

人類未踏の地球深部に挑戦

最新鋭の地球深部探査船「ちきゅう」進水で 21世紀の新しい地球科学観・生命科学観を創成

海洋科学技術センターが推進してきた次世代の深海地球ドリリング計画の核となる、世界最高の科学掘削能力を誇る地球深部探査船「ちきゅう」が進水しました。これによって、地震などの地球変動メカニズムの解明や、地球の成り立ちを探る計画が始動します。最終的には人類の夢であったマントル物質の採取にチャレンジするという「深海地球ドリリング計画」と、地球深部探査船「ちきゅう」が持つ驚異のテクノロジーについて紹介していきます。



「日本主導の深海掘削を実現する」という長年の夢が、地球深部探査船「ちきゅう」進水でいよいよ実現します。日本が主導しようとしている 統合国際深海掘削計画は1990年に産声をあげ、多くの会議を経て1999年に計画が決定しました。今後は、装備の組み込みを進め、2006年の就航をめざします。

「ちきゅう」は、これまでの地球科学の研究精度を高めるだけでなく、全く新しい科学を創出します。深海底下に生息する人類の全く知らない生命体から、画期的な新薬や新しい生物資源が誕生するかも知れません。また、天気予報のように地震予測が可能になるかもしれません。「ちきゅう」は、科学に大きな成果をもたらすだけでなく、人類の財産という大きな夢を運ぶ船なのです。

木下 肇 Hajimu Kinoshita

海洋科学技術センター理事

深海地球ドリリング計画推進室本部長

(理学博士)

<経歴>

- 1968年 東京大学大学院修了、理学部助手
- 1973年 気象大学校助教授
- 1976年 千葉大学理学部助教授
- 1986年 同 教授
- 1990年 東京大学地震研究所教授
- 1995年 海洋科学技術センター 深海研究部長
- 1999年より現職

地球深部探査船「ちきゅう」

掘削能力 最大稼働水深：2,500m (将来4,000m) ドリルストリング長：10,000m

海底下掘削深度：約7,000m

主要目 全長：210m 幅：38m 深さ：16.2m 計画満載喫水：9.2m 総トン数：約57,500トン

最大搭載人員：150人 航海速力：約10ノット エンジン：主発電機×6、補助発電機×2

やぐらの高さ：(水面上から)112m 居住設備：139室

その他の設備：ヘリコプターデッキ、各種研究区画、病院、図書館、娯楽室など



紀宮さまをお迎えした命名・進水式、祝賀会



P4下・紀宮さまによる支綱切断の儀。この後「ちきゅう」はゆっくりと台座を離れ、瀬戸内海に進水
P4上・除幕の儀をおこなう大庭会長と命名者の山田光輔君
中央・今まさに進水する「ちきゅう」の雄姿。晴れやかな船出を祝い、純白の船体に無数のテープが...
P5上・祝賀会で山田君にお声をかけられる紀宮さま

2002年1月18日、岡山県玉野市の三井造船玉野事業所で建造中だった地球深部探査船「ちきゅう」の船体がついに完成。紀宮さまをお迎えして、盛大な命名・進水式および祝賀会がおこなわれました

青空の下、巨大な船がゆっくりと海へ

命名・進水式は、三井造船から紀宮さまへの花束贈呈でスタートしました。来賓客や一般見学者約3000人が集まった会場前には、冬晴れの青空と見事なコントラストをなす、純白の船体がそびえています。地球深部探査船「ちきゅう」は、船底からヘリコプターデッキまで40mほどの高さがあり、これは14階建てビルに匹敵する大きさで、圧倒的な存在感が参加者を包みます。

続く船名命名は遠山敦子文部科学大臣（加納政務官代読）によりおこなわれ、「ちきゅう」と命名されました。この後、海洋科学技術センターの大庭浩会長と命名者の山田光輔君（小学4年生）によって除幕の儀がおこなわれ、船名を覆う幕が切って落とされました。

そしていよいよ進水の儀です。紀宮さまが支綱を切断され、人類の夢を乗せた巨大な船がゆっくりと動き出しました。2002年1月18日午後1時30分、地球科学と生命科学を新たなステップに導く原動力になるであろう、夢の船が瀬戸内海にその雄姿を浮かべました。

華やかな雰囲気包まれた祝賀会

午後2時15分、会場を本クラブに移動して祝賀会が開催されました。240人を超える参加者が一同に会し、会場内はお祝いムード一色に。まずは三井造船株式会社社長の元山登雄さんが造船所挨拶をおこないました。



