

C地球HIKYU H発見AKKEN

EARTH DISCOVERY

Special Topic

南海掘削はステージ2へ

科学史上初のライザー掘削にチャレンジする「ちきゅう」

IODPが挑む地球科学の謎





南海掘削はステージ2へ

科学史上初のライザー掘削にチャレンジする「ちきゅう」

2009年春、地球深部探査船「ちきゅう」は2007～08年に行われたIODP(統合国際深海掘削計画)ミッション「南海トラフ地震発生帯掘削計画〈NanTroSEIZE〉」ステージ1に続くステージ2に進み、紀伊半島沖の熊野灘において、再び深海掘削を開始する。

ステージ1では、黒潮の強潮流のもと、8つのサイトでコア試料の採取および掘削同時検層(LWD:掘削時に岩石や地層の特性・状態・分布などを計測する手法)によるデータ取得を成功させ、海底下最大1400mに及ぶ掘削、さらに世界で初めて巨大分岐断層帯(付加体中央)のコア試料を直接採取するなど、大きな成果を挙げた。ステージ2では、科学掘削史上初めての実施となるライザー掘削を行い、海溝型巨大地震・津波発生メカニズムの解明に向けて、南海トラフのプレート沈み込み帯で今何が起きているのかを理解するための観測に向けた掘削が行われる。

CONTENTS

Special Topic

特集1 南海掘削はステージ2へ 1

Special Topic

特集2 IODPが挑む地球科学の謎 5

GRAPHIC GUIDE 「ちきゅう」大解剖

長期孔内観測システム
掘削孔を活用して南海トラフ地震発生帯の挙動を捉える 9

DISCOVER The EARTH なぜ地球を掘るのか

世界の海で掘削研究を推進するIODP
ベーリング海掘削から分かる古の気候変動 11

FACE 「ちきゅう」の挑戦者たちの素顔に迫る

コアサンプルの管理と有効活用を担うIODPキュレーター
海洋科学掘削によって得られた貴重なコア試料を保管・管理 12

CDEX DECK 「ちきゅう」イベントレポート

新しい地球科学の世界に出会う体験 13

FOR THE FUTURE CDEXセンター長・平朝彦の未来展望

今年はIODP躍進の年
幅広い研究成果に期待したい 14

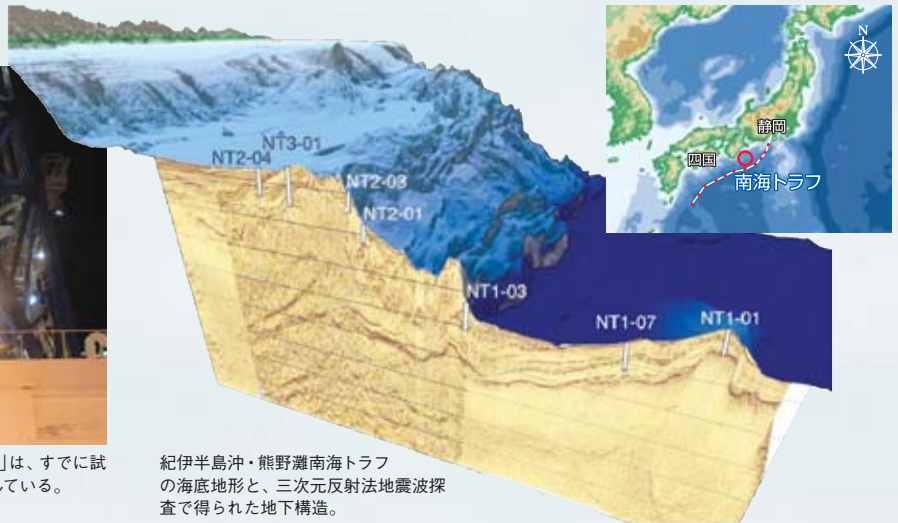
Close UP

スミソニアン自然史博物館で出会える「ちきゅう」





ライザーパイプ(中央)を海中へ降下する様子。「ちきゅう」は、すでに試験航海で海底下3000mを超えるのライザー掘削に成功している。



紀伊半島沖・熊野灘南海トラフの海底地形と、三次元反射法地震波探査で得られた地下構造。

ライザー掘削によって地震発生帯直上を掘る

2009年2月15日、地球深部探査船「ちきゅう」は、神戸港において一般公開を行い、多くの方々の前に、再び元気な姿を現した。深海掘削によって新しい地球科学を切り開くため、最新の科学技術を結集して日本が生み出した科学掘削船「ちきゅう」は、この日から2009年の新たな活動をスタートさせた。

「ちきゅう」は、駿河沖、紀伊半島沖で試験・訓練航海を行った後、一昨年から開始されているIODPミッション「南海トラフ地震発生帯掘削計画」(以下、南海掘削)に挑む。南海掘削は、熊野灘沖で長期間にわたって実施されるビッグプロジェクト。全体は4つのステージで構成され、2009年は5月初旬からステージ2の第319次研究航海(ライザー/ライザーレス掘削長期孔内計測-1)を行い、引き続き第322次研究航海(沈み込みインプット)を実施する予定だ。

ステージ2の第319次研究航海では、いよいよ海洋科学掘削史上で初めてのライザー掘削(4ページ参照)を実施する。ライザー掘削は、ライザーパイプで「ちきゅう」と海底の掘削孔を連結し、ライザーパイプ内に通したドリルパイプから送り込まれる掘削泥水を循環させながら海底下の掘削を行うシステム。特殊な泥水が掘削孔内の圧力バランスを保ち、孔壁を保護することによって、掘削孔の崩れを防ぎ、より深くまで安定して掘削することを可能にする。

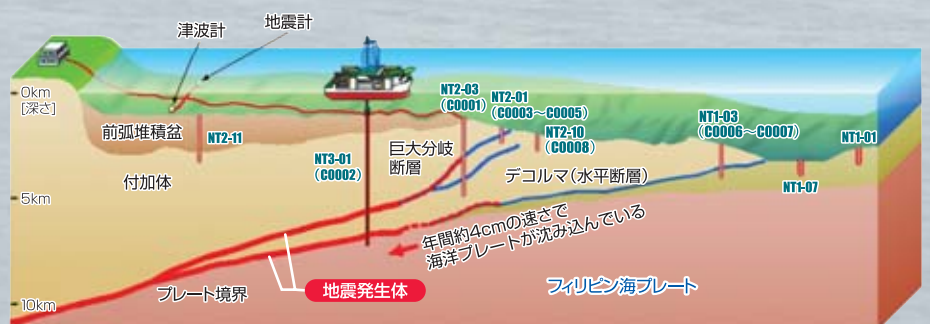
第319次研究航海では、2つのサイトでの掘削を計画している。ライザー掘削を予定しているのは、熊野海盆中央部の地震発生帯直上に位置するサイト(NT2-11)。堆積層からその下の付加体層に向けて、海底下1600mまでの掘削を行う。もうひとつのサイトは熊野海盆南縁部で、地震発生帯から延びる巨大分岐断層の直上に位置する(NT2-01)。ここではライザーレス掘削によって巨大分岐断層を貫き、海底下525mまで掘削を行う予定だ。さらに、どちらの掘削孔も、ケーシングと呼ばれる掘削孔壁を保護するためのパイプを挿入する作業を行う。今回の掘削孔を長期的に保存

し、今後、ここに長期孔内計測を実施するためのシステムを設置する(9~10ページ参照)。

この後に計画されている第322次研究航海では、プレート境界より海側に位置する海洋プレート上のサイトで掘削が行われる(NT1-07)。ここには海洋地殻の上にタービダイトと呼ばれる陸域から河川などによって運ばれた物質が、それ以前に積もった海底堆積物とともに厚く堆積している。プレートの沈み込みに伴って、堆積物はやがて付加体を構成する材料となり、これらが地震を発生させる断層活動にとって重要な要因となる可能性も指摘されている。この掘削では、沈み込み前の堆積層を掘削することにより、沈み込んでいく物質の初期状態を理解し、地震発生帯のシステム形成を明らかにするための大切な調査となる。今回はライザーレス掘削で、堆積物層から海洋地殻(玄武岩)までを掘り抜き(海底下1200mまで掘削)、全層のコア試料の採取を予定している。

最先端技術で巨大地震発生帯の地質構造や状況を明らかに

第319研究航海でライザー掘削が行われるNT2-11サイトの掘削では、コア試料の採取は、最深部などの限られたポイントに絞り込む予定だ。とはいえ、ライザー掘削では泥水とともに掘り屑(カッタース)が、すべて船上に持ち上げられる点が大きな特長。回収したカッタースは、コアに匹敵する貴重な試料であり、これを有効に活用して地質学・生物学的な様々な分析が行われる。一方で、今回重視されるのが掘削同時検層(LWD)、掘削同時計測(MWD)、ワイヤー



南海掘削の掘削ステージ全体図。2009年は、NT2-11サイトでライザー掘削を行う予定だ。

ライン検層など、コア試料以外の計測分析だ。LWD、MWDは、ドリルパイプのビットの上にセンサーを取り付け、掘削と同時に多項目の計測を行うもので、ワイヤーライン検層は、掘削を行った後にセンサーを取り付けたワイヤーを掘削孔に降ろして計測を行う。両者を組み合わせることで、温度、密度、空隙率をはじめ、地層の様々な情報や破砕の状況などを、より深くまで詳細に計測することをめざしている。

