

地球 発見 CHIKYU HAKKEN

EARTH DISCOVERY

南海掘削ステージ2

「ちきゅう」
紀伊半島沖・南海トラフで
初のライザー掘削に成功!!

SPECIAL TOPIC 1:
IODP 第319次研究航海

ライザー掘削の成功が
切り開いた、新たな可能性

SPECIAL TOPIC 2:
IODP 第322次研究航海

巨大地震と日本列島の
なりたちの解明へ、
また一歩近づいた



CONTENTS

南海掘削ステージ2

「ちきゅう」紀伊半島沖・南海トラフで初のライザー掘削に成功!! 2

SPECIAL TOPIC 1 : IODP 第319次研究航海

ライザー掘削の成功が切り開いた、新たな可能性 3

SPECIAL TOPIC 2 : IODP 第322次研究航海

巨大地震と日本列島のなりたちの解明へ、また一歩近づいた 7

GRAPHIC GUIDE :

世界一速い海流にも負けないライザー フェアリング システム 9

DISCOVER THE EARTH :

巨大地震のメカニズムをより詳しく教えてくれる「ゆっくり地震」 11

FACE :

「ちきゅう」の安全を守る防衛隊!? 「HSE」グループ 12

CDEX DECK :

「Sand for Students」野外実習ほか 13

FOR THE FUTURE :

新センター長が語る・CDEXの現在とこれから 14

CLOSE UP :

船上からのメッセージ



船体データ

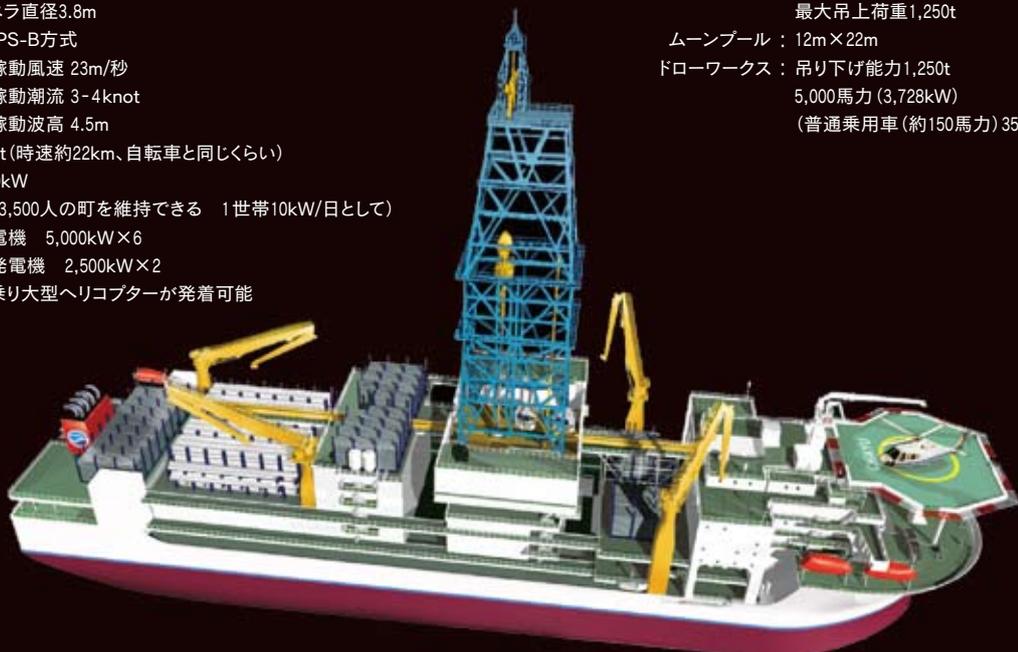
船級 : NK(日本海事協会)
航行区域 : 遠洋(国際)
全長 : 210m(新幹線約8両分)
型幅 : 38.0m(フットサルコートくらい)
船底からの高さ : 130m(30階建てのビル)
深さ : 16.2m(プールの深さの3倍くらい)
満載喫水 : 9.2m
総トン数 : 約57,087t
航続距離 : 約14,800海里(満載、10ノットにて)
約27,410km(地球半周以上:地球の円周4万km)
最大乗船人員 : 150人(乗組員100人、研究者50人)
推進装置 : サイドスラスター 2,550kW(3,470PS) × 船首部1
アジマススラスター 4,100kW(5,710PS) × 船首部3、船尾部3
プロペラ直径3.8m
DPS : NK DPS-B方式
最大稼動風速 23m/秒
最大稼動潮流 3-4knot
最大稼動波高 4.5m
最大速度 : 12knot(時速約22km、自転車と同じくらい)
発電機容量 : 35,000kW
(人口3,500人の町を維持できる 1世帯10kW/日として)
主発電機 5,000kW×6
補助発電機 2,500kW×2
ヘリコプターデッキ : 30人乗り大型ヘリコプターが発着可能

地球深部探査船

「ちきゅう」

掘削データ

掘削方式 : ライザー掘削方式・ライザーレス掘削方式
最大掘削水深 : 2,500m(ライザー掘削時)
ドリルストリング長 : 10,000m(富士山約3個分)
噴出防止装置 : 重さ380t
高さ14.5m
耐圧能力103MPa
ライザーパイプ : 長さ27m(1本)
直径約50cm
ドリルパイプ : 長さ9.5m(1本)
直径約14cm
デリック(掘削やぐら) : 高さ70.1m
幅18.3m
長さ21.9m
最大吊上荷重1,250t
ムーンプール : 12m×22m
ドローワークス : 吊り下げ能力1,250t
5,000馬力(3,728kW)
(普通乗用車(約150馬力)35台分のパワー)





南海掘削ステージ2

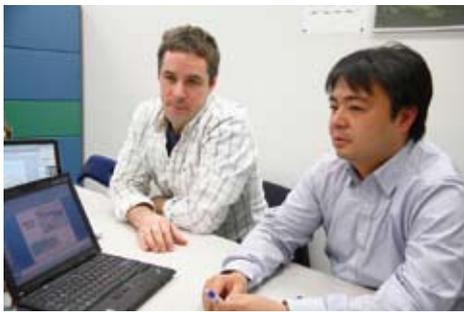
「ちきゅう」紀伊半島沖・南海トラフで初のライザー掘削に成功!!

