び出し、分子はプラスの電気を帯びたイオンになっています。つまりプラズマとは、電子とイオンがばらばらに動いている状態です。



システム地球ラボ
宇宙・地球表層・地球内部の
モデリングラボユニット
研究員
叢島 敬

みのしま・たかし。1980年、東京都生まれ。博士(理学)。東京大学理学部卒業。東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。名古屋大学太陽地球環境研究所研究員を経て、2010年より現職。専門は太陽物理学、プラズマ物理学、シミュレーション科学



磁力線がカーブしている場合を考えてみましょう(図4下)。プラズマ粒子は磁力線の方向には自由に動くことができますが、磁力線が密になって磁場が強いところでは跳ね返され、進行方向が逆になります。その運動が繰り返され、プラズマ粒子は磁力線のなかに閉じ込められます。これを「磁気ミラー効果」と呼びます。地球磁気圏の放射線帯にプラズマ粒子が詰まっているのも、磁気ミラー効果によるものです。太陽フレアでもプラズマ粒子の閉じ込めが起きています。

流体としてのプラズマ

ここまでは粒子としてのプラズマの運動ですが、プラズマは流体として扱うことができます。流体としてのプラズマの運動を扱う物理が、ハンス・アルフベンによって確立された磁気流体力学です。流体としてのプラズマにおける重要な性質が、「凍結」です。プラズマが移動すると磁力線も移動します。また2本のプラズマの柱があったとき、磁力線をそのままにプラズマだけを入れ替えることはできません。そうした性質をアルフベンは、「磁場がプラズマに凍結している」と表現しました。

もう1つの重要な性質が、「アルフベン波」です。磁力線はゴムひもに例えられます。ゴムひもをびんと張って中心をはじくと、波が両方に伝わっていきます。この横波がアルフベン波で、プラズマ中で情報を伝達する役割を担っています。最近、太陽大気が波打っている様子が観測され、アルフベン波ではないかと考えられています。

磁力線のつなぎ換え

私たちの研究成果をいくつか紹介していきましょう。宇宙プラズマには、「磁気リコネクション」という現象があります。リコネクションとは再結合という意味で、磁力線がつなぎ換わることです。宇宙空間では、上下あるいは左右で磁力線の向きが逆になっていることがよくあります。そこに力が加わると、磁力線のつなぎ換えが起こります。つなぎ換えは次々と起こり、磁力線の構造がダイナミックに変化します。

磁気リコネクションは、太陽フレアでも起きています。私たちは、太陽フレア

のシミュレーションを行うことで、磁気リコネクションがいつ、どこで、どのように起きるのかを明らかにしようとしています(図1)。シミュレーション結果は、最初に小さなエネルギーの解放があり、引き続いて大きな磁気リコネクションが起きて増光する、という観測結果とよく合っています。

磁気リコネクションは地球磁気圏でも起きており、オーロラの原因になっていると考えられています。太陽フレアと地球磁気圏という異なる領域での現象を比較することで理解を深めようという、比較リコネクション学も進んでいます。

衝撃波は粒子加速の場?

音速を超える流れが障害物にぶつかる、衝撃波ができます。太陽から大量のプラズマが放出される時や、太陽風が地球磁気圏にぶつかる時にも、衝撃波ができます。この衝撃波が注目されています。

宇宙から飛んでくる宇宙線のなかには超高エネルギーのものがあります。その粒子がどこで、どのように加速されるのか、そのメカニズムはよく分かっていません。粒子加速の現場として有力視されているのが衝撃波なのです。卓球でラリーを続けているとボールの速度がどんどん上がっていきます。衝撃波のなかでは磁場の乱れによって壁ができ、粒子が壁に衝突を繰り返すことで効率的に加速されているのではないかと考えられています。私たちは、衝撃波のなかで壁ができるのか、粒子が加速されるのかをシミュレーションで明らかにしようとしています。図5は、衝撃波をシミュレーションしたものです。プラズマが高温になっている様子や、電場と磁場が発生している様子など、衝撃波の波面で複雑な構造が現れていることがわかります。衝撃波のシミュレーションでは膨大な数のプラズマ粒子の振る舞いを計算しなければならないため、大規模な計算になります。そのための技術開発も行っています。