「2000年3月に発注頂いて以来、早いもので約2年が経過しました。なにぶん世界でも類を見ない船舶であるため道程は平坦なものではありませんでした。しかし、わが社の英知を集結した全社取り組みと、関係各位からの温かいご指導により、この日を迎えることができたのは、誠に光栄です」。続いて海洋科学技術センターの大庭浩会長による船主代表挨拶です。「わが国はもとより、世界の技術の粋を集めて建造されているこの「ちきゅう」は、世界初のライザー機能を有する科学目的の掘削船です。2006年に完成した暁には、国際的プロジェクト「統合国際深海掘削計画IODP」の中核をなし、地球環境問題、地殻変動過程、地下生物圏などに関する画期的な知見が得られるものとして期待されています」。

来賓挨拶では加納文部科学大臣政務官が、「この船が国際協力のもとで新たな深海掘削計画の中核となり、人類共通の利益に通じる地球科学技術の発展に貢献するものとして、国際的な注目と期待が寄せられています」と挨拶を述べたほか、石井岡山県知事、J.Bordogna米国科学財団副長官から、温かい祝辞とこの船が地球理解に大きく貢献することを期待する旨が述べられました。

米国科学財団副長官をはじめ、多数お集まりになった外国からのお客様からも強い関心が寄せられていました。人類未踏のマントル到達をはじめ、地震・気象・エネルギー・バイオテクノロジー・医療など多分野にわたる貢献が、この「ちきゅう」に託されていることを実感しました。

記念品が三井造船から紀宮さまへ、大庭会長から山田光輔君に贈呈され、海洋科学技術センターの平野理事長による乾杯に続いて懇談タイムへ。紀宮さまから「いい船名ですね」とお声を掛けて頂いたのは、この日の主役である命名者の山田光輔君です。「一つだけの地球を調べる大切な船だと思い、名前を考えました」と山田君。

取材協力 / 海洋科学技術センター 深海地球ドリリング計画推進室 企画調整課 橋本辰哉 課長代理 長谷部喜八 副主任



「ちきゅう」造船工程



2001年9月の「ちきゅう」。船台上的建造はスタートしたばかりで、船底部分がわずかに形を成した状態



同年11月。船底部分が次第にその姿を現し、船らしい形に



2002年1月初旬。船台上的建造スタートから約5カ月の月日を経て、いよいよ進水間近



2002年1月。進水間近の「ちきゅう」。船名部分は命名式まで幕がかけられている



「ちきゅう」の心臓部である巨大な主発電機。この主発電機6機に補助発電機2機が搭載される

地球深部探査船「ちきゅう」
THE DEEP SEA DRILLING VESSEL "CHIKYU"

最先端技術が集約された驚異のテクノロジー

科学掘削船としては世界初となるライザー掘削システムを搭載した「ちきゅう」には、最先端技術が集約されています。海底下7,000mという、人類未踏のマントル層まで掘削が可能となる驚異のテクノロジーとはどのようなものなのかを探ります

海底下7,000mの掘削を可能にするライザー方式

これまで科学目的の深海底掘削に使用されてきた船は、ドリルパイプだけで掘り進み、海水をドリル先端から注入して掘り屑を押し出す「非ライザー」方式でした。この方式には短期間で多くの掘削をおこなえる利点がある一方で、掘削孔が崩れてパイプが抜けなくなる、石油・ガス存在域で掘削が制限される、コア（堆積物や岩石の試料）の回収率が低い、掘削深度に限界がある（これまでの記録2,111m）などの問題がありました。

これらの問題をクリアする世界初の科学掘削船が「ちきゅう」です。最大の特徴は、ライザー方式を採用した点にあります。ライザー方式を簡単に説明すると、「ライザーパイプ」という大口径パイプで船と海底を結び、その中にドリルパイプを通す方式です。ドリルの先端からは「泥水」という特殊な流体が送り出され、削り屑を含んだ泥水はライザーパイプの中を上昇して船上に回収されます。上昇を意味する「Riser」は、この働き由来します。さらに掘削孔内は、「ケーシングパイプ」という孔壁保護用のパイプで固定されます。このような技

術の導入によって、これまでの方式の3倍近い、海底下7,000mを掘り抜くことが可能になります。

ライザー方式の利点は掘削深度だけではなく、常に船上まで回収される泥水により、孔内状況がリアルタイムで把握できます。安定した掘削が可能になることで、コアの回収率も飛躍的にアップします。さらに、非ライザー方式ではドリルパイプの再挿入や計測機器の投入が1日かかっていた作業でしたが、常にライザーパイプで船と掘削孔が結ばれているため、スムーズにおこなうことができます。このように「ちきゅう」には、「深海底を掘る」「コアサンプルを採取する」という作業のあらゆる場面で、飛躍的な効率化が図られています。