地震の断層帯を直に掘り、地震発生の謎に迫ろうとする巨大プロジェクト、南海トラフ地震発生帯掘削計画(南海掘削)。2009年、南海掘削は4つのステージのうち、「ステージ2」へと歩みを進め、ふたつの研究航海を無事終了させた。

科学掘削史上初のライザー掘削に挑んだ、第319次研究航海。
巨大地震発生帯に沈み込む前の岩石試料を見事に獲得した、第322次研究航海。
いずれも重要な成果を取ることができた。

ライザー掘削の成功が 切り開いた、新たな可能性

2009年6月、「ちきゅう」がIODP史上初めてのライザー掘削を開始した。掘る場所は“地震の巣”、紀伊半島沖、熊野海盆の中央部。目標深度は、水深2000mの海底からさらに下へ1600m。乗組員、掘削技術者、研究者たちによる未踏の技術への挑戦の日々を追った。



乗船研究者26人のリーダー 荒木英一郎博士(右)と、研究者らをはじめ乗船スタッフのまとめ役を務めた ショーン・トシコ



上/ガス・モニタリング装置をチェックする科学者たち
下/やぐらへ移動するライザーパイプ
右/ライザー掘削システムの要、BOP(噴出防止装置)。ライザーパイプの先端に取り付けられ、ムーンプールから海中へ降りていく

「ライザー掘削とは、簡単にいうと掘った穴の中に特殊な『泥水』を充填し、掘削船の船上と循環させながら掘っていく技術のことです。ドリルパイプを通して送られる泥水が、外側のライザーパイプを通して上がって(ライズして)くるしくみなので、『ライザー』と呼ぶわけですが」CDEX 掘削管理グループの牟田邦宏が説明する。

泥水を入れるのは、深く掘っていくほど高くなる地下の圧力に抵抗するため。海水を使った掘り方では圧力で穴が崩れ、海底下何千mも掘ることはできないという。原理は意外に単純に見えるライザー掘削だが、成功させるには、慎重な準備が必要だった。

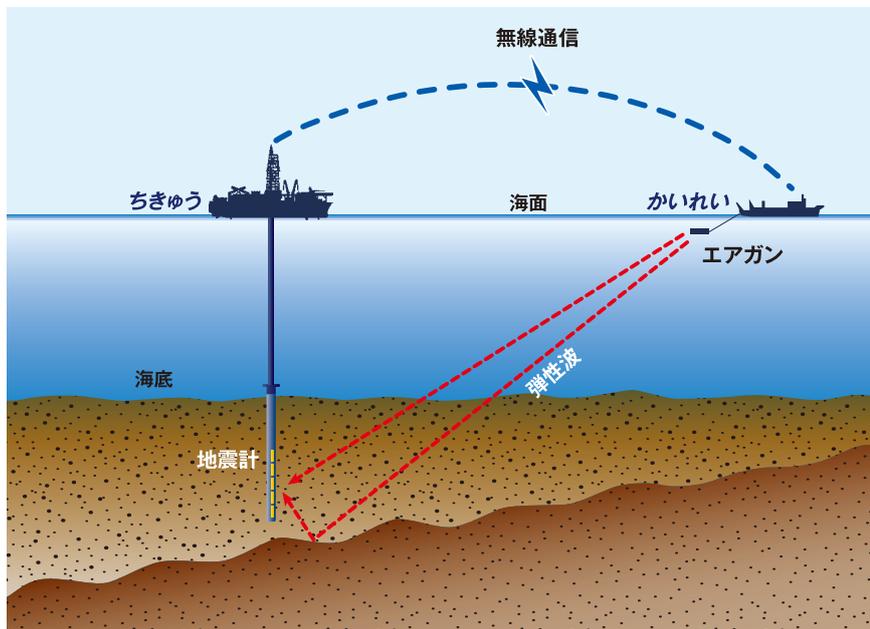
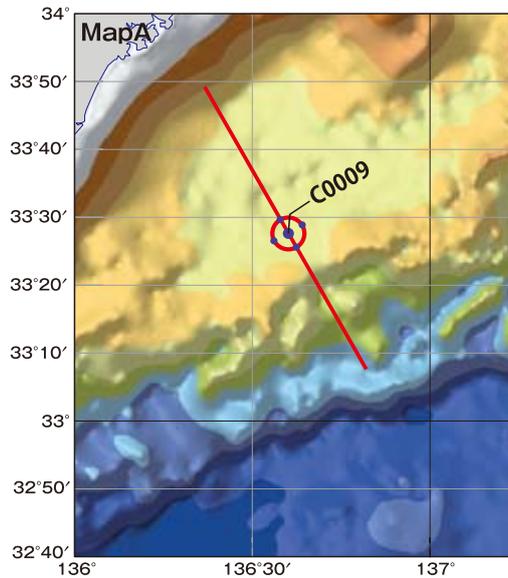
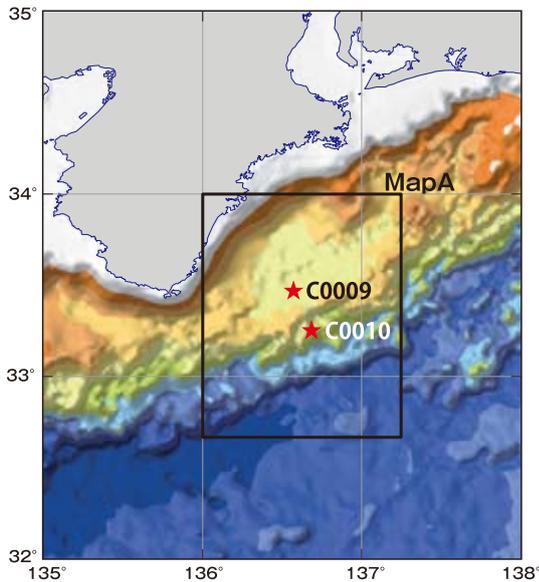
準備の日々

「ちきゅう」がIODP(統合国際深海掘削計画)の第319次研究航海に出たの

は、2009年5月10日。掘削地点は紀伊半島の沖に広がる熊野海盆付近の3カ所で、そのうちライザー掘削は熊野海盆中央部の地点で予定されていた。「ちきゅう」が予定海域に着き、6月4日になって科学者チームが乗り込み始めてからも、掘削の準備は続けられた。たとえば「ちきゅう」には、DPS(Dynamic Positioning System: 船位保持システム)が装備されている。船上のGPSと、船までの距離や方向のデータを音波で発信する海底のトランスポンダとで、常に船の現在位置を把握し、船底のスラスタで位置を保持するしくみだ。

トランスポンダは全部で10個を、水深2000mの海底にROV(Remotely Operated Vehicle: 無人潜水艇)で配置した。ライザー掘削では特に厳密な船位保持が必要なので、念入りに海底の地形を調査してから設置した。





左上／熊野海盆で行われた第319次研究航海の掘削地点。ライザー掘削地点はC0009
 右上／孔内地震波探査 (VSP) の「かいいい」の測線。
 青丸は地震計を設置した場所をしめす。C0009地点では掘削孔内に、他の点には海底面に、それぞれ地震計を設置した左／無線でお互いの時計を正確に合わせながらエアガンを発射し、地震波を計測する



日野亮太博士
 東北大学
 地震・噴火予知研究観測センター

掘削開始!

