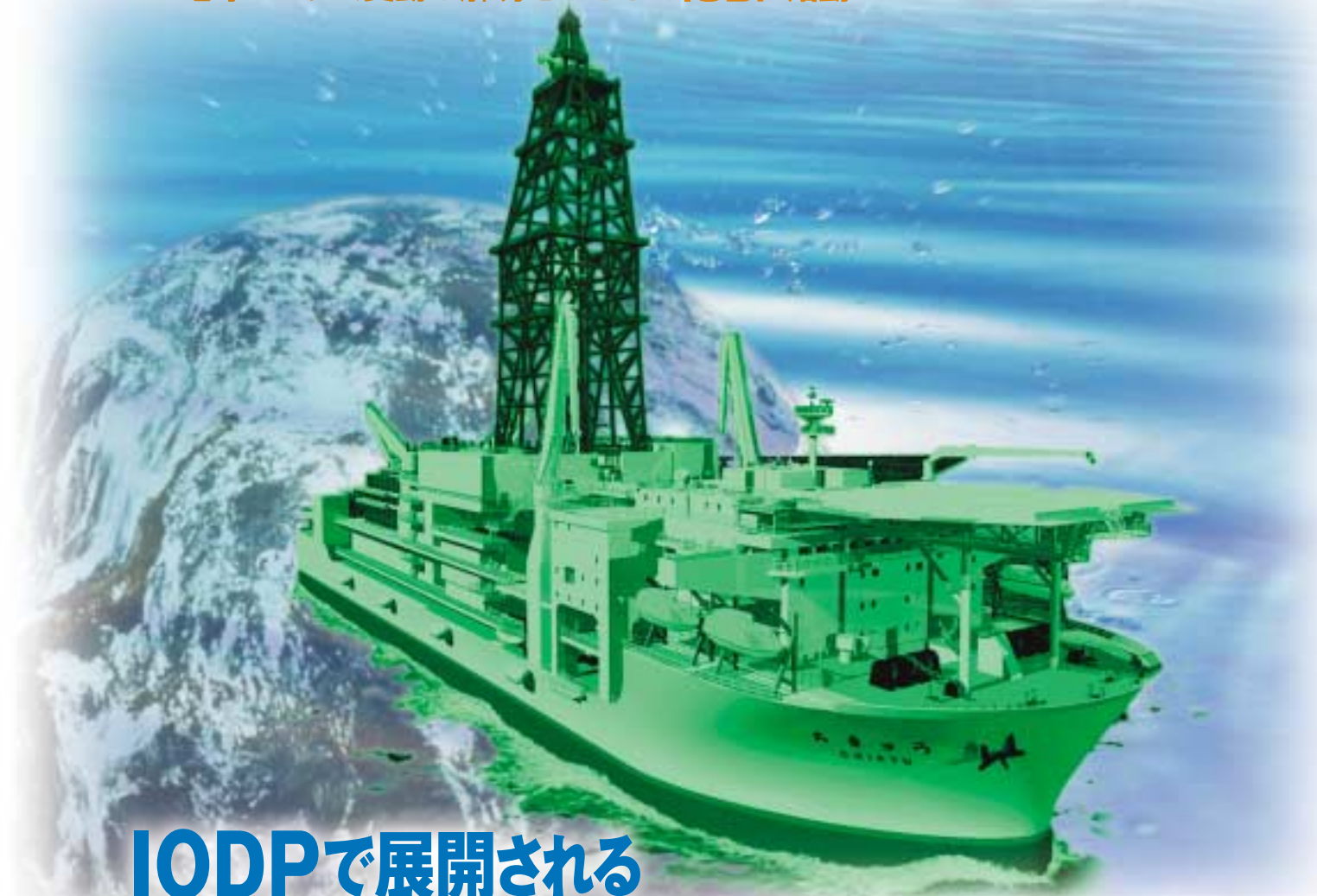


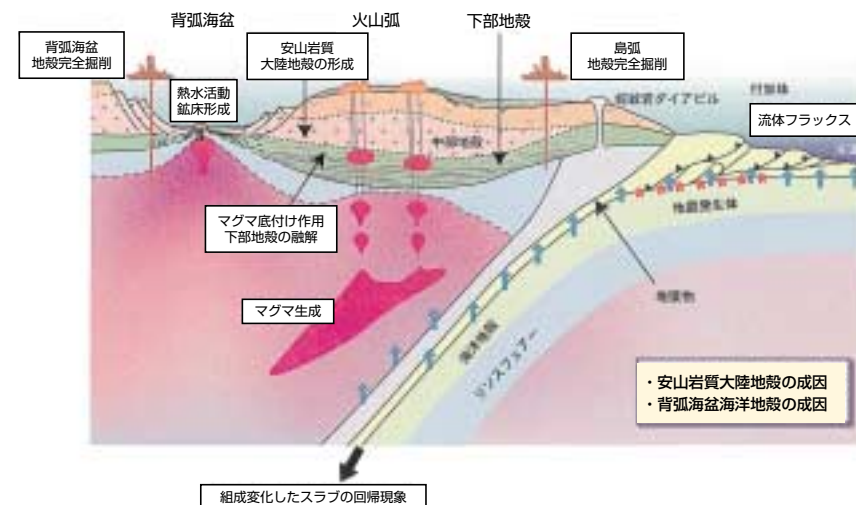


IODPで展開される 深海底掘削が明らかにする地球のメカニズム 高度な掘削技術を用いて進められる地球科学への挑戦



取材協力：
海洋科学技術センター
末廣 潔 理事

IODP発足に先立ち、日本は1994年にライザー方式を採用した地球深部探査船を建造して深海底掘削を行う「深海地球ドリリング計画（OD21）」を提案した。当時のODPで使用されていた掘削船は、ドリルパイプだけで掘り進む（非ライザー方式）ため、掘削深度が制限され、コア（堆積物や岩石試料）の回収率が低いなどの問題があった。削り屑をパイプを通して船上に回収するライザー方式ならば、より深く、安定した掘削が可能になる。OD21は、先進の技術を活用して新たな深海底掘削にチャレンジしていこうとする21世紀の深海掘削計画だった。この提案を受けて、ライザー掘削によってのみ実現可能な科学目標を選定して技術的な問題を検討する作業が、国際科学界全体で行われた。これが、1997年に東京で開催されたCONCORD会議（Conference on Cooperative Ocean Riser Drilling）だった。そして、1999年には、非ライザー掘削船を用いた科学計画を検討するための国際会議（COMPLEX：Conference on Multiple Platform Exploration）がカナダ・バンクーバーで開催された。これらの会議の検討成果をもとに、OD21とポストODPを一連のプロジェクトとして統合し、さらに発展させるべくIODP初期科学計画がまとめられた。さらに、IODPの推進において米国とともに主導的な役割を果たす日本では、IODPの目的達成のために日本が取り組んでいこうとする研究テーマに関して、独自の科学計画を具体的に提案している。いよいよスタートしたIODPにおいてどのような科学研究が進められようとしているのか、その内容を紹介していこう。