「今回ライザー掘削を行うサイトは、まさにアスペリティ（固着域）の直上であり、大きな歪みが蓄積していることが予想されています。そうした歪みが、どこにどれくらい蓄積しているのかという『歪みの分配』を詳しく理解することが、この掘削の重要なテーマのひとつであり、そのために孔内の検層を重視しています。もうひとつのNT2-01サイトでも、固着域がどこまで広がっているのかを理解するため、さらに、ゆっくりとした揺れを引き起こすスロー地震などとの関連で、固着していないところで何が起きているのかを理解するため、孔内の検層はやはり重要と位置づけています」と南海掘削プロジェクト代表研究者の木下正高氏（海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター）は語る。

さらに、前述の通り、これらの掘削孔には、この後、長期孔内計測システムを設置し、孔内の温度や圧力、地震波などを連続的にモニタリングする計画を進めている。さらに、この計測システムを長期的かつ有効に運用していくため、2009年より整備が始まる海底地震・津波観測ネットワークシステム（DONET）の海底ケーブル網に連結することが計画されている。これにより、計測データはリアルタイムで陸上に送られ、



南海掘削ステージ2を前に入念な打ち合わせを行い、実施に向けて準備を進める共同首席研究者たち。

巨大地震・津波の早期検知に役立てることができる。

第319次研究航海の首席研究者のひとりで、DONET研究者でもある荒木英一郎氏（海洋研究開発機構 海洋工学センター）は、今回の掘削で期待される成果について、次のように話す。「沈み込み帯において、付加体がどのように地震発生帯の上で成長しているかが、今回の掘削で、より明らかになります。さらに、私たちがライザー掘削しようとしているところは、100年から150年に1度、巨大な破壊を引き起こすという地震断層の真上。まさに歪みが溜まっている場所の直上です。ここを掘削し、詳しく計測することで、今までよく分かっていなかった地震発生帯の詳細な構造やその挙動が初めて見えてくる可能性があります」

「南海掘削」の新たなチャレンジが、今始まるようとしている。

第319次研究航海、第322次研究航海 共同首席研究者の声

第319次研究航海では、荒木英一郎（海洋研究開発機構）、ティモシー・バーン（コネチカット大学）、リサ・マクニール（サウザンプトン大学）、デミアン・サファー（ペンシルバニア州立大学）の4名、第322次研究航海では、斎藤実篤（海洋研究開発機構）、マイケル・アンダーウッド（ミズーリ大学）の2名が共同首席研究者を務める。このうちの3名に今回の研究航海への思いを聞いた。

■荒木英一郎

今回のライザー掘削は、深海掘削の今後にとって、また南海トラフにおける地震発生システムを明らかにするためにも重要なワンステップと考えています。参加する科学者たちはいろいろなアイデアを持って集まってきています。そうしたアイデアをグループ全体で共有し、ときにはぶつけ合い、みんなとことんディスカッションして解決策を探しながら、ひとつのものを創り上げていく、それが最も苦勞するところであり、また楽しみなのだと思います。そして、そういう場を積極的につくり出していくことが、首席研究者の役割でもあると思っています。

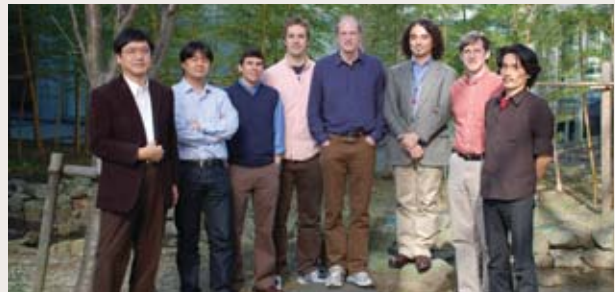
■デミアン・サファー

南海掘削という科学プログラムに首席研究者のひとりとして貢献できることを、大変光栄に感じています。そして、ライザー掘削をはじめ、IODPにとって初めての計測やオペレーションが数多く計画されており、非常に興奮しています。今回の研究航海は、プレート境界での地震の挙動をより深く理解するための、極めて貴重な機会になると思います。この航海で大きな成果を達成するには、次の2

つが重要だと信じています。ひとつは、科学者や技術者をはじめ、乗船者がお互いにコミュニケーションを取り合い、目標に向かって協力し合うこと。もうひとつは、ほんの少しの幸運です。海洋科学掘削は、いつも冒険。予期し得ないチャレンジが付きものです。

■マイケル・アンダーウッド

第322次研究航海の研究計画は、何度も延期され、スケジュール変更を余儀なくされてきました。計画から10年近くを経て、いよいよ南海トラフへ沈み込む物質を研究する機会が得られたことは、とてもエキサイティングなことです。この航海では、コア試料をより多く採取することと、その高い品質が成功へのカギになります。特に、四国海盆堆積物相当層の下部からより良いサンプルを採取することが重要だと考えています。ただ、最も重要な深度のコア試料を採取する時間が確保できるかどうか、これだけが何よりも心配です。素晴らしい乗船研究者たちとチームを組んで研究できることを、今からとても楽しみにしています。





より深くまで安定した掘削を可能にする

ライザー掘削

これまで科学目的の深海掘削で行われてきたライザーレス掘削は、下図②のように、ドリルパイプ内に海水を連続的に送込み、ドリルビット先端から放出して海底下を掘り進み、掘り屑を孔内から押し出すという掘り方だ。だが、この方法では掘削孔が崩れやすく、パイプが抜けなくなるなど、深くまで掘り進むことが非常に困難だった。実際にライザーレスで掘削を実施した南海掘削ステージ1でも、この問題に苦しめられた。

こうした問題を克服し、より深くまで安定した孔井の掘削を行うことを可能にするのが、「ちきゅう」に搭載されたライザー掘削システムだ。ライザー掘削は、下図④に示すように、ライザーパイプ(下部に噴出防止装置「BOP」を取り付け)によって「ちきゅう」と海底の掘削孔(海底面上部のウェルヘッド)を連結し、その中にドリルパイプを降下させて掘削を行う(下図⑤)。さらに、ドリルパイプ内へ泥水と呼ばれる特殊な掘削流体を送り込み、掘り屑を持ち上げ、ライザーパイプ内を通して船上へ循環させながら掘削を行う。比重と粘性を適切に調整された泥水は、掘削孔内の圧力バランスを保ち、孔壁を安定・保護することで掘削孔の崩れを防ぎ、より深くまで掘削することができる。

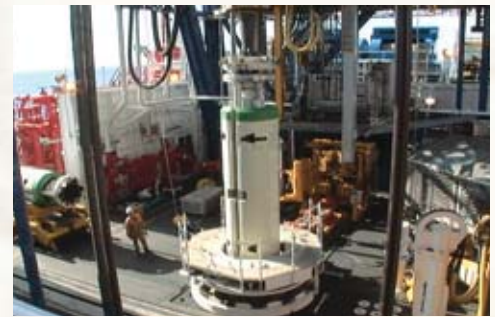
南海掘削ステージ2の第319次研究航海において、「ちきゅう」は海洋科学掘削史上初のライザー掘削に挑む。すでに「ちきゅう」は、2006年に実施した試験掘削において、水深約2200m海域で海底約2700mのライザー掘削などに成功しており、技術的な課題はクリアしている。しかし、今回は強い黒潮の影響を受ける熊野灘、しかも地質的に複雑な環境下で掘削が行われる。決して油断はできない。潮流への対策として、ライザーパイプへの抵抗を軽減し、渦振動の抑止効果を持つフェアリングをライザーパイプに取り付けたり、複雑な地質構造への対応として、これまででない規模で詳細な三次元地震探査を実施し、掘削地点の地層状態を精度を上げて予測するといったできる限りの準備を進めているが、「計画はあくまでも計画にすぎず、何が起きるかは実際に掘ってみなければ分からない。今回のライザー科学掘削は、大水深石油掘削をはるかに超える厳しいオペレーションが予想される、まさにチャレンジングな掘削だ」と小林照明(CDEX掘削管理グループリーダー)は航海に向けて気を引き締める。