位置決めやドリルパイプなどの準備を終えると、ついに掘削が始まる。「まず海底下700mまで孔を掘り、中に孔壁を守るためのケーシングパイプを入れ、パイプと穴のすき間をセメントで固めます。次に、先端にBOP (Blow Out Preventer : 噴出防止装置) を取り付けたいライザーパイプを船から降ろしていき、ケーシングパイプ上部に、"カチッ"とはまるように接続する。これで、ライザーの準備完了です」(牟田)

6月25日、ライザー掘削が始まった。掘削途中でMDT (Modular Dynamic Tester) という特殊な装置

を降ろし、孔壁の間隙水圧や、応力を調べたりもした。どちらもそれ自体が孔の周囲の地層に関する貴重なデータだが、孔壁にかかる応力の情報は、ライザーで循環させる泥水の比重を調整することにも用いられる。

データ収集とコアリング

「ライザーで掘り始めると、まず循環する泥水に混じってカッタリングス (掘り屑) やガスが船上に上がってくる。ここで、いよいよ科学者チームの本格的な出番です」

と語るのは、この第319次研究航海の共同首席研究者のひとり、荒木英一郎博士。ガスはその種類や量を常時モ

ニタリングされ、カッタリングスは船内の研究棟へ送り込まれて研究者の手で分析される。どちらもライザー掘削だからこそ採れる試料だ。

今回の掘削では、掘りながらドリルパイプの先に付けたセンサーで地層密度や孔隙率などを測る、LWD (Logging While Drilling : 掘削同時検層) も行われた。しかし研究者たちが待望していたのは、何とんでも岩を柱状の塊で掘り出す「コア試料」。「ドリルの刃先で削られたカッタリングスでは、密度や硬度といった物性が変わってしまう。地層や断層の状態を正確に知るには、やはり実物のコアを採取することが望ましいのです」(荒

SPECIAL TOPIC I

木博士)

7月20日、コアリングは掘削深度が1500mを超えたところで開始された。刃先をコア採取用のものに交換するため、海底下3500mまで降ろしたドリルパイプを引き上げ、再び降ろす。この作業には半日以上かかる。地層の状態に応じて、ドリルビットへの荷重や回転数も変えていかなくてはならない。

しかし手間をかけた作業の甲斐はあった。割れや傷の少ない、非常に品質の良いコアが採取できたのだ。

そしてVSPへ

コアリング作業が佳境の頃。「ちきゅう」から30kmほど南に停泊中の海洋調査船「かいらい」上で、じりじりしながら待機している研究者がいた。VSP (Vertical Seismic Profiling : 孔内地震波探査) の研究代表者で、東北大学の日野亮太博士だ。

VSPは、何個も数珠つなぎにした地震計を孔内深くに降ろし、別の船(今回は「かいらい」)が発射するエアガンの音で海底に発生する地震波を検知する調査。地下で検出した地震波は、海底表面にある“ゆるゆるの田んぼ”のような堆積層を通らない分、減衰や雑音が少ない状態で、地層の構造を探る上で良質のデータを提供する。「準備OKの連絡が非常に待ち遠しかったです。『かいらい』には次の予定が迫っていたので、焦りました」

ようやくVSPを開始できたのは7月24日夜。以後25日まで16時間、「かいらい」が「ちきゅう」の南30kmから北30kmに至る測線上を移動しながらエアガンを発射。「ちきゅう」側では地震波を記録し続けた。

「P波だけでなくS波でもいいデータが採れて、普通では見えにくい微細な構造もわかりました。堆積層という“薄皮”を一枚剥いただけで多くのことがわかった。地震学にとって画期的なことだったと思います」

*

「ちきゅう」はその後も8月末まで航海を続け、巨大分岐断層の掘削などの

成果を上げた。

「若い人が多かったためか、とてもいい雰囲気でした。その意味でも成功した航海だったと思います」

研究支援統括として8カ国26人の乗船研究者のサポートと調整役を務めたCDEXのショーン・トシコは、そう振り返った。



スラスタ

船を常に同じ位置に保つための推進装置。船首と船尾に3個ずつあるアジマススラスタと、船首に付いたサイドスラスタからなる。アジマススラスタはプロペラの方向を360度自由に変えることができる。なお、「ちきゅう」が航海する場合も、この船尾の2個のアジマススラスタを使用する



BOP (Blow Out Preventer)

噴出防止装置。ドリルがガス層に突き当たったとき、危険なガスがライザーパイプを通して「ちきゅう」船上まで噴き上げてくるのを防ぐ。ライザーパイプの最下端、海底の孔口のすぐ上に取り付けられる

トランスポンダ

「ちきゅう」までの距離、角度を計測するための送受信装置。海底の孔口の周りに五角形に5個ずつ、2系統の計10個配置される。GPSや船の傾きを検出する装置とともに、DPS (船位保持システム) を構成する重要な船位測定装置のひとつ

ドリルビット

岩盤を掘り進むドリルの刃先。先端に人工ダイヤモンドの刃がいくつも取り付けられている。ドリルパイプ自体の重さがかかっている状態で、その刃先が高速で回転すると、硬い岩盤も削られていく





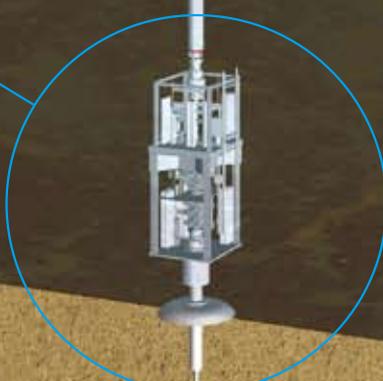
ライザーパイプ

鋼鉄でできたパイプ本体の直径は50cmほどだが、水中重量をへらすために外側を浮力材で覆うので、全体の直径は約1.2mとなる。1本の長さは27m。真ん中に通っているのがドリルパイプで、「泥水」はその中を通して送り込まれ(下矢印)、ドリルパイプとライザーパイプのすき間を通して船上に戻ってくる(上矢印)。周りの付属管は通信線などを収めたもの



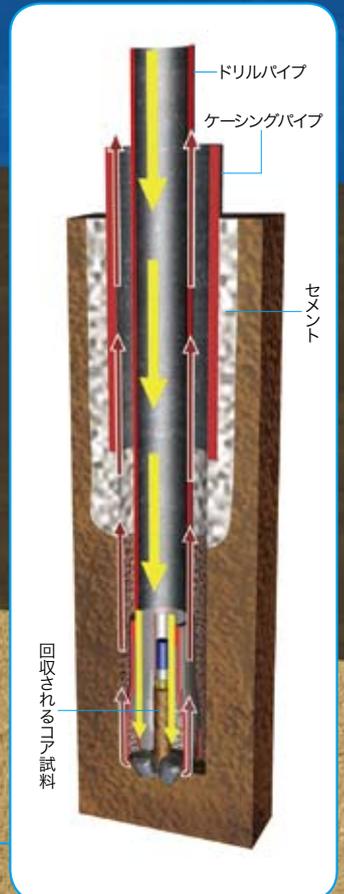
「ライザー掘削」大図解

「ちきゅう」を掘削孔の真上に留めておくDPS(船位保持システム)、泥水を調合し、ドリルビット(刃先)から船上まで循環させるシステム、危険なガスの噴出を防止するBOP(噴出防止装置)……。ライザー掘削システムは、先端技術の塊だ。