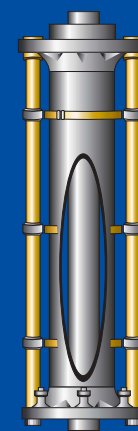
「洋上大学」の機能を備えた「ちきゅう」

「ちきゅう」に導入された最新のテクノロジーは船上にもあふれています。船を常に同じ位置に泊めておく「自動定点保持システム」もその一つです。これは船と結ばれた数千mの長さのパイプが曲がったり折れたりするのを防ぐために必要不可欠な装置で、「ちきゅう」では衛星測位システムや音響測位システムなどで船の位置を正確に把握し、自由自在に船の向きを変えられる6台の推進装置（アジマススラスト）で位置を保持します。

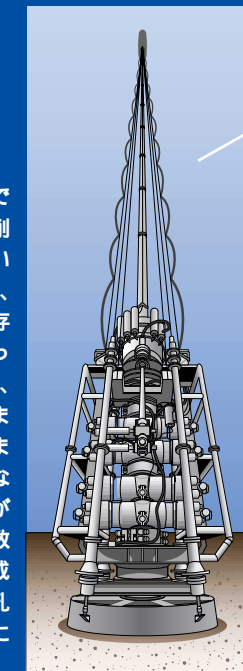
また、採取したコアを船上で分析・研究するための研究区画には、地質学・生物学・化学・物理学など多分野にわたる研究者や観測技術員が必要とする機器類が完備されています。さらに、50人規模のセミナー室や講義室もあります。「ちきゅう」には、世界各国から集まった多分野の研究者をはじめ、技術者や作業員など150人もの方が乗船します。自由に使えるホールは、専門家同士の知識交流や若いスタッフの勉強の場にもなります。「ちきゅう」は、最先端の掘削作業をおこなうとともに、「洋上大学」としての機能も果たすのです。

取材協力/海洋科学技術センター 深海地球ドリリング計画推進室
技術開発研究グループ 高川真一 研究主幹(工学博士)

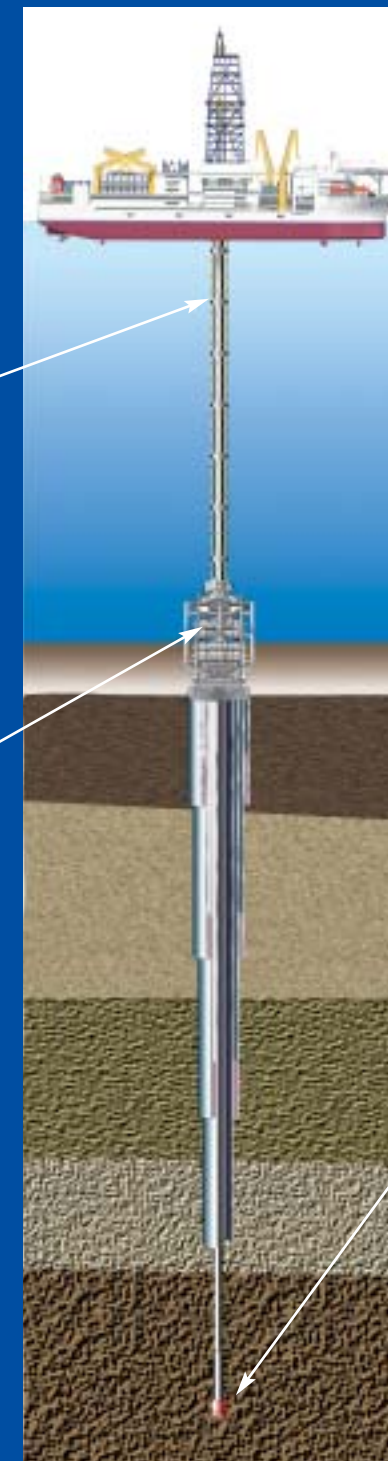
ライザー掘削システム



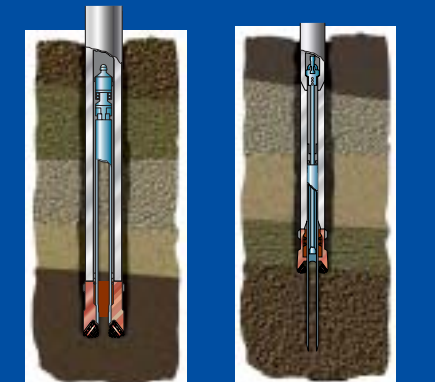
ライザーパイプ
「ちきゅう」最大の特徴がこのライザーパイプで、船と掘削孔のいわば連絡通路だ。直径約50cmのライザーパイプを水深2,500mの長さまで伸ばすと、重さは700tにもなる