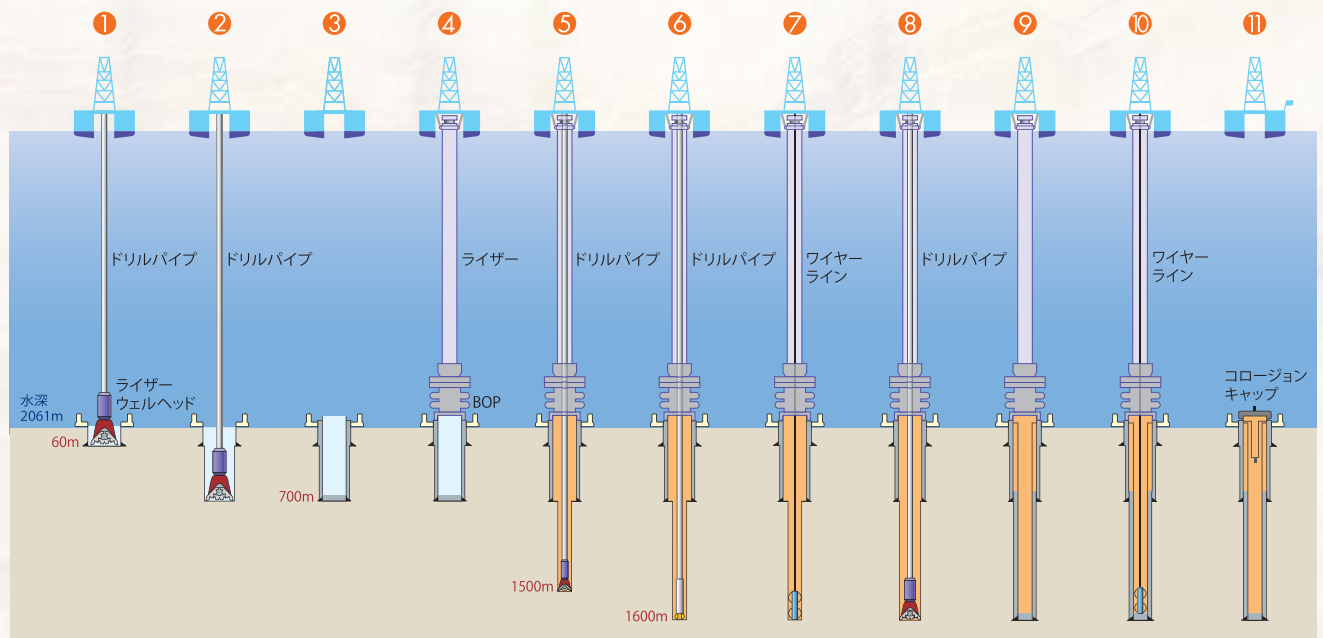
ドリルフロアから海中に降下されるライザーパイプ。



ライザー掘削で重要な役割を果たすのが泥水の使用。写真は泥水に圧力を加えてドリルパイプ・孔内に送り込むためのマッドポンプ。



ライザーパイプ1本の長さは27m。NT2-11サイトは水深約2000mのため、70本以上を連結、海底面上部のウェルヘッドと接続する。



南海掘削ステージ2でライザー掘削が行われる掘削孔(NT2-11)の掘削手順(予定)。最初にライザーレス掘削と同じ掘り方で海底下700m程度まで掘削し(②)、ケーシングを挿入(③)。これが噴出防止装置(BOP)設置のための土台となる。「ちきゅう」とBOPをライザーパイプでつなぎ(④)、ライザー掘削を開始して1500m程度まで掘削し(⑤)、そこから約100m分のコア試料を採取(⑥)。ワイヤライン検層(⑦)を行った後に掘削孔径を拡張して(⑧)、孔内にケーシングを設置する(⑨)。再度ケーシング内でワイヤライン検層(⑩)した後、今後の長期孔内計測システムの設置のために孔口を封じる(⑪)。

IODPが挑む地球科学の謎

海底下には、私たちが直接目にするのことができない未知の世界が大きく広がっている。IODPによる掘削は、まさにこの「見えない世界」の一部を丸のまま掘り抜き、研究者たちの手に届けることになる。そこで、研究の進展に向けてどこをどのように掘りたいのか、様々な分野の研究者から科学計画が提案されている。

今後の掘削によって海底下の地層や岩石を実際に手にすることは、これまでの科学研究の中にどう位置づけられ、そこからどのような発展が考えられるのだろうか。4つの分野の代表的な研究者に、IODPに寄せる期待について聞いた。

取材協力

- 地震学 長谷川 昭 名誉教授 (東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)
- 地質学・岩石学 海野 進 教授 (金沢大学理工研究域自然システム学系)
- 地球環境微生物学 加藤 憲二 教授 (静岡大学理学部地球科学科)
- 古環境学 井龍 康文 教授 (名古屋大学大学院環境学研究科)

海溝型巨大地震発生のメカニズムに迫る

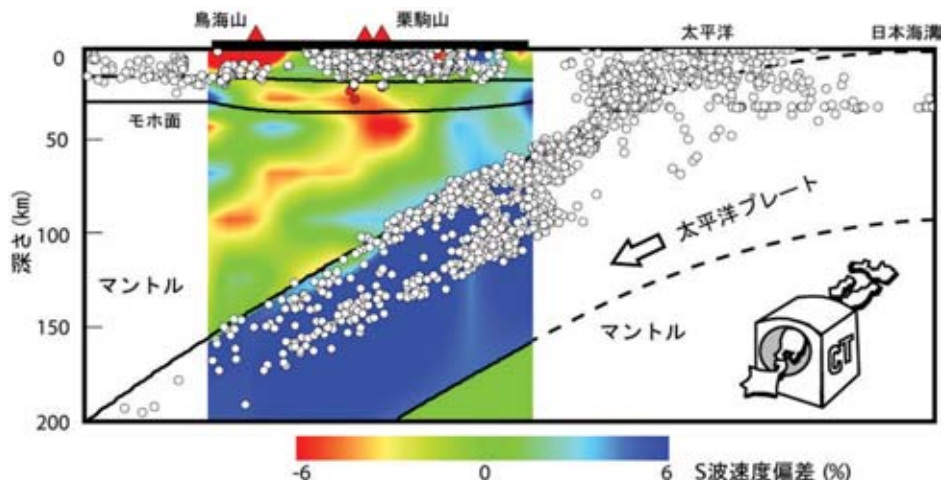
地球はその内部の熱を表面から宇宙空間に逃がすことによって冷却を続けている。そのため地球内部のマントルと地表との間では、やかんでお湯を沸かすときのような対流が起きている。その表面の流れにあたるのがプレート運動だ。東日本では太平洋プレートが、西日本ではフィリピン海プレートが陸のプレートの下に沈み込んでいる。陸のプレートと海のプレートの境界で起こるのが「プレート境界地震」だ。「海のプレートが抵抗もなく連続的に沈み込んでいれば、海溝型巨大地震は起こりません。巨大地震が起こるのは、太平洋プレートの場合が深さ50km程度まで、フィリピン海プレートが30km程度の深さまでです。プレート境界で一種の引っかかり(固着)が起こり、地震の原因となっています。それ以上深くなると温度が高くなって固着できず、地震は起こりません」と、東北大学の長谷川昭名誉教授は言う。

この固着域のことを「アスペリティ」と呼び、プレート境界にパッチ状に存在している。摩擦力が働いて固着するとプレートは引っかかるが、プレートの沈み込む力は巨大なので、最終的には固着部分も抵抗できなくなり、滑り遅れた分を取り戻そうと一気に滑る。これが海溝型巨大地震、厳密にはプレート境界地震である。地震後プレートは、また同じアスペリティに引っかかる。これを繰り返すため、巨大地震が一定の間隔で繰り返

返し起こる。アスペリティの規模が大きいほど巨大な地震になる。この発生メカニズムを「アスペリティ・モデル」と呼ぶ。今世紀に入って、プレート境界地震についてはアスペリティ・モデルが成り立つらしいことが分かり、他のタイプの地震よりもはるかに研究が進展している。

地震研究の最終目標は、巨大地震の発生を予測することだ。そのためには、その発生のメカニズムを理解して地震発生モデルを構築し、さらにそれを数値モデルにしてコンピュータの中で再現することが必要だ。現在、固着と滑りを繰り返す地震現象を室内実験で再現し摩擦の法則を導き出す研究も進み、地震発生モデルがつけられつつあるという。

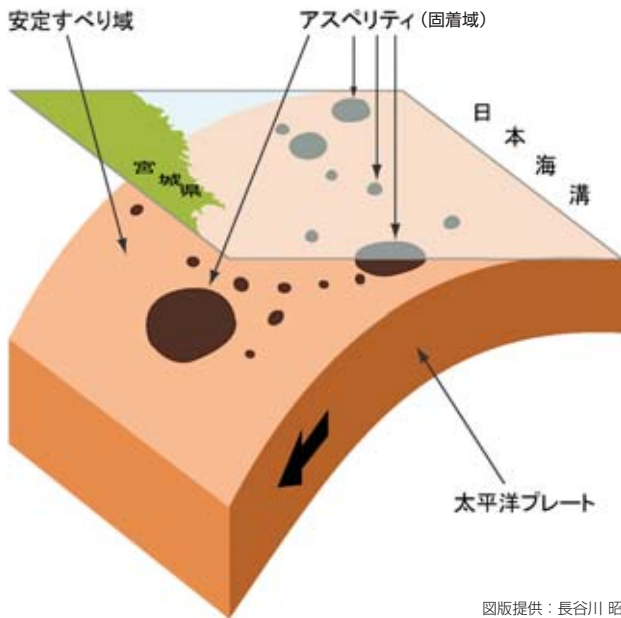
「数値モデルのためには、摩擦パラメータの空間分布を知る必要があります。プレート境界はもちろん、上盤側プレート物質の物性も知りたい。そのためには実際にコア試料を採って計測することです。もう一つ重要なのは、地下で起きている現象の現場での詳細な観測です。海洋研究開発機構(JAM



地震波トモグラフィで写し出された東北日本下の構造

図版提供：長谷川 昭

地震波によって捉えられた、東北地方の陸域の下に沈み込む太平洋プレートの姿。青色は伝わる地震波が高速(物質が低温で高密度)、赤色は低速(高温、低密度)であることを表す。○は地震の震源、▲は活火山。