ドリルパイプとケーシングパイプ

ある程度海底下を掘り進んだ時に孔が崩れるのを防ぐため、ケーシングパイプを降ろして穴との間をセメントで固め、ドリルパイプをさらに降ろして掘っていく。図のドリルパイプの先端に付いているのは、中央に穴があいているコア採取専用の刃先



巨大地震と日本列島のなりたちの解明へ、 また一歩近づいた

研究者チームのリーダーが
思わずガッツポーズをしてしまったほど、
理想的な試料が採れた
IODP 第322次研究航海。
その成果によって、
巨大地震発生メカニズムと
日本列島誕生の謎が、
少しずつ解き明かされようとしている。



やぐらとラボを結ぶ連絡通路で、午前3時頃に上がってきた“奇跡のコア”を確認し、「このコアが欲しかったから掘ったようなもの」と喜ぶ共同首席研究者の斎藤実篤博士(左)とマイケル・アンダーウッド博士(右)、技術者たち。コアやカッティングス(掘り屑)は、ここを通って奥のラボへ運び込まれ、分析される



奇跡のコア

掘削地点C0012で得られた堆積岩[上]と
基盤岩(枕状玄武岩溶岩)[下]の境界部分。
奇跡のように、2種の岩石の境界が含まれていた

「ちきゅう」のIODP(統合国際
深海掘削計画)第322次研究
航海は、2009年9月1日に始まった。
期間は10月10日までの40日間。掘削
地点は、紀伊半島沖南西150km、水深
4000m前後の海域だ。

「ここはフィリピン海プレートがユー
ラシアプレートと出会い、下へ沈み込
みはじめている場所です。プレートが
沈み込む前の初期物質を、何とかして
つきとめたい。そのための試料を得る
ことが、この航海の最大の目的でした」

第322次研究航海の共同首席研究
者、^{さいとうみつあつ}斎藤実篤博士が語る。

斎藤博士以下、8カ国26人の研究者
が乗り込んだ「ちきゅう」が出航し
たのは、9月4日。8日には掘削が始
まった。最初に掘削を始めたC0011
地点では、水深4050m地点を海底下
880mまで掘り進んだところで、ドリ
ルの刃先が摩耗したため、掘削を
断念。十数km南の水深3510m地点
(C0012)に場所を移し、再び試料採

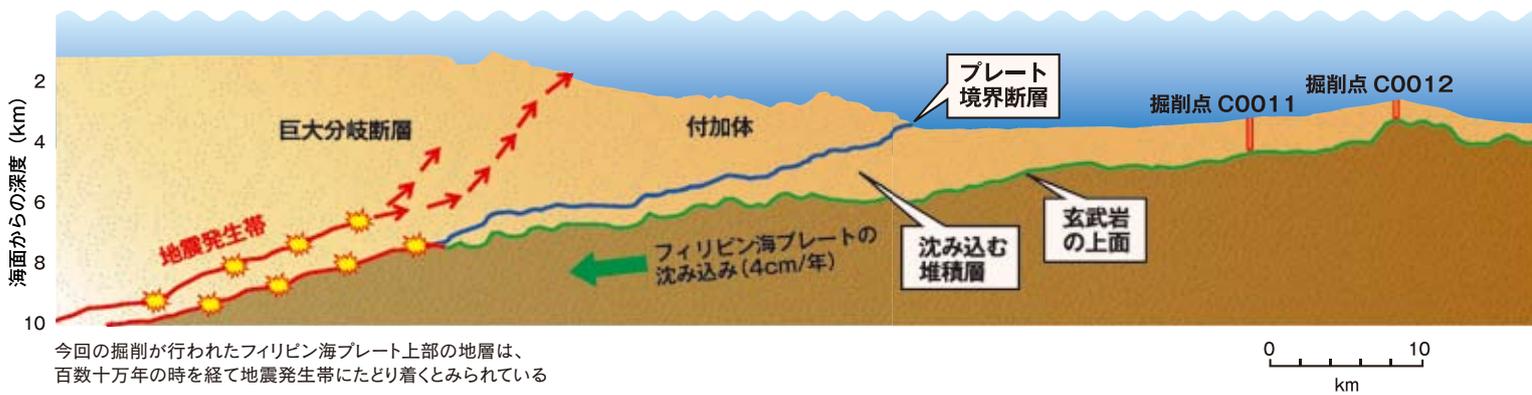
取(コアリング)に挑んだ。

航海終了までわずか1週間を残す
頃。掘削深度が540mに達したところ
で、ようやく大きな手ごたえを得た。
「基盤岩である玄武岩とその上の堆積
岩との境目が明瞭にわかる、きれいな
コアが採れたんです。うれしくて、思
わずガッツポーズが出ました」

狙っていた境目の地層をピンポイント
で捉えたコアを、乗船研究者たちは
“奇跡のコア”と呼んだ。

「同じ地層は、実は陸上でも見るこ
とができます。が、その玄武岩や堆積岩
は長い年月の間に変質していて、これ
から沈み込んでいく地層とは物理化学
的な性質が大きく異なっている。だか
ら“生”のものがほしかったんです」

“奇跡のコア”が採れた地層は、年に
4cmの速度で北西に進み、ユーラシア
プレートの下に沈み込んでいる。そし
て百数十万年後には地下7km付近に達
し、巨大地震を起こす地層そのもの
になる。だから、“生”の地層の性質を知



今回の掘削が行われたフィリピン海プレート上部の地層は、
 百数十万年の時を経て地震発生帯にたどり着くとみられている

ることは、「今、地下7km付近の震源域で起きている現象のメカニズムを解明する上で、大きな手がかりになる」と斎藤博士は言う。

採取した堆積物からはメタン濃度が高い水も得られ、震源域周辺の水がプレートと平行に上昇しているのではないかとの検討が進められている。

また、玄武岩の上の堆積岩層には、紀伊半島での火成活動に由来すると考えられる1400万年前の火山性砂岩層が確認された。そのさらに上層には800万年ほど前の地層に凝灰岩層が存在し、組成から、伊豆・小笠原火山帯由来のものである可能性が高いことが判明した。おそらく、超巨大な火砕流が、およそ200kmという距離を超えて掘削地点まで到達していたのだ。

「ひとつの孔で地層を連続的に掘って

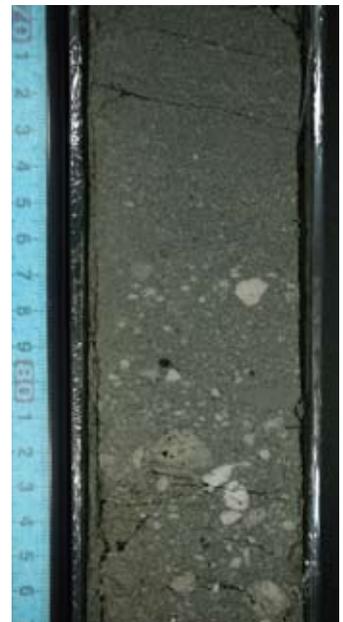
いくことは、地球の歴史をビデオで再生しているようなものなんです。プレートの沈み込み帯の周辺は、いわば“山をつくる工場”なんですね。その結果、日本列島が形成され、大陸が形成されていった。今回得た試料も、そのプロセスの一端を解明することにつながるものと期待しています」と、斎藤博士。