沈み込み帯における深部掘削。海洋島弧地殻の物質科学的特性の解明、背弧海盆地殻の完全掘削による地球表層プレート物質の性質解明が期待されている。

深海底掘削の 新たなステージ

1960年代から、これまで40年以上にわたり科学目的の海洋底の掘削が行われてきた。海洋地殻には、すでに2,000以上の掘削孔が掘られ、採取された堆積物や地球内部物質によって、地球システムの様々な謎が解き明かされてきた。しかし、これまでの科学掘削では、最も深いものでも海底下約2,100mまでしか到達できず、地球表面の約7割を占める広い海洋の底には、未調査のまま残されている広大な海洋地殻が存在し、さらにその下には人類未踏のマントルがある。そして、そこには掘削以外の方法では得ることができない、地球システムを解明するための重要な手がかりとなる試料や情報が眠っている。

2003年10月にスタートした統合国際深海掘削計画(IODP)は、これまで進められてきた国際深海掘削計画(ODP)を継承するだけでなく、最新の技術を投入して深海底下の未踏領域にチャレンジするとともに、より総合的に掘削研究を行い、「新しい地球観の創成」をめざしている。IODPがODPと大きく異なるのは、複数の掘削船を運用して研究が進められる点だ。ODPでは非ライザー方式の掘削船・ジョイデスレゾリューション号によって深海底掘削が行われてきた。だが、IODPで

は、現在日本が建造を進めているライザー方式の地球深部探査船「ちきゅう」と、米国が新たに用意する予定の非ライザー掘削船など、複数の掘削船によって研究が進められることになっている(ヨーロッパ諸国もコンソーシアムを組み、浅海・氷海域の特定任務掘削船を用意する計画がある)。また、ODPでは2ヶ月間でひとつのプログラムが行われてきたが、今後は複数の掘削船を有機的に連携させながら、一連のプログラムをまとめた大きなプロジェクト(複合プログラム：Complex Drilling Program)を展開することも可能になった。地質学、地球物理学、地球化学、生物学など、いろいろな分野の研究者が学際的に集まり、ひとつの海域に長