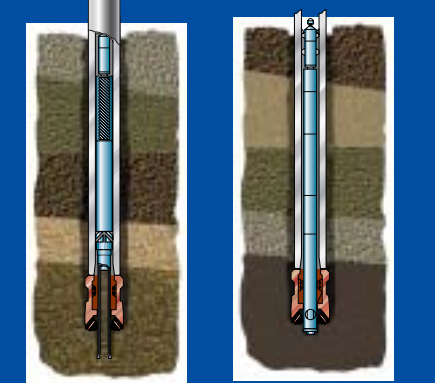
噴出防止装置
ライザー方式では常に船と掘削孔が結ばれているため、万一、ガスや石油の存在域にぶつかってしまった場合、それらが船上まで噴出してしまふ。このような事故を防ぐのがこの装置。多数の安全弁で構成され、海底の孔口を塞ぐように設置される



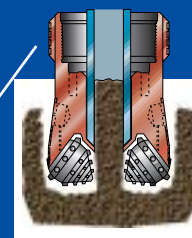
サンプリングシステムの種類



標準ロータリーコアパーレル(RCB) ピストン式コアパーレル(APC)



モーター駆動コアパーレル(MDCB) 圧力保持コアパーレル(PCS)



ドリルビット
ライザーパイプ内を通るドリルパイプの先端に取り付けられる「刃」で、堅い鉱物も回転しながら掘削していく。ドリルビットの先端中央からは泥水が送り出される

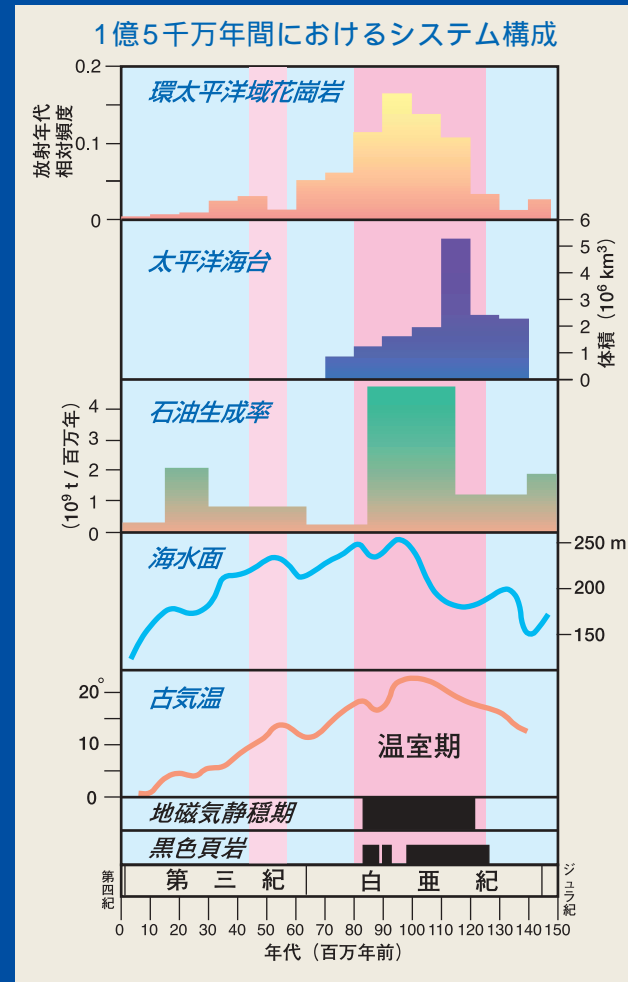


「ちきゅう」による深海掘削が地球科学・生命科学を大きく発展させる

地球深部探査船「ちきゅう」の完成は、地球科学・生命科学の多分野に大きな影響と成果をもたらすことが期待されています。ここでは、「地球システム」をキーワードに、深海掘削がどのような謎を解き明かしていくのかについて探ります



半截されたコアの断面写真
深海掘削により採取されたコア（堆積物と岩石からなる柱状地質試料）は、地球磁場の変化・微化石による年代測定・化学成分の分析・堆積物や岩石の物性測定・地殻内微生物の採取など、さまざまな分析・研究に使われる