研究支援統括の久保雄介も、「今回得た掘削データは、今後の地震発生帯の研究で、多くの研究者が参照することになるでしょう」と胸を張る。

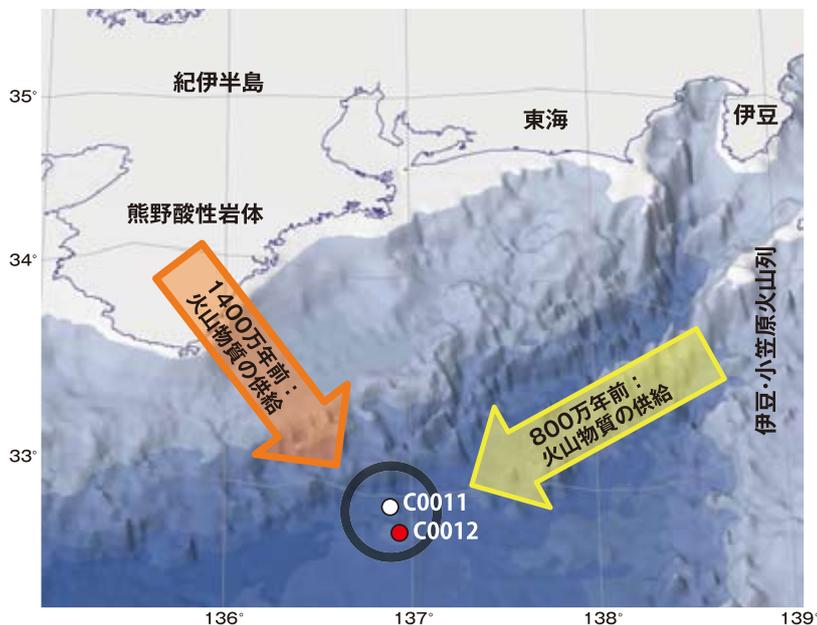
南海掘削ステージ3では、いよいよ、海底下約7,000mに横たわる地震発生帯をターゲットに、海洋地殻が沈み込んでいるプレート境界面を掘削で突きぬく予定だ。

800万年前の凝灰岩

伊豆・小笠原火山帯からの軽石や角閃石を含む、凝灰岩のコア。紀伊半島沖まで到達していたことが今回初めて確認された



第322次航海での掘削地点。C0012が“奇跡のコア”採取点。
 堆積層のコアにはふたつの地質年代の火山活動の痕跡が残されていた



1400万年前の火山性砂岩

紀伊半島中央部で激しい火山活動があった時代に、海底に降り積もった火山性堆積物を含む、砂岩層のコア

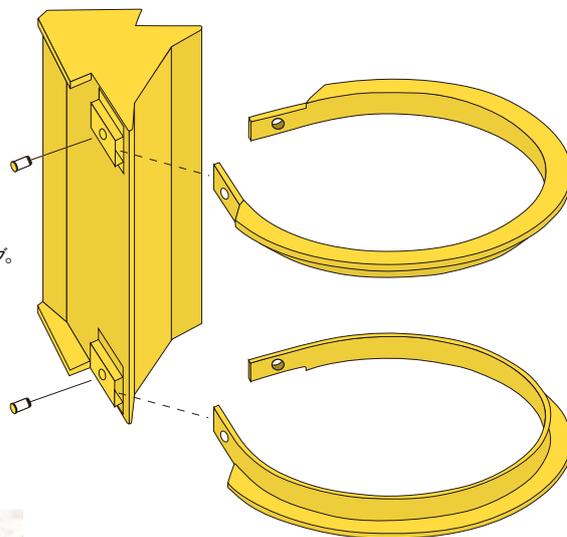
世界一速い海流にも負けない ライザー フェアリング システム

紀伊半島沖の研究航海でライザー掘削を成功させるために解決しなければならなかった重要な課題。それは、黒潮の速い流れだった。海流からライザーパイプを守るために考案された、画期的な技術とは。

南 海トラフでの地震や津波の発生メカニズムを明らかにするため、「ちきゅう」が掘削航海に向かった紀伊半島沖は、世界で最も速い海流のひとつ、黒潮が流れるところ。流速は、時に3ノット（時速5.5km）にも達する。技術の粋を集めたライザー掘削シス

テムだが、この黒潮への対処法は大きな課題だ。直径1.2mのライザーパイプを「ちきゅう」から海底の掘削孔まで下ろし、固定したときに、横から強い流れを受けるとどうなるか。パイプはくねるように振動を続けて金属疲労を起し、やがては折れてしまうのだ。「普通の掘削パイプはひんぱんに上げ下げするので、振動が問題になることはほとんどない。ライザー掘削では、掘っている期間中ずっと固定しているので、振動が同じパイプに集中してしまい、ダメージが大きくなるのです」「ちきゅう」の水中部分の装備の開発を担当した、CDEX技術開発室の宮崎英剛が語る。

振動が起きる理由はわかっていた。流れの中に柱状のものを置くと、川下側に交互に逆向きの渦（カルマン渦）が発生する。振動は、その2つの渦に交互に引っ張られるようにして起きる「渦筋起振動」と呼ばれる現象だっ