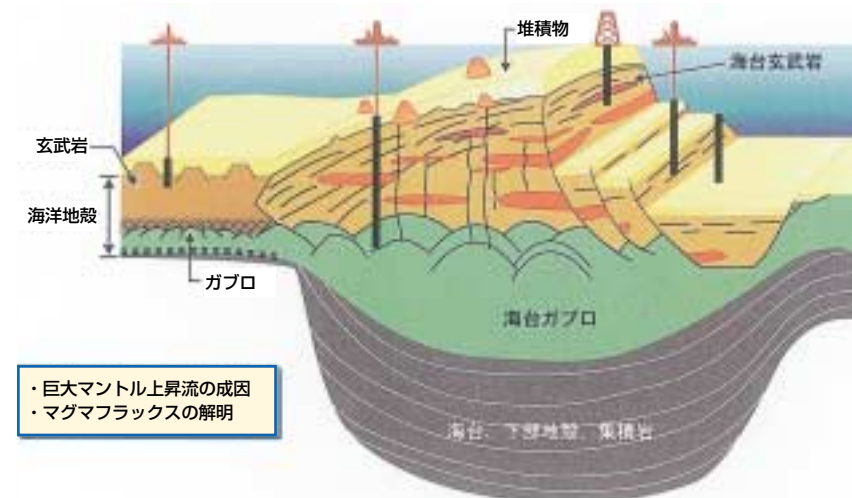
期的・複合的にコミットする計画も実現できるという。

さらに、日本にとってIODPがこれまでと大きく違うのは、日本が米国とともに主導的な立場で深海底掘削を実施していくということだ。これまでの深海底掘削は、基本的に米国主導で進められてきたが、今後は日本も世界をリードしながら掘削研究を展開していく役割を担う。そのためには、日本のやり方を明確に提示し、それを国際的な科学研究として融合させることにより、大きな成果を挙げていくことが求められる。日本の研究者の乗船機会が飛躍的に伸びることを大いに利用していただきたい。

IODPで実施される科学計画

IODPの深海底掘削は、具体的には次のように進められる。まず、国際海洋掘削科学研究者コミュニティが掘削研究の目標となる科学計画を策定し、研究者はこの目標に沿う掘削提案(プロポーザル)を作成して申請する。申請された提案は、国際的な科学アドバイス組織(SAS)の公平な評価審査に基づいて検討され、実施が決められる。

IODPを効率的に推進していくために、発足に先立って、1999年に目標となる科学計画を策定するIODP計画検討小委員会(IPSC)が組織された。委員会は、



巨大海台における深部掘削。巨大マントル上昇流の起源の解明・マグマフラックスの定量的解明が中心課題であり、西部太平洋域で最大規模の海台で今までに掘削実績のあるオントンジャワ海台での掘削が提案されつつある。



沈み込み帯・地震発生帯における研究。沈み込み帯で進行するプロセスは、地圏-生物圏-表層流体圏の相互作用の産物といえ、付加体における有機物循環と地下生物圏の解明、巨大地震のメカニズム・サイクルとテクトニクス、物質循環の解明、付加体地下環境に生息する極限環境微生物のバイオロジー等の研究が必要である。

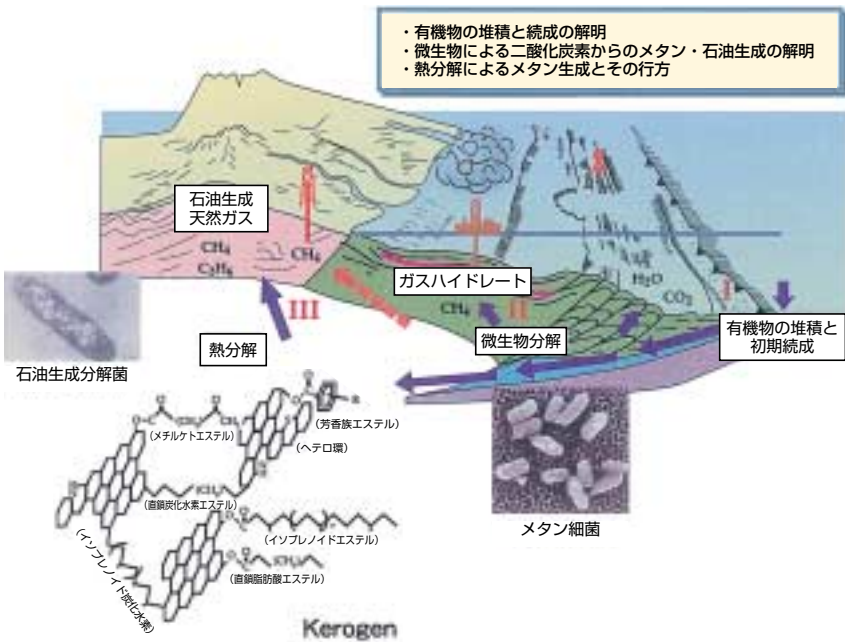
1997年のCONCORD、1999年のCOMPLEX両会議の提言などをもとに検討を重ね、IODPの初期10年間(2003~2013年)の科学目標であるIODP初期科学計画(ISP)をまとめた。このISPには、次のような3つの大テーマと8つの重点目標があげられている。