「ちきゅう」によって本格化する研究

地震発生帯の研究 これまでの地震研究は、地震波など間接的な手段に頼っているに過ぎませんでした。「ちきゅう」が完成することにより、深海底の断層構造を調べたり、堆積層の下にある地震発生帯を直接調査し、地震の正体をつきとめることが可能になります。

海底地下生物圏の研究 海底地殻を貫くほどの掘削能力を持つ「ちきゅう」により、生命の起源に結びつく可能性のある海底地下生物圏がどこまで続いている、どのように生きているのかが明らかになります。さらに、光合成や酸素を必要としない地下生物圏の微生物を利用したバイオテクノロジーによって、医療や環境問題への応用も可能となるでしょう。

深海底堆積層の研究 深海底の堆積層は浸食作用の影響をほとんど受けないため、過去数億年の気候変動や地殻変動などの経緯を示す物的証拠が残っています。「ちきゅう」による掘削調査で、例えば巨大隕石による恐竜絶滅の過程がより詳しく解明されるかもしれません。

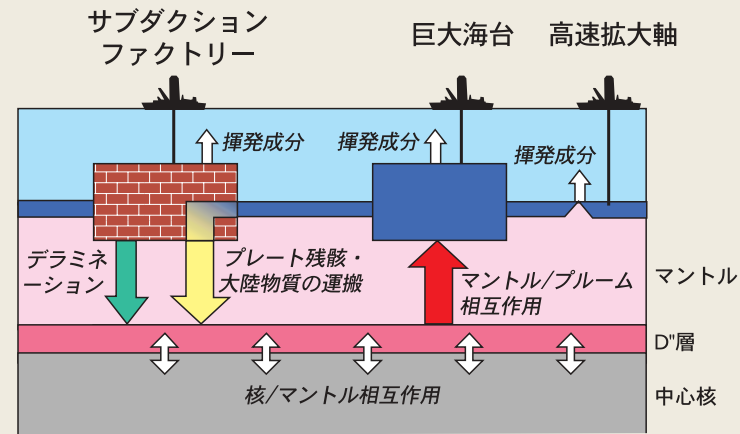


堆積物に含まれる微化石
海底堆積物の中には微化石と呼ばれる微生物の化石が含まれていて、これは気温の変化や年代決定の指標になる



高濃度銅耐性を有する
重金属耐性酵母

物質循環の解明



サブダクションファクトリー

- ◆大陸地殻の成因
- ◆地球深部へのフラックスの解明

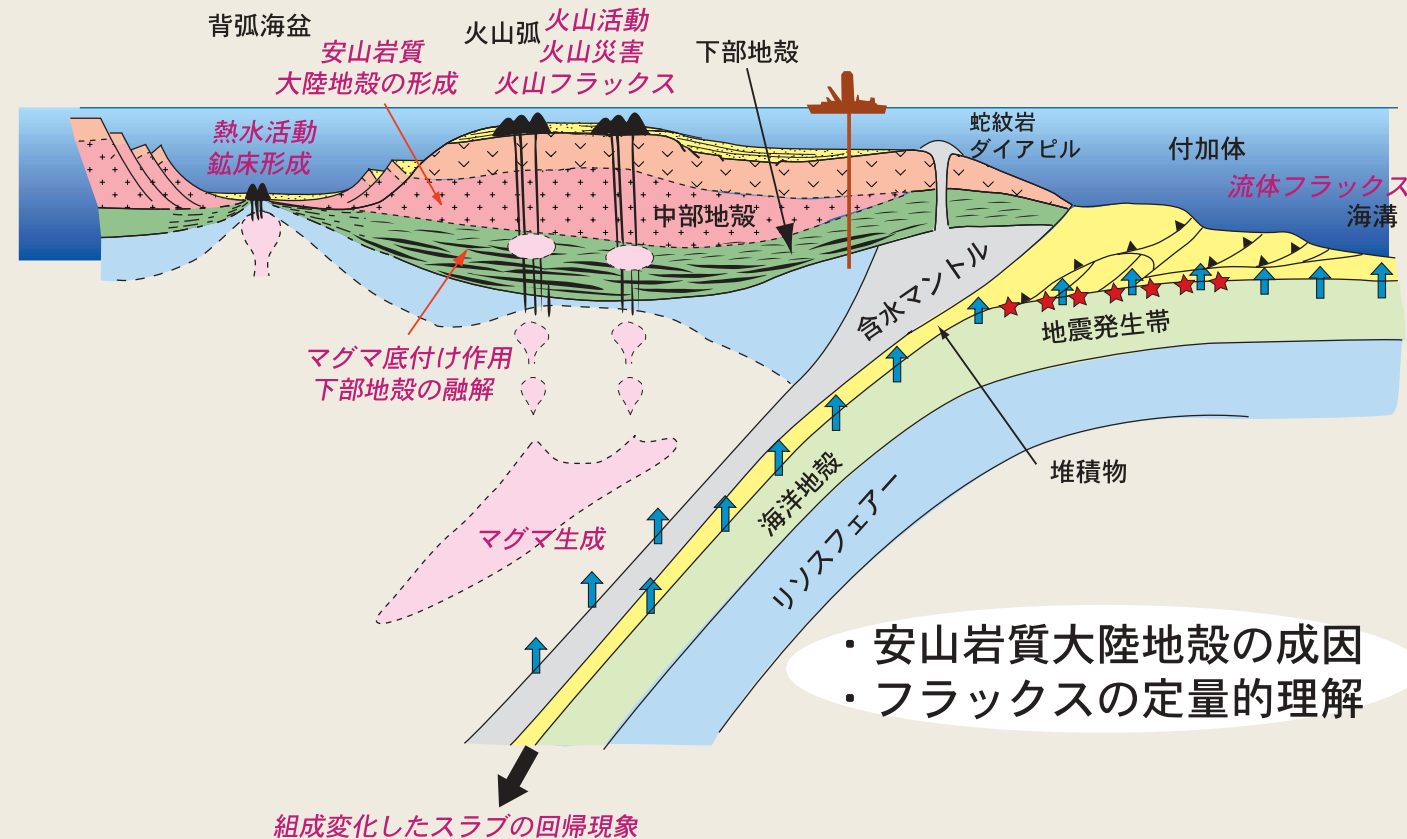
巨大海台

- ◆地球内部フラックスと地球システム変動の解明
- ◆地球深部構造の解明

高速拡大軸

- ◆標準海洋地殻の解析
- ◆人類未踏のマントルへの挑戦

サブダクションファクトリー未成熟島弧における深部掘削



- ◆安山岩質大陸地殻の成因