磁気圏内部に太陽風プラズマが侵入

太陽風のプラズマは磁気圏内部には入ってこないように思うかもしれませんが、実は入ってきています。しかし、ア

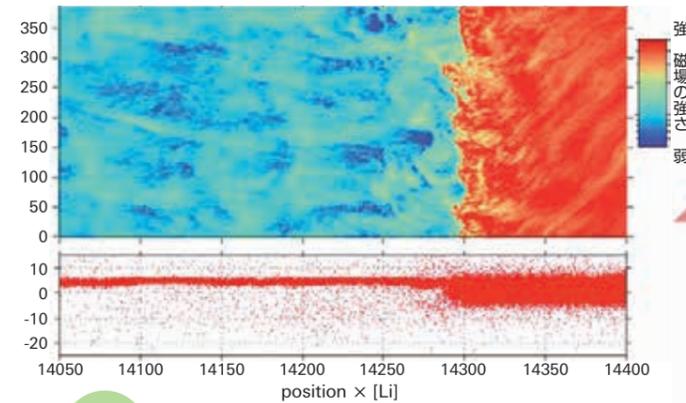


図5 衝撃波のシミュレーション

左側からプラズマを流して右端で反射させることで、衝撃波を発生させている。上は磁場の強さ、下はプラズマの温度を表している。衝撃波下流(右側)では、磁場が強まりプラズマ温度が上昇する(提供: 杉山徹博士)

図6 ケルビン・ヘルムホルツ不安定性のシミュレーション

赤が太陽風側のプラズマの流れ、青が磁気圏側のプラズマの流れ。逆方向に流すと、境界が乱れてきて太陽風のプラズマが磁気圏に取り込まれていく

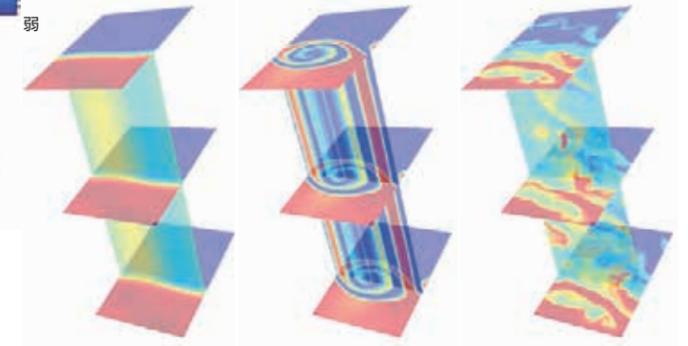


図7 超水滴法のシミュレーション

エアロゾルと雲粒から雲ができる様子をシミュレーションしている(提供: 島伸一郎博士)

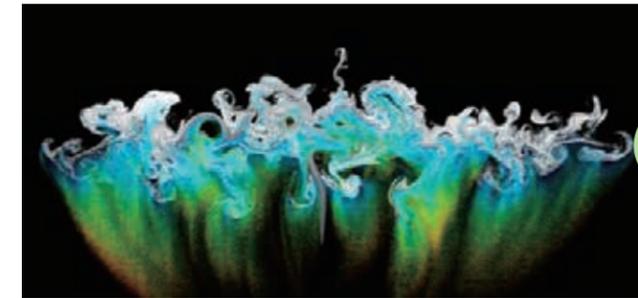
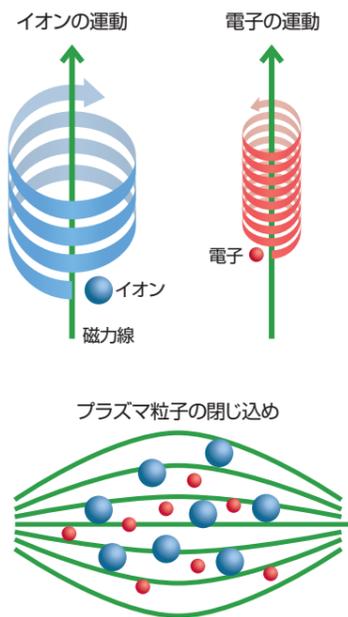


図4 プラズマ粒子の運動と閉じ込め

イオンと電子は磁力線の周りをらせん運動する。磁力線が密なところは磁場が強く、磁場が下のような形状の場合、プラズマは左右で跳ね返されて磁気ミラー効果によって閉じ込めが起きる