- 地下生物圏と海底下に広がる「海」
 - ・地下生物圏の探査
 - ・ガスハイドレートの分布と性質の解明
- 地球環境変動とその生命圏への影響
 - ・地球環境変動の内的要因の解明
 - ・地球環境変動の外的要因の解明
 - ・地球システム内の相互作用の解明
- 固体地球における物質循環とそのダイナミクス
 - ・巨大海台、海洋地殻、大陸縁の形成と進化の解明
 - ・地球内部物質循環と大陸地殻・マントルの進化の解明
 - ・地震発生帯の包括的理解

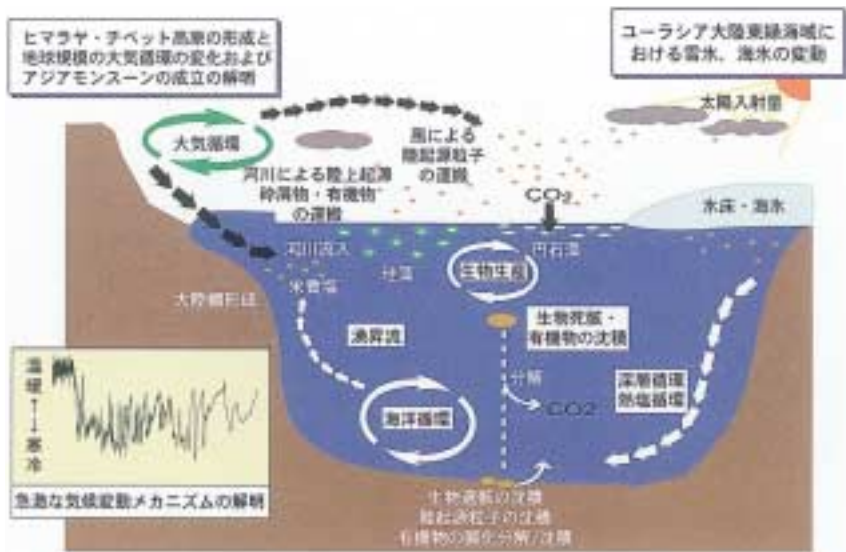
IODPは国際的な科学研究プログラムであり、研究者が自らの提案を実現させるためには、国際レベルの研究者間の競争に勝たなければならない。つまり、いかにして高い評価の得られる掘削研究を提案するかが重要になる。こうした国際レベルの競争に伍していくためには、ある意味での戦略が必要であり、また、国内の科学研究体制が、

と思われるテーマから選び出したものでもある。その内容を簡潔に紹介すると次の通りだ。

- マントル活動と地球システム変動
 - ・西太平洋巨大海台の深部掘削による白亜紀コアマントル活動の解明
 - ・太平洋域の白亜紀-新生代堆積物の掘削による温室世界における物質循環および温室世界から氷室世界への転換過程の詳細解明
- 地殻活動と地球システム変動
 - ・海洋島弧の深部掘削による大陸地殻形成過程の解明
 - ・背弧海盆拡大系の深部掘削による海洋リソスフェア形成過程の解明
 - ・アジア大陸周囲の縁海および陸棚斜面掘削による大陸-海洋-大気リネージの解明
- 沈み込み帯ダイナミクス・物質循環と地球システム変動
 - ・付加体における有機物循環と地下生物圏の解明
 - ・巨大地震のメカニズム・サイクルとテクトニクス、物質循環の解明
 - ・付加体地下環境に生息する極限環境微生物のバイオロジー
- 長期孔内計測



沈み込み帯の物質循環。付加体において有機物の循環と地下での微生物活動が活発に行われており、エネルギー資源であり地球温暖化物質ともなる炭化水素が生産・蓄積・分解されていることが考えられている。



アジア大陸周囲の縁海および陸棚斜面掘削による大陸-海洋-大気リネージの解明。大陸の成長やその集合離散が、海洋・大気の変動に対して果たした役割を解明するためには、東アジアおよびインド亜大陸縁辺の縁海や大陸棚斜面に分布する中新世以降の高時間解像度堆積物を連続掘削し、高精度解析を行うことが必要である。