図版提供：長谷川 昭

アスぺリティとプレート境界の地震発生様式

アスぺリティ (固着域) はこのように大小パッチ状に存在する。アスぺリティが大きいほど、あるいは複数のアスぺリティが一緒に滑ることで、巨大地震が発生する。

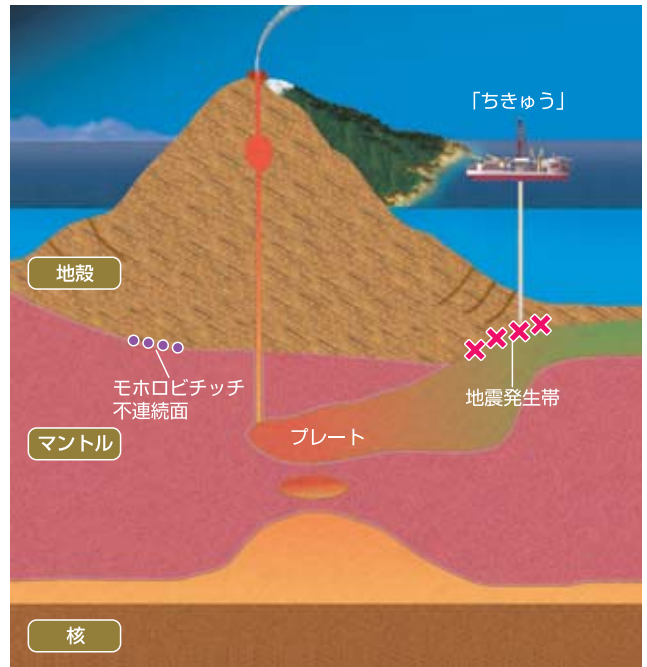
STEC) が熊野灘沖でケーブル式の海底地震・津波観測網 (DONET) を展開しますが、コアを掘った後の掘削孔に観測計器を入れ、それをケーブルにつないでオンラインでデータを送ることも考えられています。分岐断層、あるいはプレート境界まで掘り抜く計画がありますから、固着や滑りが起こっている場所、あるいはそのごく近傍でデータを捕捉できるかもしれません」

地震波を使い地下で起こる現象を研究するのが地震学の基本だが、地震の発生メカニズムを理解するためには、地震が起こる断層面の物質についても知る必要がある。「その二つが融合して全体を理解することになるでしょう。IODPの掘削はそういう方向への一歩だと思えます」と長谷川名誉教授はその意義を語ってくれた。

地球内部はどうなっているのか

地球内部と表面のプレート運動に関して、岩石学の方から探っているのが、金沢大学の海野進教授だ。地球の内部の様子は、地震波の伝わり方と重力の大きさから推定される。地球は表面から順に地殻 (プレート)、マントル、核にわかれ、大陸地殻は花崗岩質、海洋地殻は玄武岩質、マントルはカンラン岩質、核は金属鉄でできていると考えられている。また地震波の反射で見ると、海洋地殻とその下にあるマントルの境界には「モホ面 (モホロビッチ不連続面)」がある。しかし、それらは地震波や重力探査によって間接的に理解されたものであり、実際の状態を目にした人はまだいない。

「私の研究のメインターゲットは海洋地殻の構造ですが、実際に地殻深部にどのような岩石があり、どういう構造あるいは化学組成をしているかは分かっていません。海洋地殻深部の岩石は海底の断層崖で採取できます。また、オフィオライトと呼ばれる地層には地質時代の海洋地殻の岩石が地表に露出しています。それを研究して、現在の海洋底、中央海嶺で



地球内部の様子

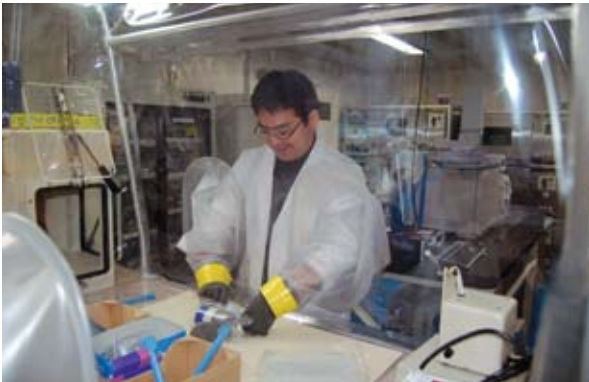
はこのようなものができているのだろうと想像している状態です」と海野教授は言う。

海洋掘削が始まった1960年代以降、ほとんどの掘削が海底下の堆積岩までで、さらに深い掘削孔は、海底下約2kmまで掘削した中米コスタリカ沖、さらに海野教授も参加したマグマだまりのハンレイ岩に達した東太平洋中米グアテマラ沖の掘削孔の2本のみである。「海洋地殻の下部地殻は、このハンレイ岩で構成されています。その下にはマントルがあり、境界がモホ面です。最近モホ面にもいろいろなバリエーションがあることが分かってきました。そのバリエーションがなぜ存在しているのかを知るためにも、掘削して直接岩石を採取する必要があります」

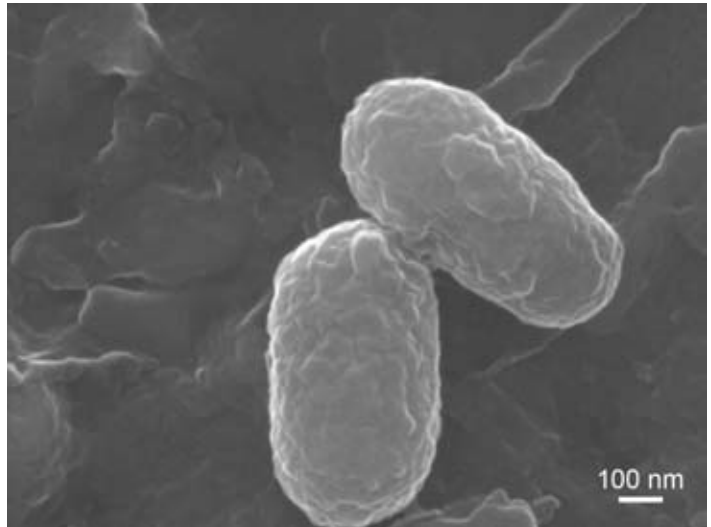
モホ面下のマントルは、地球の体積の大部分を占める重要な物質だ。かつてのマントルが地表に露出していることもあるが、露出する過程で変質を受け、地球内部にあったときの状態を必ずしも保持していない。そこで可能な限り深いところまで掘って新鮮なマントルを採取し、その性質を調べたいという。またモホ面を突き抜ける穴 (モホール) を掘れば、



ワジヒルティ (オマーン) にて、海洋地殻下部を構成していた層状ハンレイ岩・オフィオライトを調査する海野教授。
写真提供：海野 進



「ちきゅう」船上ラボで、採取した海底コアを用いて微生物の分析を行う。酸素に触れないよう、窒素を充てんした空間で作業を行っている。



走査型電子顕微鏡が捉えた海底コア中の微生物様構造体。海底下には古細菌（アーキア）と呼ばれる微生物が多数生息している。画像提供：高知コア研究所地下生命圏研究グループ

その上部の海洋地殻全体を掘り抜くことになり、その性質をつぶさに調べることができる。「今までの掘削でも、『たぶんこうだろう』と思っていたのに掘ってみたら全然違っていたということがありました。マントルまでの掘削に挑戦することで新しい発見が必ず出てくると期待しています」

だが、現在「ちきゅう」が掘削可能な水深2500mでのライザー掘削では、典型的なモホ面を掘るのは難しい。「水深が浅く、地震波速度構造でもモホ面が海底面近くまで露出している小笠原海嶺などで水深2500m級のライザー掘削を提案し、その間に水深4000m級のライザー掘削を開発して典型的な構造のモホ面を掘削するというプランを考えています」と海野教授。

ちなみに海野教授をはじめ、陸上のオフィオライト研究から海洋掘削に研究対象を広げる人は多いそうだ。中東オマーンにある世界最大のオフィオライトでは、モホ面の化石が大規模に露出している。地上に露出した岩石もまた、過去に地球内部で起こったことを我々に示す貴重な試料なのである。

海底下に広がる地下生物圏

地球上には、炭素量に換算して人類の数千倍から数万倍の量になる微生物が存在し、その多くは地下に生息している。実は地下には巨大な生物圏があるのだ。

1990年代半ばにイギリスのジョン・パークスが、ODP（国際深海掘削計画）のデータから地下圏の膨大な微生物の存在を明らかにした。当時の最高深度は海底下約830mだが、現在は海底下1600mまで研究が広がった。陸域では深度約3000mの金鉱山に特有の微生物の存在が確認され、地下生物圏はわれわれの想像以上に広がっていることが明らかになりつつある。

微生物は古細菌（アーキア）と真正細菌（バクテリア）という2つのグループに分かれる。古細菌は超高温、超高温、あるいは酸素のない極限環境にすることが特徴だが、海水中にも10%前後の割合で存在する。古細菌の中でも熱水にすむグループは海底に近いほど多くなり、熱水噴出孔や地下由来の微

生物が上昇していることを示唆しているという。「高知コア研究所の稲垣史生グループリーダーや諸野祐樹研究員が、「ちきゅう」などで得た海洋掘削のデータを分析し、地下生物圏には圧倒的に古細菌が多いことを『ネイチャー』に発表しました。この分野での日本の頑張りは世界的な注目を集めています」と静岡大学の加藤憲二教授。

海底下の古細菌は、光も酸素もない地下圏で、水素、あるいは硫化水素やメタン等の還元的物質でエネルギー代謝を行い、われわれのすむ世界とは異なるもう一つの生態系を形成している。そこには太陽エネルギーを活用する表層の生態系とは全く違う進化の形がある。