- ◆フラックスの定量的理解

地球内部から地球システム変動の謎に迫る

地球は大きく地球内部（中心核・マントル・地殻）と地球表層部（地殻最上部、大気・海洋そして生物）から構成され、それらが複雑な相互作用を繰り返して、全体の地球システムが変動し、その結果として地球の進化が起こり、さらに未来の地球の姿が決定されます。

近年、中心核・マントル・地殻からなる地球内部の変動が、大気・海洋や生態系の存在する地球表層部に劇的な影響を及ぼし、さらに地球の進化は地球内部の物質循環に大きく支配されているらしいということがわかってきています。地球深部探査船「ちきゅう」の深海掘削によって、地球内部の研究が飛躍的に進み、地球システム変動の仕組みがより正確かつ詳細に解き明かされます。

今回お話をうかがった異領域長が所属する「固体地球統合フロンティア研究システム」では、海底に地球の歴史の痕跡がそれほど歪められずに残されている過去2億年間の地球システム変動の解明に重点を置いています。この間、地球の気候は超温暖化と大寒冷化を経験し、地球の歴史上稀な激しいマグマ活動とプレート運動がおこなわれました。日本の背骨ともいえる大陸地殻が造られたのもこの時期です。深海掘削で地球内部の直接観察をおこなうことによって、地球内部の変動と地球表層の環境変動との関連を総合的に理解することが可能になります。

深海掘削調査に適したスポット

地球内部の変動を知るために最適な深海掘削ポイントとして、次の3カ所があげられます。

サブダクションファクトリー これは海洋プレートがマントル内に沈み込む領域（沈み込み帯）のことです。ここでは海洋地殻がマントルへとリサイクルし、その結果、地震を発生させマグマや火山を生じ、究極的には大陸地殻が形成されます。大陸地殻の成因は、地球進化の謎を解くカギを握っていると考えられています。