実施に向けて動き出した 深海底掘削プロジェクト

2003年9月、IODPの発足を前に、札幌でIODP国際会議が開催された。このなかで、これまでに出されている掘削提案のなかから実施に向けて優先順位を決める科学計画委員会(SPC)も開催され、IODPは実質的なスタートを切った。

現在、正式にIODPへの参加を決めているのは、日本と米国だけだが、会議にはオブザーバーとして参加を予定しているヨーロッパの代表も加わった。そして、この会議のなかで、IODPとして最初の深海底掘削となるプログラムが決定した。掘削が行われるのは、東太平洋のファン・デ・フカ海嶺と北大西洋(西経24~45度付近)で、具体的には、2004年の夏ごろから始まることになりそうだ。掘削船はこれまでODPで使用されてきたジョイデスレゾリューション号を新たにチャーターしなおして使用されることになった。米国は、IODPに向けて新たな非ライザー方式の掘削船を用意する計画だったが、初回のプログラムには間に合わず、暫定的にジョイデスレゾリューション号を運用することに決まった。

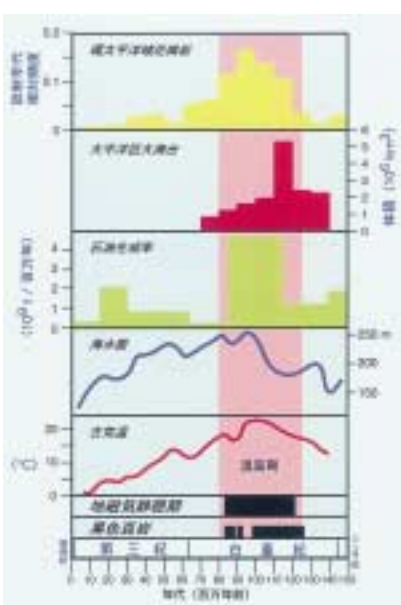
東太平洋のプログラムは、地殻内流

体の動きをテーマに掘削が行われる。ファン・デ・フカ海嶺の海底地殻内で水がどのように行き来し、どのような物質循環が進行しているのかを掘削によって明らかにしようとする計画だ。この海域では、将来的に海底ケーブルを使用した海底観測ネットワークを構築する計画もあり、こうした計画ともリンクさせていく考えだという。

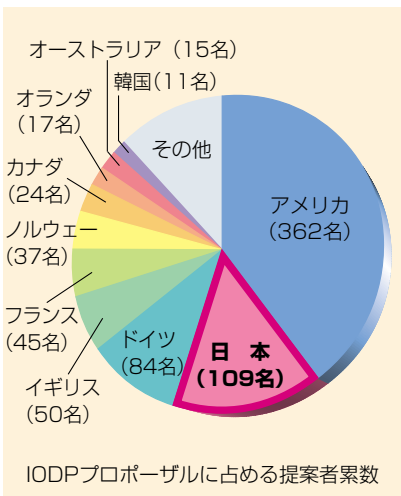
北大西洋でのプログラムは、環境変動を主なテーマとした掘削で、海底堆積物から過去の環境変動に関する精密なデータを得ようとしている。そのため、比較的浅い深度の掘削を多数実施することになる。

この2つのプログラムに加えて、ヨーロッパ諸国が正式に参加することが決まれば、3つ目のプロジェクトとして、北極海での掘削プログラムが行われることも決まっている。これは、北極海の中央部にあるロモノソフ海嶺で掘削を実施しようという計画だ。北極海の中央部ではこれまでほとんど掘削は行われておらず、具体化すれば新たな発見が期待される。実施に際しては、ヨーロッパが掘削船と砕氷船を特別にチャーターすることになる。

すでに日本からも多くの提案がなされており、早期の日本提案の実現が望



温室期地球システムの例としての白亜紀中期。巨大マントルブルームと大気中の二酸化炭素濃度・温暖気候の発達との因果関係、地球表層と地球中心核の相互作用、黒色頁岩を堆積させたイベント(Oceanic Anoxic Event: OAE)の様式やメカニズムの解明が期待されている。



まれる。なかでも、日本が特に力を入れて実施に向けて検討しているのが、地震発生帯での掘削だ。特に注目しているのは巨大地震が数多く発生している南海トラフだ。現在建造が進められている地球深部探査船「ちきゅう」による掘削も、まずこの海域で行いたい考えだが、その前にも非ライザー掘削船でその参考となる予備的な掘削を実施しておきたい。すでに、来年の採用をめざして掘削の提案書(改訂版)の申請を済ませたという。