「人類は微生物から進化してきたのですが、今も微生物は太古と変わらぬ姿で存在しています。生存に適した場所を獲得了ら進化しないことが彼らの生存戦略なのです」

典型的な例が、酸素のない環境でメタンをつくる微生物や、そのメタンを二酸化炭素に戻す微生物の存在だ。地下生物圏で行われている物質代謝は地上の生物圏とも関連しているはずだ。100年または1000年単位の時間スケールでは微生物の活性は非常に大きく、地球環境を動かす力があるため、地下生物圏の物質代謝の理解が地球全体の物質循環の理解に不可欠だと加藤教授は言う。

地下生物圏には、新たな生物資源への期待も大きい。「微生物の持つ未知の代謝系を発見する可能性はあります。微生物の作るメタンハイドレートも重要な資源ですが、それ以上に、新たな代謝系の発見が私たちの次世代エネルギーシステムに役立つのではないのでしょうか」

また、生物を研究する人間として興味深いのは、生物圏の限界（リミッツ・オブ・ライフ）に迫ることだという。「JAMSTECの高井研プログラムディレクターがリーダーとなって提案した沖縄トラフの深海底掘削計画が高い評価を受け、実施に向けて準備が進んでいます。100℃以上の高温下で微生物がどのようにふるまうか知りたいですね」。もし将来的に掘削孔をラボとして活用し微生物の培養実験が行えれば、地上の試験管の中での実験とは、けた違いな知見が得られる可能性もあると、加藤教授は期待している。



IODP第310次航海(タヒチ島の海水準)で使用された掘削船DP Hunter

© ECORD/IODP

海底下に眠る地球環境変動の記録

海底下には生物圏があると同時に、過去の生物が化石として保存されている。その一つがサンゴだ。サンゴは熱帯の浅い海に生息し、高い生物多様性を持つ「サンゴ礁」をつくっている。水温や水深、塩分、栄養塩、陸起源の物質の供給量などさまざまな環境要因によって、どのような種類のサンゴがいるのかが細かく決まる。つまり、過去のサンゴやサンゴ礁を見ればその当時の気候などをかなり詳しく再現することができるのだ。

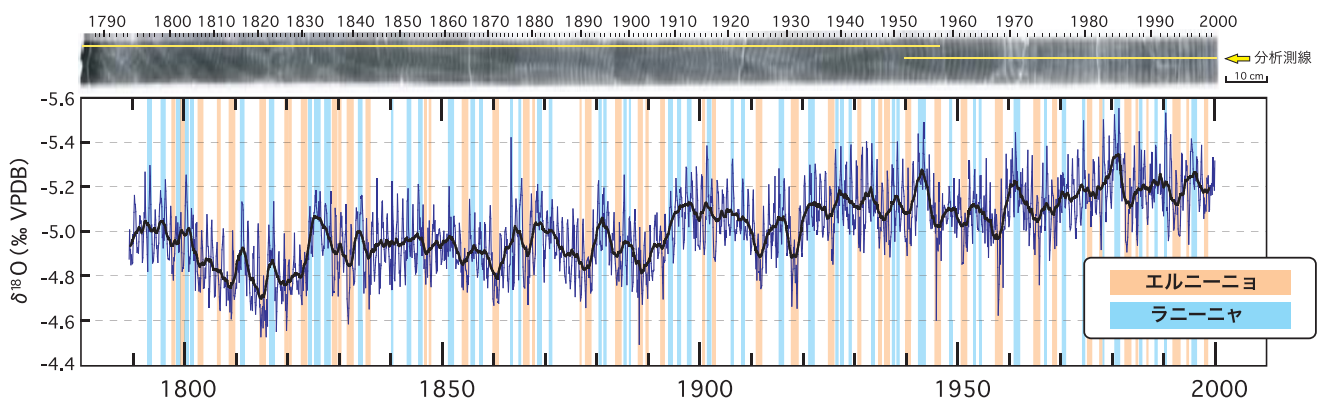
サンゴ礁から数千年～数百万年規模の気候変動や、そのような変動に対するサンゴ礁の変化を知ることができる。そのためには、サンゴ礁ができた時代を正確に決めなければならないと名古屋大学の井龍康文教授は言う。「5万年前までは炭素の、30万年前まではウランなどの放射性元素の崩壊の度合いで年代が分かります。それより古いものはストロンチウム同位体を分析すれば、理論的には数億年前まで分かります。ただし古い時代の試料は変質するため、石灰質のプランクトン化石などの年代決定に有効な化石も調べます。高知コア研究所は、ストロンチウムを最高精度で測定できる技術を持っており、サンゴ礁の年代を割り出すのが楽になりました」

またサンゴには、さまざまな時間スケールの地球環境変動が記録されている。サンゴ骨格中のストロンチウム／カルシウム比や酸素の同位体比を用いて当時の温度と塩分を計算できるため、現在から数百年前なら2週間～1カ月程度の精度で温度や塩分変化が分かる。さらに骨格を細かく分析して一日以下の単位で過去の温度を明らかにすることもできるという。そこで、サンゴから過去の気候変動を再現することも可能だ。「西太平洋にある暖水の塊が東西に移動することでエルニーニョやラニーニャが起こります。琉球列島やタヒチなど、太平洋にあるサンゴ礁を掘削して調べれば過去の暖水塊の挙動がわかり、当時のエルニーニョやラニーニャについて知ることができます。太平洋の気象観測データは20世紀以降のもので、それ以前の気候モードを知るためには、200年以上生き続けている

サンゴやサンゴ化石の分析が欠かせないのです」と井龍教授。

過去のサンゴ礁に含まれている化石から、その年代と住んでいた水深を知ることができる。これを使えば、過去のある時点で海面はどこにあったかを知ることができる。海面の上下動は地球上に氷床がどのくらい発達していたかにつながるため、当時の気候をそこから推測できるのだ。「2005年に実施したタヒチでのIODPサンゴ礁掘削では、過去2万年の間に海水準が上昇した道筋が、明らかになりました。また、最後の氷河期が過ぎ暖くなる途中にも、ゆり戻しの時期（寒冷化した時期）があったということが分かったのです」

井龍教授らは、琉球列島の陸上および海底を横断的に掘削する研究計画をIODPやICDP（国際陸上科学掘削計画）に提案している。「琉球列島はサンゴ礁の歴史を探る上でよいフィールドです。現在サンゴ礁分布の北限は種子島の広田海岸付近ですが、2万年前にはずっと南でした。氷期から間氷期に移り変わるにつれて、サンゴ礁の北限は北に移動したはず。また、暖かい時期と寒い時期ではサンゴ礁堆積物が異なるので、その時間的変化をきちんと捉えたいですね」と、井龍教授はその狙いを語ってくれた。



グアム島のハマサンゴ骨格の酸素同位体比記録 (Asami et al., 2005) から明らかになった、過去210年のエルニーニョとラニーニャの周期。エルニーニョは現在とは異なり、3～8年周期で起こってきたことが分かる。グラフの上はサンゴ骨格のX線写真。 図版提供：井龍 康文／浅海 竜司

長期孔内観測システム

掘削孔を活用して南海トラフ地震発生帯の挙動を捉える

掘削孔を利用して長期観測

南海トラフにおける海溝型巨大地震の発生メカニズムを解明し、この海底下が今どのような状況にあり、今後何が起きるのかを明らかにするために、海洋科学掘削によって内部のコア試料が採取され、孔内の状態を把握するための検層が行われている。だが、これだけでは、地震発生帯の動的なプロセスを捉えることはできない。そうした時間的な変化を捉えるために、南海掘削で計画されているのが長期孔内観測システムの設置だ。掘削孔を利用して、そこに温度センサーや地震計、傾斜計、歪み計など、様々な計測機器を設置し、長期間にわたって、海底下で地震、地殻変動、水理地質などを連続的に観測しようというのだ。

かつてのODPの時代、日本は西太平洋において掘削孔に地震計を設置して、1年以上に及び長期孔内観測を実施した経験がある。だが、南海掘削では、これをはるかに超える高度な

観測システムを構築し、より大深度、高温、高圧の環境のもとで、5年以上という長期間にわたって、多項目に及び観測を計画している。さらに観測システムは、2009年から熊野灘で展開される海底地震・津波観測ネットワークシステム(DONET)の海底ケーブル網に接続し、取得したデータをリアルタイムで陸上に送信することをめざしている。鉛直方向に観測網が展開されるというのは、世界でも例のない画期的な試みだ。

観測システムの構造は、右ページの通りだ。ケーシングされた掘削孔にチューピングと呼ばれる鋼管を通し、必要な深度・位置にセンサーを取り付けたモジュールを配し、テレメトリーケーブル(ライン)につなぐ。データはケーブルを経由して孔口部のサブシーモジュールに送られ、さらに海底ケーブルを経て陸上へ送信される。掘削孔の最深部にはパッカーと呼ばれる栓があり、流体などの内部への浸入を防いでいるが、その下にもセンサーが設置される。