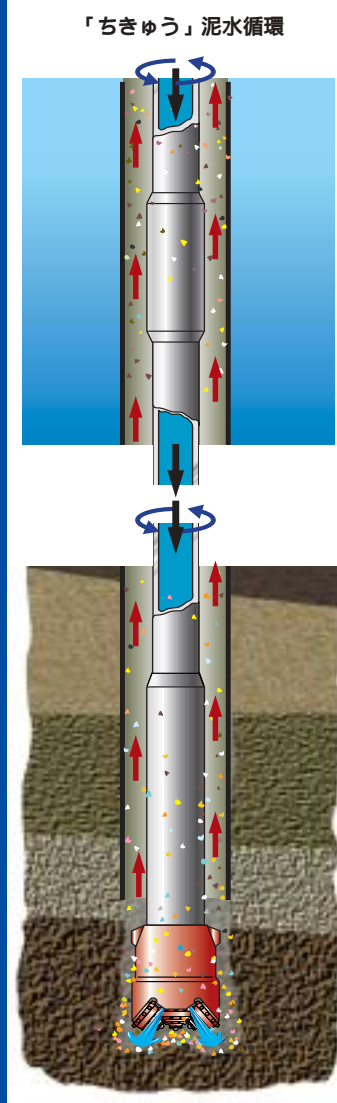
巨大海台 これは陸上にある火山とは比較にならないほど巨大な海の中にある火山のことで、オントンジャワ海台などがその代表です。この巨大海台のマグマは下部マントルまたはマントルと中心核の境界層（深さ2,900km）から上昇してくるマントルブルーム（マントル内の熱異常の固まり）によって供給されています。「ちきゅう」による巨大海台堆積層の掘削では、連続サンプルを採取することが可能になります。これによって各時代の出来事をより正確に把握でき、さらに地球深部構造や地球脈動の原因が解明されます。

高速拡大軸 これは海洋プレートが高速で生成されるプレートの境界域（海嶺）のことで、東太平洋海嶺がその代表です。ここは地殻が薄いことから、深海掘削計画の最終目標である、マントルに到達する掘削調査をおこなうために最も適した場所であると考えられています。

各地域での深海掘削調査によって、地球の過去の姿がより鮮明に浮かびあがってきます。また、これらの調査結果は、地球の将来予測にも多大な貢献を果たします。



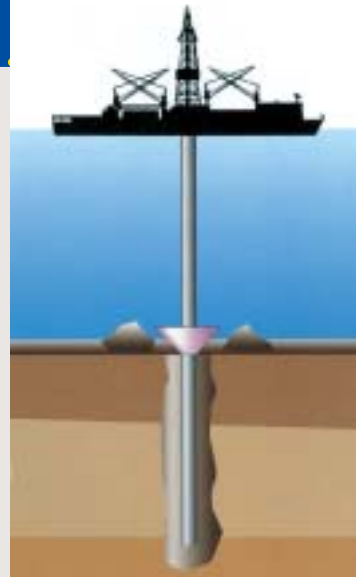
深海掘削のこれまでの歩み



- 1959年 モホール計画の発表
- 1961年 カス1号による初の深海掘削
- 1968年 グローマーチャレンジャー号による深海掘削計画DSDPの開始
- 1975年 DSDPが国際プログラムとなり日本が参加（運用資金を国際分担）
- 1985年 ジョイデスレゾリューション号による国際深海掘削計画ODPの開始（ライザー掘削は断念）

- 1990年 海洋開発審議会第3号答申科学技术会議第17号答申
- 1993年 海洋開発審議会第4号答申
- 1994年 ODP執行委員会で日本のライザー掘削船構想を支援する動議が採択
- 1996年 ODP長期計画書で2003年以降はライザー型と従来型の2船体制と位置付け

- 2003年9月末 ジョイデスレゾリューション号の運用終了予定



従来の掘削方法

ライザー掘削船システム（OD21）の開発の流れ

- 1990年 研究着手
- 1992年 要素技術開発の開始
- 1995年 全体システムの研究開始
- 1996年 ライザー技術国際ワークショップ
- 1997年 ライザー掘削国際科学者会議
- 1998年 海底掘削システム試験機の製作開始

- 2003年9月末 ジョイデスレゾリューション号の運用終了予定
- 統合国際掘削計画へ
- ライザー掘削船の開発着手へ

地球深部探査船「ちきゅう」
THE DEEP SEA DRILLING VESSEL "CHIKYU"

深海掘削計画の歴史と深海地球ドリリング計画（OD21）、統合国際深海掘削計画（IODP）

「深海の底を掘り地球内部を探検したい」という夢は、世界中の科学者が古くから抱いてきた共通の夢です。では、深海掘削計画はいつごろはじまり、どのように進化していったのでしょうか。「OD21」「IODP」という2大深海掘削計画を中心に探ります

人類初の深海掘削計画とODP

科学的な深海掘削の歴史は意外なほど古く、1959年には最初の「モホール計画」が発表されました。これは、アポロ宇宙船が月面着陸を実現する10年前です。

深海掘削によって科学的な実績があげられるようになったのは1968年の「深海掘削計画（DSDP）」からで、地球変動は地球表面を覆うプレートの運動によって引き起こされるという理論「プレートテクトニクス」を実証し、「古海洋学」という新しい科学分野を作りました。日本が初めて深海掘削計画に参加したのは、このDSDP計画（1975年）からのことです。