ルフベンの「磁場とプラズマの凍結」の原理に従うと、磁気圏側のプラズマと太陽風側のプラズマが入れ替わることはありません。太陽風プラズマが磁気圏内部に入るには、その原理を破る何らかの仕組みが必要です。有力視されているのが、「ケルビン・ヘルムホルツ不安定性」です。流体が逆方向に流れていると、その間に渦ができるというものです。

図6は、ケルビン・ヘルムホルツ不安定性のシミュレーション結果です。太陽風のプラズマの流れと磁気圏のプラズマの流れを逆方向に流すと、境界がだんだん乱れてきて、太陽風のプラズマが磁気圏に取り込まれていく様子がわかります。このようにして取り込まれた太陽風のプラズマが、オーロラなどを引き起こすのです。

私たちの生活への影響

激しい太陽フレアが起きると、それに伴って生じた衝撃波や高エネルギー粒子によって、人工衛星の制御や通信に障害が出たり、宇宙飛行士や航空機の乗員乗客が被ばくしたりすることがあります。また、地球の磁場が大規模に乱れる「磁気嵐」が起きて、地球大気に電流が流れ送電線が損傷し、大停電が起きたこと

も実際にあります。

いつ太陽フレアが発生し、どれくらいのプラズマが飛んできて、私たちの生活にどのような影響があるかを予測する「宇宙天気予報」の研究が、10年ほど前から盛んに行われています。宇宙天気予報の実現を目指し、太陽のリアルタイムモニタリングや、フレアや磁気圏や放射線帯のモデルをつくりシミュレーション研究を行っています。

また、太陽活動は、11年周期で活発な時期と穏やかな時期を繰り返しています。太陽活動は地球の気候変動に影響を与えているといわれていますが、そのメカニズムはよく分かっていません。鍵を握っていると考えられているのが、放射線です。太陽活動が穏やかなときは地球に降り注ぐ宇宙線の強度が増え、活発なときは宇宙線の強度が減ることが分かっています。太陽活動が穏やかなときは、太陽風が比較的静かに流れてくるので、宇宙線は地球に降り注ぐことができるのです。

ヘンリック・スベンスマルクは、宇宙線が強い時期は雲量が増え、宇宙線が弱い時期は雲量が減っていることを明らかにしました。そして、宇宙線がたくさん降りてくると雲が増えるという「宇宙線雲

核生成促進仮説」を提唱しました。宇宙線は大気中の分子をイオン化します。それは1nmと小さいですが、電気的な力で周りの微粒子を吸い付けて1μmほどのエアロゾルに成長します。それがさらに水滴を吸い付けて100μmほどの雲粒になります。それが集まると数〜数十kmの雲ができます。宇宙線が降ってくるほどイオンの核ができやすくなって雲がたくさんできる、という仮説です。

雲量の変化は、太陽全放射強度や紫外線、プラズマの変動など太陽活動の直接の影響である可能性も指摘されています。宇宙線雲核生成促進仮説が正しいかどうかを検証するためには、1nm、1μm、100μmというマイクロから、kmというマクロスケールまで、さまざまな階層をつないでシミュレーションを行わなければなりません。私たちはまずエアロゾルと雲粒から雲ができる様子をシミュレーションできる「超水滴法」を開発して研究を進めています(図7)。これは宇宙線雲核生成促進仮説を検証するための第1段階です。今後、マイクロからマクロの現象まで階層を連結して扱うことができる手法を開発し、気候変動との関わりや宇宙天気予報の研究に役立てていきたいと思っています。

BE

特集「Blue Earthをめぐる」は、いかがだったでしょうか。美しい写真を見て海洋研究開発機構（JAMSTEC）の研究フィールドが全地球規模に広がっていることを再確認されたことと思います。