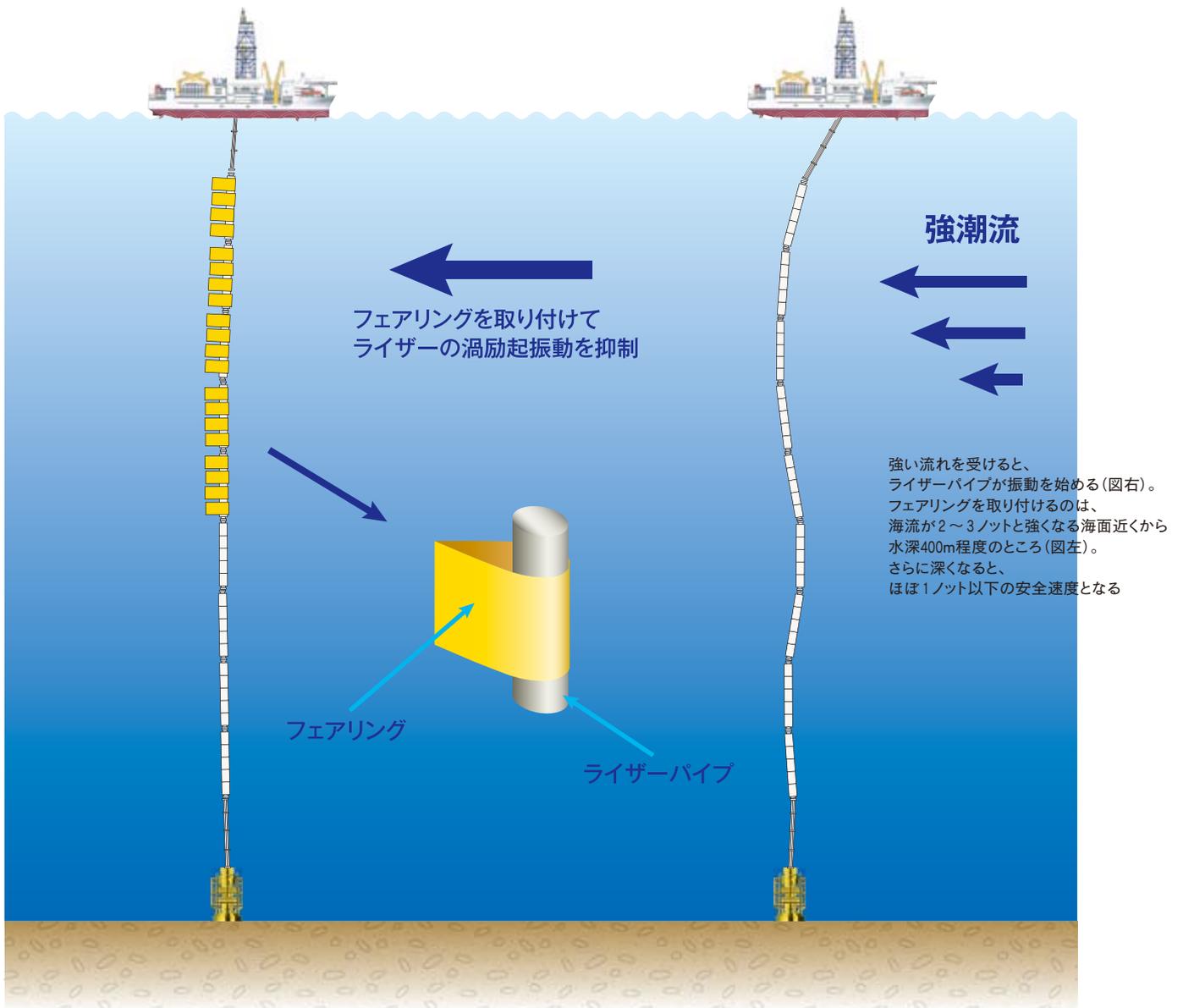


断面が矢印のような形をしたフェアリング。プラスチック製で、2本のストラップでパイプに装着する



上／フェアリングを装着したライザーパイプ。写真では尻尾の方向がさまざまだが、海流を受けると一方向に揃う。右／フェアリングの取り付け作業。1個のストラップは、2本のピンだけで固定される





たのだ。それを避けるには、柱状のもの、つまりライザーパイプを、カルマン渦が発生しにくい形にすればよい。

宮崎は、「フェアリング」と呼ばれる、一種のカバーをパイプに取り付けることにし、その最も効果的な形状について、研究を重ねていった。

「最初もっと簡単にできると思っていました。ところが、まずつくってみた水平断面が単純な三角形のものは、水槽で実験してみたら全くダメ。それから三角形の縁をつけたり、流線形を試したり、尻尾の長さを変えてみたり……。理論上はパイプ径の2倍以上の長さで最大の効果が出るはずでしたが、実験してみると違う。結局、水槽実験だけで2年近くもかかりました」

試行錯誤の末、宮崎たちがたどりついたのは、水平断面で見ると矢印のような形をしたフェアリングだった。そ

れを上下2本のストラップでパイプに装着するのである。

そのフェアリングは、2009年、紀伊半島沖でライザー掘削を行った第319次航海でついにデビューを果たし、見事に機能した。海面近くから水深300m前後まで、合計132個のフェアリングを装着したライザーパイプは、海流が3ノット程度に達してもほとんど振動しなかった。そのことは、フェアリングの要所に取り付けたセンサーで、ライザーパイプの動きを捉え記録するロギングシステムのデータの分析でも確認された。宮崎の努力が実を結んだ瞬間だった。

今後、「ちきゅう」は、海流が3ノット以上ある海域でのライザー掘削を予定している。ライザーフェアリングシステムが本格的に使われ、真価が試される年となるだろう。



ライザーパイプに取り付けられた銀色の筒が、センサーとバッテリー。パイプの動きを記録する



巨大地震のメカニズムを

より詳しく教えてくれる「ゆっくり地震」

陸地の動きをcm単位で測ることができるGPSやとても小さな揺れでも検出できる高感度地震計の登場で通常よりゆっくり動く地震の存在が明らかになり、地震研究者たちの注目を集めている。

取材協力●伊藤喜宏博士
(東北大学 地震・噴火予知研究観測センター)

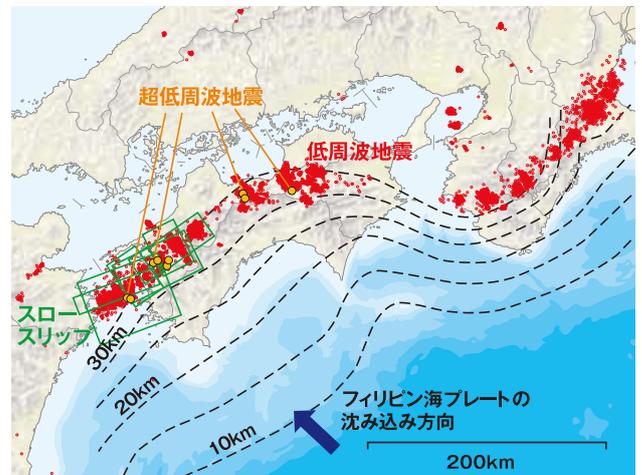
地層が数秒から数十秒の間に数mも動く大地震と比べ、年に数cm程度というとてもゆっくりとした動き方をする「スロースリップ」という現象がある。動きがあまりにも遅いため、体で感じられる揺れはもちろん、従来の地震計で計測できるほどの揺れも引き起こさないことが多い。つまり、地震波をほとんど出さないのだ。

スロースリップは1990年代頃から世界各地の海洋プレートが大陸プレートの下に潜り込む場所の近くで観測されるようになった。動いている（すべっている）のは、深さでいうと、しばしば巨大地震の震源となっている場所よりやや深い、地下30kmほどのところ。また最近では、スロースリップの発生に伴い、普通の地震より揺れの継続時間が長く、振動周波数としては低い（低周波の）地震波を出す、特殊な地震が発生していることもわかってきた。これらは「深部低周波微動」や

四国から紀伊半島にかけての「ゆっくり地震」の発生域。ゆっくり地震は、沈み込みつつあるフィリピン海プレートが深さ30kmから35kmに達したあたりで起きていた。その南側の深さ30km未満の1帯が南海地震（1946年）の震源域