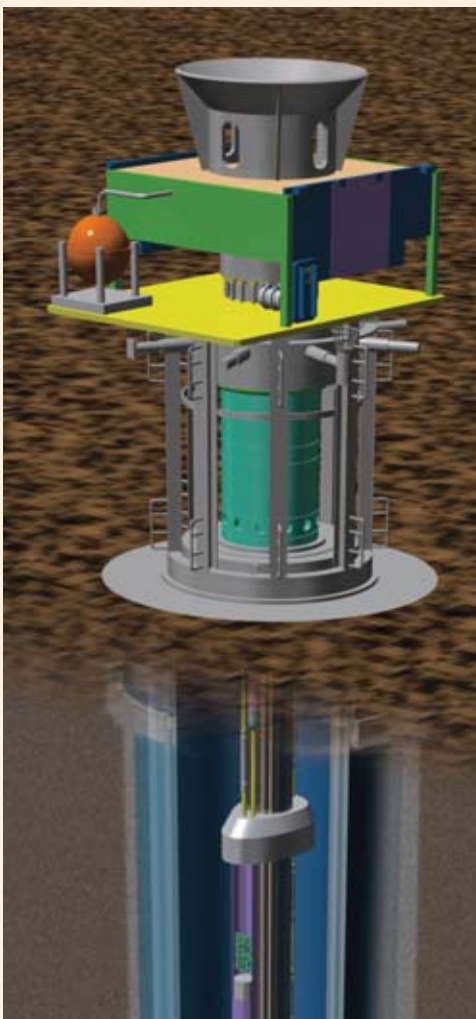
課題を乗り越え実現をめざす

こうした観測システムを実現させるためには、多くの技術課題を克服していかなければならない。安全で確実な設置方法の確立、長寿命(5年以上)で衝撃にも強い(250Gの衝撃に耐える)機器の開発、さらには、多種多様な計測データを混乱なく統合して送り出すデータ伝送システムの開発など、課題は様々だ。たとえば地震計ひとつにしても、微小地震から巨大地震まで対応できるようなできるだけ広帯域・広ダイナミックレンジであることをはじめ、多層に設置するため高精度同期も求められる。

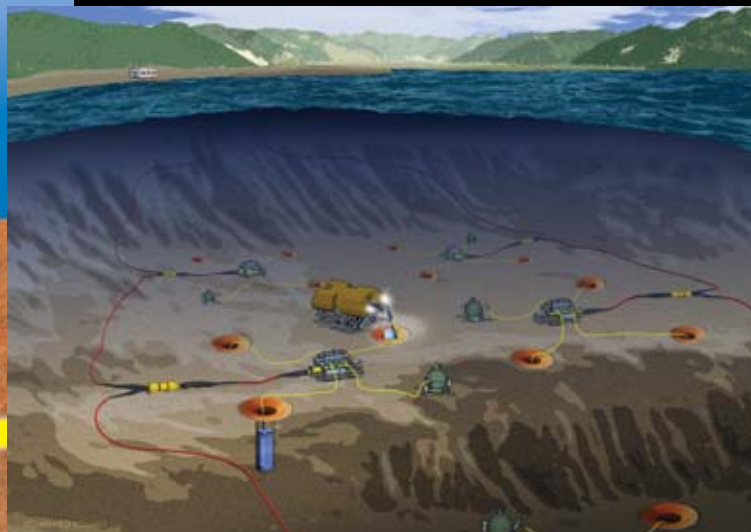
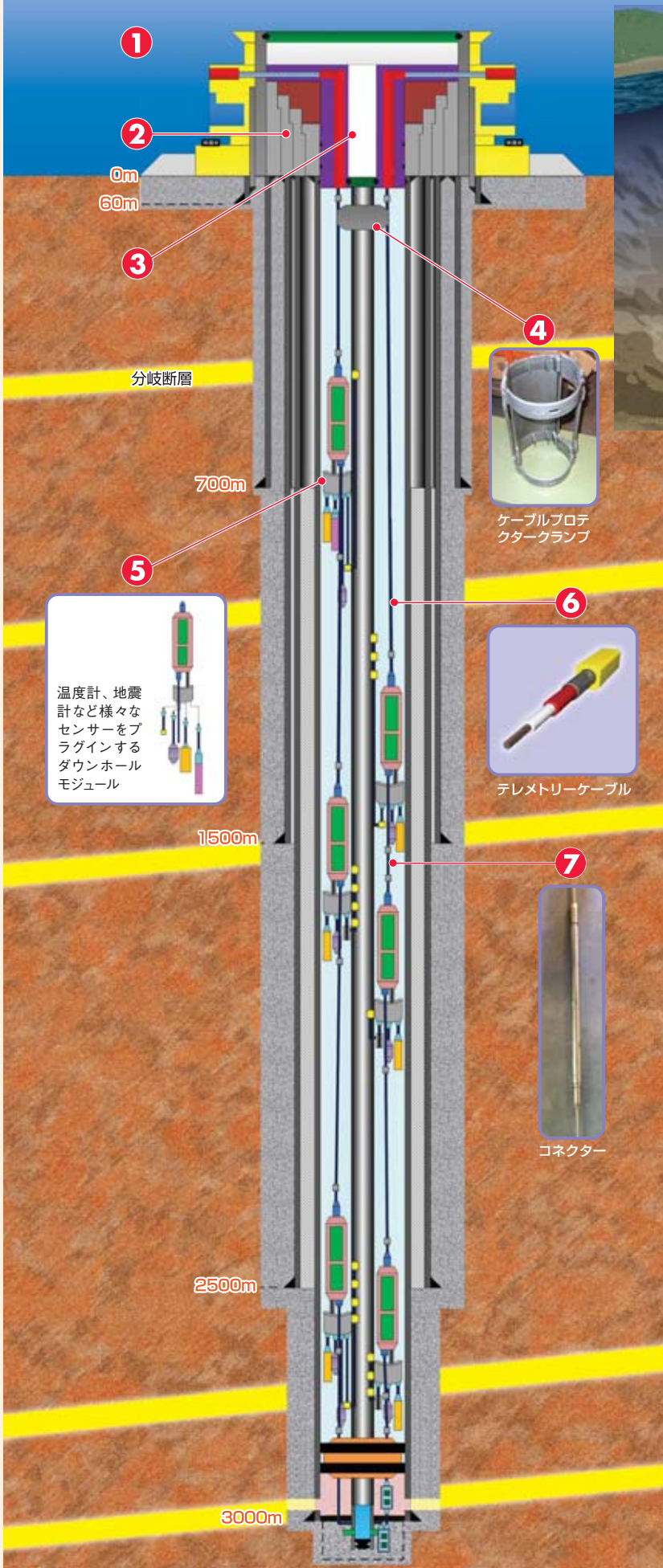
特に難題なのが、高温対策だ。地震断層の固着現場の温度は200℃を超える。現在、中間目標として観測システムがめざしているのは、深度3500mの125℃。しかし、一般に民生用の電子部品で保証される動作温度は85℃ほどで、これを超えるとトラブルが起きやすい。自動車、ロケット、原子力などの分野では高温に耐えるものも開発されており、技術的には不可能ではないが、高温に耐え、しかも長寿命の観測システムを造り出すのは容易ではない。他にも高圧や腐食への対策、さらには、海底ケーブルから供給される電力でシステムを維持していくための低電力化など、クリアすべき問題は多い。しかし、課題を乗り越え、観測システムを実現させるための技術開発が、現在、急ピッチで進められている。

2011年頃に向けて、熊野灘に長期孔内観測システムが設置される予定だ。さらに、海底観測と結びつくことによって三次元の総合観測網が確立される。これによって、地震発生メカニズムの理解が進むとともに、地震予測モデルの精度向上や、防災・減災への貢献も期待される。

(取材協力: 許 正憲 技術研究主幹 [CDEX 技術開発室])



長期孔内観測システムの孔口部分のイメージ



熊野灘で整備が進められている海底地震・津波観測ネットワークシステム (DONET) の展開イメージ。掘削孔を利用した長期孔内観測システムも、この海底ケーブル網に接続されて給電・データ伝送を行う計画だ。これにより、長期間の観測とリアルタイムのデータ送信が実現する。
イラスト提供：DONET



温度計、地震計など様々なセンサーをプラグインするダウンホールモジュール



テレメトリーケーブル



1 クリスマスツリー (孔口部)

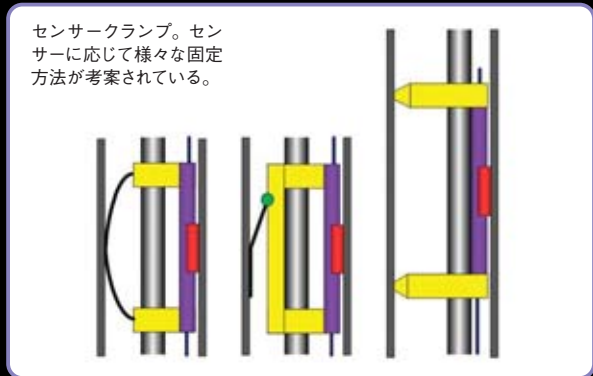
サブシーモジュール



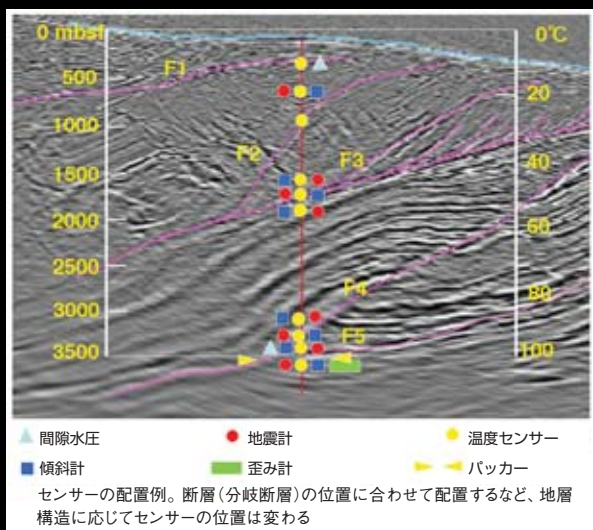
ケーシングハンガー



チューピングハンガー



センサークランプ。センサーに応じて様々な固定方法が考案されている。



▲ 間隙水圧 ● 地震計 ● 温度センサー
■ 傾斜計 ■ 歪み計 ■ バッカー
センサーの配置例。断層(分岐断層)の位置に合わせて配置するなど、地層構造に応じてセンサーの位置は変わる