特集にも登場した海洋地球研究船「みらい」は1997年の就航からすでに15年たちましたが、現在JAMSTECにとって待望の新観測船の建造が進んでいます。「みらい」建造時との大きな違いは、IT技術の大幅な進歩です。1990年代でも船の設計をCADで行うのは一般的でしたが、検討作業では大きな図面を机に広げて議論をしていました。「みらい」の建造では、研究室の実物大模型をつくり、なかに入って機材の配置や動線などを検討したものでした。一方、新観測船での検討作業の多くは大型ディスプレイに表示される3DのCGを見ながら行われており、機材の配置だけでなく壁や床の色もその場で変えてみるができます。また、検討結果の電子化やTV会議の活用によって、効率が格段に向上しました。

さらに、「みらい」建造時では想像できなかったことですが、新観測船では格安な通信衛星によって船上でもインターネットの常時接続が可能になります。船内のどこにいても無線LANでパソコンやタブレットを使い観測データを取得して研究を進めることができるようになります。

近い将来、船上の観測装置を陸上からリモートで動かすことができるようになるでしょう。研究者は乗船しなくても論文が書けるようになるかもしれません。そのような時代になっても、海洋の研究を志す研究者は、本特集のような美しい光景に心から感動し、新たな地球の謎に挑むという気持ちだけは持ち続けてほしいと願っています。(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24巻 第5号（通巻121号）2013年1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 (p25-27) / 鈴木志乃 (p1-24, p28-31, 裏表紙)

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。

賛助会（寄付）会員名簿 平成25年1月31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	沖電気工業株式会社
あいおいニッセイ同和損害保険株式会社	株式会社カイショー
株式会社アイケイエス	株式会社海洋総合研究所
株式会社アイワエンタープライズ	海洋電子株式会社
株式会社アクト	株式会社化学分析コンサルタント
株式会社アサツディ・ケイ	鹿島建設株式会社
朝日航洋株式会社	川崎汽船株式会社
アジア海洋株式会社	川崎重工業株式会社
株式会社アルファ水工コンサルタンツ	株式会社環境総合テクノス
泉産業株式会社	株式会社関電工
株式会社伊藤高圧瓦斯容器製造所	株式会社キュービック・アイ
株式会社エス・イー・エイ	共立インシュアランス・ブローカーズ株式会社
株式会社エスイーシー	共立管財株式会社
株式会社SGKシステム技研	極東製薬工業株式会社
株式会社NTTデータ	極東貿易株式会社
株式会社NTTデータCCS	株式会社きんでん
株式会社NTTファシリティーズ	株式会社熊谷組
株式会社江ノ島マリンコーポレーション	クローバテック株式会社
株式会社MTS雪氷研究所	株式会社グローバルオーシャンディベロップメント
有限会社エルシャンテ追浜	KDDI株式会社
株式会社OCC	京浜急行電鉄株式会社
	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	清進電設株式会社
国際気象海洋株式会社	石油資源開発株式会社
国際警備株式会社	セコム株式会社
国際石油開発帝石株式会社	セナーアンドバーンス株式会社
国際ビルサービス株式会社	株式会社損害保険ジャパン
五洋建設株式会社	第一設備工業株式会社
株式会社コンボン研究所	大成建設株式会社
相模運輸倉庫株式会社	大日本土木株式会社
佐世保重工業株式会社	ダイハツディーゼル株式会社
株式会社サノヤス・ヒシノ明昌	大陽日酸株式会社
三建設備工業株式会社	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	東京製綱織維ロープ株式会社
スプリングエイトサービス株式会社	東北環境科学サービス株式会社
住友電気工業株式会社	東洋建設株式会社

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

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 沖縄県名護市宇豊原224番地3 TEL. 0980-50-0111 (代表)

「淡青丸」、新たな場で再出発

2013年1月12日早朝、東京港台場専用棧橋から学術研究船「淡青丸」が福島沖を目指して出航した。これが「淡青丸」最後の研究航海となる。「淡青丸」は、東京大学海洋研究所の研究船として1982年に誕生し、2004年に海洋研究開発機構（JAMSTEC）に移管された。日本近海を中心に、マリアナ海溝、フィリピン近海、オホーツク海などにおいて、30年間で約600の研究航海を実施。日本の海洋研究者のおよそ半数が「淡青丸」に乗船したことがあるともいわれており、日本の海洋研究に大きな役割を果たしてきた。「淡青丸」は最後の研究航海を終えた後、JAMSTECを離れて新たな場で再出発し、これからも海を巡り続ける。



撮影：山科則之（事業推進部）