伊藤喜宏博士



「深部低周波地震」「超低周波地震」などと呼ばれ、スロースリップとあわせて「ゆっくり地震」と総称される。

そしてその微弱な地震波の分析から、プレートの沈み込みプロセスや地震発生のメカニズムがより詳しく明らかにされようとしている。

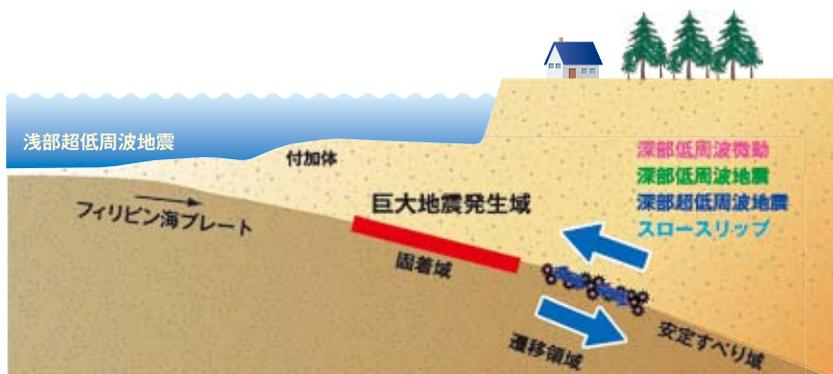
大陸プレートと海洋プレートとの境界面には、プレートのすべり速度がそれぞれ異なる、固着域、スロースリップを起こす遷移領域、安定すべり域の、3つの領域がある。固着域で、あるとき沈み込む力がくっつき合う力を超えて一気に解放され、動き出せば巨大地震となる。一方、くっつき合う力が弱い遷移領域では、時間をかけて徐々に動いていくスロースリップ現象

となり、深部低周波微動（地震）や超低周波地震の原因になる（下図参照）……というのが、現在最も有力な仮説である。この仮説をさらに精密な地震発生プロセスとしてモデル化できれば、将来、スロースリップなどのゆっくり地震の測定による地震予知が可能になるかもしれない。

東北大学の伊藤喜宏博士は、西南日本で発生した地震の地震波の解析から、深部超低周波地震を発見した。

「スロースリップには、すべり運動が数日から1週間ほど続く短期的スロースリップというものもある。何十年、何百年に一度の巨大地震に比べ、地震研究者はそれらのゆっくり地震を、半年とか数年という短期間で、始まりから終わりまで何サイクルも観察できるわけです。それは地震発生のメカニズムをモデル化する上で、非常に重要な研究対象になると思います」

こう語る伊藤博士は、「地震発生プロセスのモデル化には、地震発生域の物理的なデータが不可欠」とも言う。地下深くから岩石試料を採取するなど、必要なデータを収集するのは「ちきゅう」の任務だ。ゆっくり地震の研究者にも「ちきゅう」の成果が期待されている。



遷移領域の近くでは、普通の地震より遅い速度で地層の破壊（断層）が進む「ゆっくり地震」が、短時間に繰り返し発生している

「ちきゅう」の安全を守る防衛隊!?

「HSE」グループ

広い船内に
約150人も的人员が乗り込み、
ライザーパイプをはじめ、
操作に危険が伴う
巨大機器を搭載した「ちきゅう」。
その安全を管理し、守っていくのは、
並大抵のことではない。
現在まで重大な人身事故ゼロという
輝かしい実績を支えているものとは？

「ちきゅう」には現場の安全管理
を行うHSEオフィサーが常
時2人乗り組む。最大時で150人にも
なる「ちきゅう」乗船者の、Health
(健康)とSafety(安全)をあらゆる
労働災害から守り、「ちきゅう」の活
動がEnvironment(環境)にダメー
ジを与えないよう管理するのが仕事だ。
「ただし『ちきゅう』は広すぎて、二
人のHSEオフィサーで見て回ること
はとてもできません。そこで、HSEマ
ネージメントシステムという、人身事
故や病気の発生、環境汚染を最小限に
留めるためのさまざまなしくみをつく
り、実行しています」

そう語るのは、CDEX環境保安グ
ループのリーダー、なわてとも ひさ 暇智久。「ちきゅう」
のHSE運用を3人のスタッフととも
に支える。

HSEマネージメントシステムが定
める訓練やミーティングのスケジュ
ールは、実に盛りだくさん。2週間に1
度開かれる、作業予定や安全について
の注意事項を確認する全体ミーティ
ング、研究、掘削、マリン(甲板/機
関)など部門ごとのセーフティ・ミー
ティング。最も事故率が高い掘削作業
の開始直前に開かれる掘削前ミーティ
ング。退船訓練や消火訓練……。

そして、HSEを現場から支えてい
るのが「HUNS CARD」と呼ばれる
船内のレポートシステムだ。事故の手
前で済んだようなことや、ヘルメット

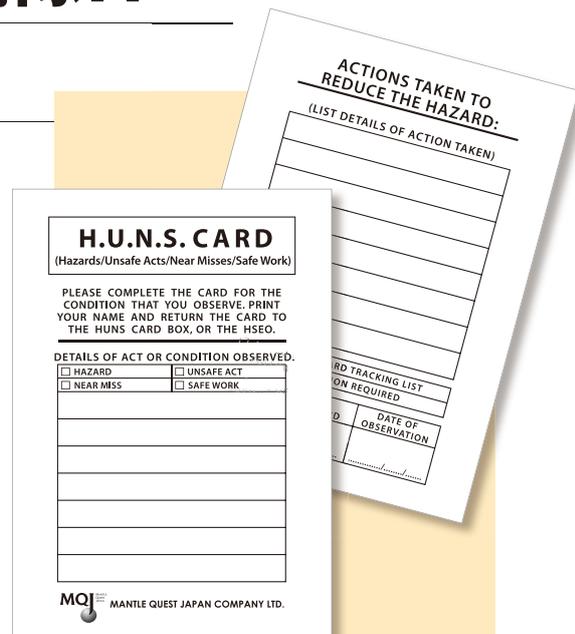
やハーネスをつけていなかったとい
った小さなことでも、見つけた人は、船
内各所に置かれた用紙にその事実を書
き込む。用紙はHSEオフィサーが回
収、分析し、翌日のマネジメント
ミーティングで取り上げ、すぐ対策を
協議し、実施する。

「航海中は毎日15枚から30枚、その
『HUNS CARD』が届きます。HSE
オフィサーだけでなく、150人の乗船
者一人ひとりが、船内の安全を見て
回っているといてもいいでしょうね」
「ちきゅう」に初めて乗り込む研究者
らも、乗船前に義務づけられている厳
しい訓練「HUET(水中でのヘリコ
プターからの脱出訓練)」や「シー・
サバイバル訓練」を経験していくにつ
れ、次第に安全や危機に対する意識が
高まっていくようだ。