世界の海で掘削研究を推進するIODP

ベーリング海掘削から分かる いにしえ 古の気候変動

取材協力
高橋 孝三 IODPベーリング海掘削航海 共同首席研究者
九州大学大学院理学研究院 教授



ジョイデス・レゾリューション (米国)
(IODP科学掘削船)

2009年、日本の「ちきゅう」、米国の「ジョイデス・レゾリューション(JR)」、欧州提供の特定任務掘削船(MSP)と、日米欧のIODP科学掘削船3船がそろって各海域で掘削を行う。これはIODP開始以来初めてのことだ。

紀伊半島沖の南海トラフやハワイ沖の太平洋赤道付近、アメリカ東海岸のニュージャージー沖など、年内に9つの研究航海の開始が予定されている。そのうちのひとつが、九州大学の高橋教授が首席研究員を務めるベーリング海掘削である。

2009年7月から9月にかけて、アメリカの科学掘削船「ジョイデス・レゾリューション (JOIDES Resolution)」によってIODPの「ベーリング海掘削」(第323次研究航海)が行われる。この研究航海で共同首席研究者を務めるのが、九州大学の高橋孝三教授だ。

過去の気候変動については、まだ明らかになっていない点が多くある。特に太平洋の縁辺域であるベーリング海は、これまでほとんど堆積物採取のための掘削がされておらず、空白地帯になっていると高橋教授は言う。

「今回の掘削の第一の目的は、北半球での太平洋と大西洋のつながりの歴史を調べることです。水は熱や塩分を運ぶので、太平洋と大西洋間での海水の動きが、気候変動を解明する上で非常に重要なのです。北半球に氷床が発達し始めたのは約270万年前といわれています。海面が下がった頃にはベーリング海が北極海と隔離されていたと考えられますが、大西洋と太平洋の

連携・閉鎖の歴史がよく分かっていません」

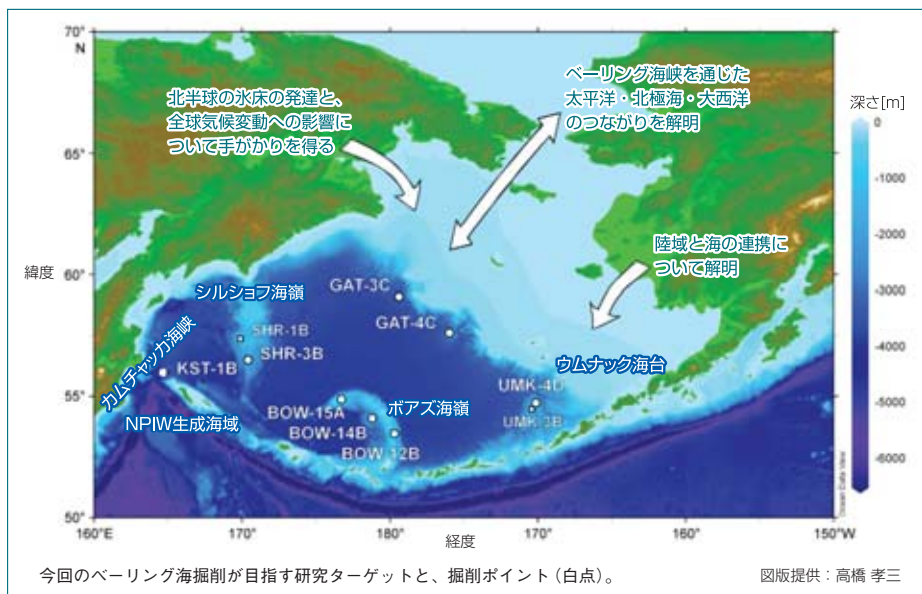
目的の二つめは、北太平洋中層水(NPIW)の起源を探ることだ。NPIWは現在も北方海域で生成されており、ベーリング海も生成海域のひとつ。NPIWもかなり巨大な水塊を形成しており、気候変動に大きく関与している。

三つめは、陸と海の連携がどのように変化したかを調べることだ。ベーリング海は陸に囲まれた縁辺海で、陸上と海洋の変動に大きく関係する。「これは北半球の氷床の発達にも、太平洋と大西洋のつながりにも絡んできます。海面は氷期と間氷期の違いで上下します。一番下がったときは現在よりも海面が130mくらい下なので、北部のベーリング海峡は完全に干上がって大陸がつながります。氷期・間氷期の周期は、太平洋と大西洋のつながりをオンにしたりオフにしたりしていたはずだ」

掘削して海底の堆積物コアを採取すれば、そこに含まれる化石から、当時の水深、塩分から陸地がつながっていたかどうかを知ることができ、以上のような謎への答えが得られると期待される。

高橋教授は、2004年の北極海のIODP掘削航海(第302次研究航海)にも参加している。その目的も大西洋と太平洋の連携を調べることだった。「5600万年前から4400万年前までに相当するサンプルからは素晴らしい化石がたくさん出て、その初期の時代には北極海はまだ大西洋とつながっておらず、現在の黒海のような状態だったと推測されます。しかし4400万年前以降のサンプルにはほとんど化石がなく、北極経由での太平洋、ベーリング海の関係については何も分からない。やはりベーリング海を掘らなければと思いました」

今回の掘削海域では、1999年に学術研究船「白鳳丸」での予備調査が行われた。その際に氷期・間氷期の両方が含まれる10万年前または30万年前程度の年代にかけて、きちんと化石のあるサンプルが採取できている。「500万年~1000万年前になると、今よりずっと温暖なので炭酸カルシウム系の化石が多く残っているでしょう。そのような状況なので、掘削すれば必ず地球規模のよい仕事ができると思います」と、高橋教授は掘削航海への意気込みを語ってくれた。



コアサンプルの管理と有効活用を担うIODPキュレーター

海洋科学掘削によって得られた 貴重なコア試料を保管・管理

コア試料を適切に保存

IODP研究航海において、地球深部探査船「ちきゅう」などの深海掘削船が海底下から採取した大切なコア試料は、高知県にある高知コアセンターに運ばれ、適切な保存環境のもとで保管され、研究に活用される。この保管・管理を担当しているのが高知コア研究所・科学支援グループのIODPコアキュレーションチームだ。

高知コアセンターは、高知大学と海洋研究開発機構が共同運営する研究施設で、全国共同利用施設・海洋コア総合研究センターと、IODP研究推進を目的に海洋研究開発機構が設置した高知コア研究所が併設されている。ここには、最先端の分析機器とともに、建物1階の半分を占めるコア保管棟が備わっている。大型の冷蔵・冷凍コア保管庫は、長さ1.0～1.5mの半割コア試料を約18万本も収容することが可能だ。また液体窒素を使用した極低温保存タンクが別棟に設置されている。

高知コアセンターは、米国・テキサスA&M大学、ドイツ・ブレーメン大学と併せたIODP世界3大コア試料保管拠点のひとつ。IODP研究航海により西太平洋域、インド洋域で採取されるコア試料はここで保管される。また、かつての深海掘削計画(DSDP)、国際深海掘削計画(ODP)において、同海域で採取されたコア試料も搬入が終了し、保管・管理されている。

貴重なサンプルの分配を判断

コアキュレーションチームは、コア試料を保管・管理するだけでなく、コア試料を利用して研究を行う研究者たちからのリクエストの受付・評価を行った後に、サンプルを分配するサービスを行っている。このサービスにおいて、責任を持って対応する役割を担うのが、IODPキュレーターのグプタ・ランだ。

「海底下から掘削によって採取されたコア試料は、掘削船上で半割され、半分は保管用のコア試料(アーカイブハーフ)とされ、残りの半分(ワーキングハーフ)が研究に用いられます。採取してから1年間(モラトリアム期間)は、研究航海に参加した研究者がサンプルとデータを優先的に利用できます。モラトリアム期間後は、全世界の研究者や博物館などもサンプルの利用申請が



高知コアセンターのコア保管庫に集まったIODPコアキュレーションチームのメンバー。後列左から、荒川洋平(キュレーションスタッフ)、グプタ・ラン(IODPキュレーター)、久光敏夫(キュレーション業務監督者)、中列左から、和 詩賀子(キュレーションアシスタント)、平野 聡(キュレーションスタッフ)、前列は、安永 雅(キュレーションスタッフ)。