「研究者の皆さんには、研究用のコア
だけでなく、HSEに関して船上で学
んだことも、何かひとつは持ち帰って
ほしいですね」

微笑みながら暇が胸を張った。 ■

「ちきゅう」乗船前にクリアしなければいけない
HUET(Helicopter Underwater Escape Training)。
ヘリコプターの模擬座席ごと
プールに沈められる厳しい訓練



Hazard, Unsafe Act, Near Miss, Safe Workの
各項目を「HUNS CARD」(上)に記入し、
船内各所の箱へ(下)



「Sand for Students」野外実習

砂から地球の歴史を学ぶ

今年度、地球深部探査センターは、参加者の中高生たちに身近な河川や海岸で砂を採集してもらい、その成果を世界中の砂のデータベースにまとめていくという、IODPアウトリーチプログラム「Sand for Students」を、兵庫県、京都府、香川県で行った。

生徒たちが向かったのは、普段から親しんだ河川敷。岩盤の一部が河川で削られ、運ばれながら細かくなり、河

川敷の岩石や砂がつくられていくことを習う。さらにルーペを覗いて美しい鉱物の世界に触れ、河川敷の砂の色が川ごとに異なる理由を探った。

すぐそばにある鉱物や岩石も、実は大地の長い変動によって生み出されたものだという事実を、実習で体感した生徒たち。

砂は、地球の歴史を教えてくれる最も身近な先生だ。



野外実習で、河川敷の岩石や砂を観察 <http://www.jamstec.go.jp/chikyu/sand/ja>

世界の学会から

2009年8月11日から15日の5日間、サンテック・シンガポール国際会議展示場に54ヵ国からの参加があった第6回アジア・オセアニア地球科学学会(AOGS)。アジアの多くの研究者に向けて、IODPを大いにアピールした。
★2009年9月4日から6日まで、岡山理科大学で行われた第116回日本地質学会では、IODPはブース出展のほか、一般向け講演会を開催、多数の参加者を集めた。
★サンフランシスコで行われた米国地球物理学連合(AGU)の2009年秋季大会(サンフランシスコ)。IODPは、本格的に始動した3船体制での航海実施状況やIODPへの参加方法を、展示ブースで紹介した。



AGU秋季大会でのIODPタウンホールミーティング

メディアに登場した「ちきゅう」

BBCワールドニュースに登場!

2009年5月、英BBC放送の取材クルーが、南海トラフで掘削中の「ちきゅう」に乗り込み、密着取材。IODP南海掘削の意義や、「ちきゅう」船上の様子が、1週間にわたって紹介された。



BBCの取材を受ける、共同首席研究者のハロルド・トビン博士
<http://www.jamstec.go.jp/chikyu/jp/Expedition/NantroSEIZE/>

「ちきゅう」から立体生中継

2009年5月4日、NHK『地球LIVE～地球の肺 森と海に迫る危機～』が、「ちきゅう」をキーステーションに、宇宙飛行士の若田幸一さんが乗った国際宇宙ステーション、パハマ、NASA ジョンソン宇宙センター(ヒューストン)、東京・渋谷、そして駿河湾の水深約1000m地点を結び、立体生中継された。



新センター長が語る、 CDEXの現在とこれから

2009年7月、
新CDEXセンター長に東垣が就任した。
新しい目でとらえた、CDEXの今と未来とは。
就任後の第一声を聞いた。

昨年夏にCDEXのセンター長を
拝命しました。当面は高知コア
研究所所長の仕事と兼務になります。
CDEXと高知コア研究所が協力して、
JAMSTEC（海洋研究開発機構）全
体としてもっと効率的にIODP（統合
国際深海掘削計画）を推進していく
ことが、私に期待されていることでは
ないかと思っています。

充実の2009年を終えて

さて、昨年2009年は、IODP に
とって非常に有意義な年でした。と
いうのも、IODPで運用する3つのプ
ラットフォームが初めて同時に稼働
した年だったからです。つまり、地
球深部まで掘る日本の「ちきゅう」、
比較的浅いところを掘るアメリカの
「ジョイデス・レゾリューション」、そ
して通常の掘削船では入れないよう
な海域を掘る欧州の「特定任務掘削
船（MSP）」が、それぞれ予定のミッ
ションをこなすことができました。計
画スタート時の2003年に我々の描い
ていた夢が実現したわけです。

その中でCDEXが運用する「ち
きゅう」は、科学掘削史上初めての
「ライザー掘削」を成功させました。
紀伊半島沖・南海トラフの水深2000m
を超える海域で、海底から1600mま
まで掘り進み、岩石の柱状試料（コ
ア）を採取したのですが、非常にきれ
いな、掘削による破壊のないすばら
しい質のコアが採れました。やはり「
ライザー掘削」という掘削方法はすば
らしい、今後もしっかりやっていかな
ければならない技術だと、非常に強く



思った年でもありました。

南海トラフは、海溝型巨大地震の巣
と目されている海域で、そこで得たさ
まざまなデータは間違いなく今後の南
海地震や一般的な海溝型巨大地震の予
測に活かされていきます。例えば津波
のシミュレーションに利用されて、ど
の地域にどれだけの高さの防波堤が必
要かということなど、実効性の高い防
災対策に、必ずやつなげていくこと
でしょう。

これからの展望

2010年以降も、CDEXは南海トラ
フの調査を推進し、2003年にIODPが

掲げた初期科学計画書、イニシャルサ
イエンスプランの実現に貢献していく
ことが大前提になります。

「ちきゅう」は、地球の深いところま
で掘るといふことのほかに、地下生命
圏の研究や、ガスハイドレートなどの
新エネルギー源や海底鉱物資源の探
査、CO₂の海底下封入技術の研究など
にも役立ちます。「ちきゅう」をツ
ールとする我々の研究は、地質学や地球
物理学、生物学などの基礎科学です
が、その成果を社会的にどう活かすか
という、応用の端緒をつかむことにも
貢献できます。そのことも、ぜひ多くの
人に知っていただきたいと思います。■

C L O S E U P

船上からのメッセージ

CHIKYU HAKKEN
— EARTH DISCOVERY —

IODP日本実地機関レポート
2010年3月発行 第8号

IODP
INTEGRATED OCEAN
DRILLING PROGRAM

発行

独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部探査センター 神奈川県横浜市港北区昭和町3173-25

電話番号 045-778-5647 FAX 045-778-5104

EMAIL cdex@jamstec.go.jp ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/chiky/>

©地球深部探査センター 本冊子の内容を許可なく複製、再配布するなどの行為を行うことは禁止いたします。



毎年10月は、乳がんの撲滅や検診を啓蒙するピンクリボン月間。期間中、ピンクリボンのメッセージを伝えるためのウォーキング・イベントが、世界のあちこちで開かれる。そこで、「ちきゅう」の研究者たちもピンクリボンへの思いをこめ、船上ウォーキングを敢行した。歩いたのは、ヘリコプターデッキの上。洋上を吹く心地よい風を感じながら、おしゃべりに花を咲かせながら、楽しんで歩いた研究者たち。メッセージは届いただろうか。