可能になります。そうした依頼や申請内容を検討・判断し、サンプル利用の許可と計画を立案・実行するのが私の仕事です」

最も苦勞するのは、「サンプル申請を評価すること」と言う。申請に対して、どのような研究に利用するのか、その研究によって確かな成果が得られるのか、様々な観点から研究内容を精査し、必要に応じて申請者へ質問を送り、判断のための検討を重ねる。「コミュニケーションをうまく取りながら、IODPのポリシーに沿ってリクエストを評価することはとても大変ですが、採取されたコア試料はとても貴重なものですから、重要なことだと思っています」。来日して11年。長く地球環境変動に関する研究を続けてきたが、現在の仕事では、専門以外の幅広い知識が求められる。だが、そうした勉強を通して得るものも大きいと話す。「サンプルを使ってこんな研究もできるんだという発見もあります。また、サンプルを送るときには、研究によってどんな結果が出てくるのか、とても楽しみです」

サンプル申請は世界中から送られてくるが、多くは欧米の研究者からだそうだ。「アジア、オセアニアでは、まだIODPについての情報が広く知られていないのかもしれない。海洋科学掘削によってどのような研究が行われ、どんな結果が出ているのか、そうした情報をもっと広がって、アジア、オセアニア地域の研究者たちにも、ここにあるサンプルを使ってほしい」と話す。



コア試料のサンプリング作業



冷蔵コア保管庫での作業の様子



会議では申請の内容について全員で検討を行う

新しい地球科学の世界に出会う体験

地球深部探査船「ちきゅう」や科学掘削への興味・関心を深めていただくため、さまざまなイベントが行われています。そのいくつかを紹介します。

「ちきゅう」を身近に感じた2日間

『リアル・ラボ@地球深部探査船「ちきゅう」
～“海の上の研究所”で見つける地球の姿～』に参加して



古生物の実習では、海底堆積物に含まれる微化石を探す研究体験も行われた（上）。参加者は船内での生活体験やスタッフとの交流を深めるひとときも楽しんだ（下）。

晴天に恵まれた中、イベント『リアル・ラボ@地球深部探査船「ちきゅう」～“海の上の研究所”で見つける地球の姿～』が開催されました。日本科学未来館の友の会会員や高校生（慶応義塾高等学校）とともに参加し、普段の一般公開以上に詳細な船内見学、微化石の観察を通じた研究体験、同時開催されたコアスクール参加学生との合同サイエンスカフェ等、有意義な時間を過ごしました。参加者からは、『サンプルを採る船』というよりも、その場で非常に詳しいデータがとれる『研究船』であることがわかった、「研究者の皆さんは、ユーモアがあり親しみやすい」等、科学掘削船の技術と研究者の姿を多面的に知ることができたとの声が聞かれました。

私自身も、研究者と同じ環境で2日間過ごし、本物に触れることで「ちきゅう」をより身近な存在に感じました。今までは講演会や本から、プロジェクトの大きさや掘削技術のすごさ、研究者の情熱を知るだけでしたが、舞台となる「ちきゅう」に滞在しながら聞く話は非常に説得力があり、今まで以上に感動しました。

貴重な体験の数々が詰まった今回のイベントは、大人の知的好奇心をくすぐる時間になったと思います。その一つが、2日目の最後に参加者の方がサプライズで「ちきゅう」をテーマにして披露してくれた南京玉簪です。手拍子や歌が始まり…気づけば会場が一つに!! まさに科学が文化となる場面に立ち会えたことに興奮しました。このアイデアのほとんどは、真夜中まで研究者とディスカッションしているときに浮かんできた、とのこと。このように大人たちが新しい知を分かち合い、科学の話題が日常生活を明るく盛り上げる…そのような場面が、日常の一コマとして今後も増えてほしいです。そして、日本がリードするこの国際的プロジェクトがこれからもたくさんの人に注目されていくことを願っています。

（日本科学未来館科学コミュニケーター 杠知子）

中学校の進路学習プログラム「職業ワークショップ」に協力

東京都立白鷗高等学校附属中学校との取り組み

地球深部探査センターは、東京都立白鷗高等学校附属中学校が1年生の総合的な学習の時間を活用して行う進路学習プログラム「職業ワークショップ」に協力。スタッフが講師となって、統合国際深海掘削計画が行う研究について生徒のみなさんに学んでいただき、その上で地球深部探査船「ちきゅう」を活用して、どのような研究を行ったらよいかを考えてもらう取り組みを実施しました。

まずは、地球深部探査センターの活動を理解してもらうことからワークショップをスタート。ウェブサイトなどの資料をもとに自分たちで調べてもらい、知りたいこと、分からないことを質問してもらいました。さらに、こうした調べ学習をもとに、「地球深部探査船『ちきゅう』を使って何でもできるとしたら、どんなことができるのか？」を考えてもらいました。

1カ月かけたワークショップ最終日、地球深部探査センターのスタッフが見守るなか、4つのグループに分かれて発表が行われました。各グループは、「微生物の可能性について」、「海底の食糧について」、「新たなエネルギーの発見について」、「Our Planet」といったテーマで、自分たちが調べたり、考えたりしたことを、ポスターにまとめたり、劇を取り入れたり、工夫を凝らして発表。どれも実際の研究や「ちきゅう」の能力をよく調べ、社会の様々な問題を解決するための独創的なアイデアを盛り込んだ、素晴らしい内容でした。ワークショップを通して、まだまだ不思議で分からないことがたくさんある地球を研究することの面白さを、生徒のみなさんに知ってもらうことができたのではないかと考えています。

（IODP推進室 木戸ゆかり）



最終日には、CDEXスタッフの話とともに、各グループの発表が行われた（上）。科学掘削船「ちきゅう」で、どんなことができるかをみんなで考えた（下）。

今年はIODP躍進の年 幅広い研究成果に期待したい

苦難を乗り越えて、新たなスタートの年に

昨年は、アジマススラスタ（船位保持のための推進機）のギア損傷などによって研究航海ができず、非常に残念な1年でした。しかし、この間もオールジャパンによる「ちきゅう」の新たな運航管理体制が整うなど、今後の運用をより安定・強化していくための進展もありました。そして、今年2月には修理工事が終了し、機能確認試験を経て試験掘削を実施するなど、5月からの南海トラフでの研究航海に向けた準備が、着々と進められています。

私は、2009年がIODPにとって、本格的なスタートの年だと考えています。遅れていた「ジョイデス・レゾリューション」の改修も完了し、「ちきゅう」、特定任務掘削船とともに3つの科学掘削船が揃って研究航海を実施する、初めての年になるからです。これまで、IODPは本当に続けていけるのかという不安や危機感のようなものが、確かにありました。しかし、つらい時期を乗り越えて、今年は明るいニュースがたくさん聞ける、よい年になると実感しています。9月にはドイツ・ブレーメンで2013年以降のIODP科学計画に向けた国際会議「INVEST」も開催されます。これによって科学コミュニティ全体が盛り上がり、さらに、3つの科学掘削船によって活発な掘削が行われ、多くの成果が挙げれば、一気にフルモードに入ること間違いなしです。これをバネに、次のステージに向かっていけるのではないかと思います。

初めての科学ライザー掘削

「ちきゅう」は、今年、科学掘削では初めてのライザー掘削に挑みます。すでに試験掘削で経験済みですから、故障などの不測の事態を除けば、技術的には問題ありません。掘削海域も黒潮の影響が比較的少ないところで、さらにライザーパイプには抵抗軽減装置（フェアリング）を取り付け、強い海流の影響を減らす工夫も施されます。あとは、掘削作業が予定通り順調に進展するかどうかという“時間との戦い”、そして“天候”です。台風が発生する可能性のある時期ですから、天候への対応は非常に重要です。

研究面では、今回、熊野海盆（堆積盆）とその下層の付加体のちょうど境界あたりを掘削するわけですが、その間に褶曲した地層があります。これは一度付加体の上に降り積もった

地層と思われませんが、それが褶曲して削られて、熊野海盆に溜まっています。この3つの層を掘り抜いて解析することにより、熊野海盆がどのようにしてできたのか、地震発生帯とどのような関係にあるのかを明らかにする重要なデータが得られるかもしれません。一方、前回の掘削によって、分岐断層を境に応力場が変化していることが分かりましたが、今回、少し陸側を掘ることによって、応力場の全体像を理解することに貢献するデータが得られるはずで、あとは、地下生物圏に関する新しい知見が得られることにも期待しています。

もうひとつ大事なことは、今回のライザー掘削による掘削孔が、長期孔内計測の孔井として活用されるということです。その計測データは、いよいよ2009年からこの海域で敷設が始まる予定の海底地震・津波観測ネットワークシステム（DONET）と結びつき、将来的にはこの海域に三次元的なリアルタイム観測網が実現する予定です。もちろん、世界でも例のないことです。そのための第一歩が、今回の「ちきゅう」の掘削なのです。

より広がりのある学問へIODPがリードすべき

INVESTにも関連しますが、私は、今後、IODPは科学のやり方を変えていく必要があると考えています。掘削研究だけの“閉じた科学”ではなく、周辺の学問とより連携を図り、広がりのある学問分野を一緒に切り開いていくことを、強く自覚しなければいけないと思っています。DONETとの連携は、まさにそうした取り組みです。ベーリング海での掘削も、北極海の気候変動研究や海洋観測、「地球シミュレータ」などによる気候モデル研究などとリンクして、極域の環境科学という大きなフレームワークのなかで発展させていってほしいと願っています。

掘削研究を軸に、どのような可能性が広がっているのかを、日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）を含めた多くの研究者たちに考えていただきたい。今年は、IODPの素晴らしい科学成果とともに、そうしたことを世界に発信する年にしたいと思っています。



IODP科学掘削船が勢揃いする。