1985年にDSDPを引き継いだODP（国際深海掘削計画）がスタートしてから、深海掘削計画は飛躍的な成果をあげはじめました。アメリカの深海掘削船ジョイデス・レゾリューション号を使ったこの計画では、より深く海底の地殻を探索し、地球化学的な組成を明確にす

ることによって、マンツルのダイナミクスを評価したり、長年にわたる精力的な掘削で、膨大なコアサンプルを採取し、深海底の秘密を数多く解明してきました。

日本の深海掘削計画とIODP

日本はDSDPに続きODP計画にも参加していましたが、それと並行して1990年頃から日本独自の計画を進めていました。それが海洋科学技術センターが中心となって進めている「深海地球ドリリング計画（OD21）」で、世界最高の科学掘削能力を持つ地球深部探査船を建造・運用するという計画です。この計画により誕生したのが、科学掘削では世界初となるライザー掘削法を採用した「ちきゅう」なのです。

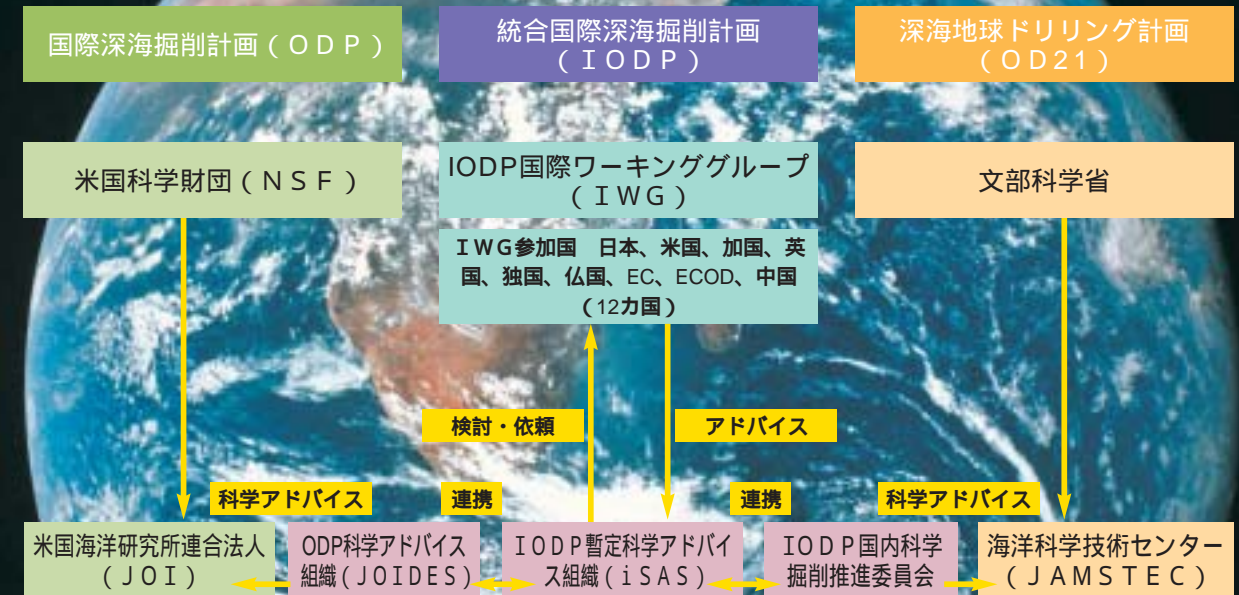
一方、国際的な掘削計画の舞台では、アメリカ主導でおこなわれているODP計画が2003年で終了することをふまえ、その後に日米主導の新たな国際協力計画と

して「統合国際深海掘削計画（IODP）」が登場しました。これは「ちきゅう」と、アメリカが新たに提供する掘削船（ジョイデス・レゾリューション号と同じ、非ライザー方式の従来型掘削船）の2隻を中心に、よりエキサイティングで科学的意義の大きい深海掘削をおこなおうという計画です。

2003年にスタートを切るIODPの、最大の特徴は、なんといっても「ちきゅう」の卓越した掘削能力です。人類未到のマンツルまで掘ることが可能な「ちきゅう」によって、新しい地球科学・生命科学が誕生し、これまで知られていなかった地球の秘密が次々と明かされていくのは間違いありません。

取材協力/海洋科学技術センター 深海地球ドリリング計画推進室 松崎忠男 室長

統合国際深海掘削計画（IODP）の検討、連携・協力体制
（2001年6月～2003年までの暫定）



- * 研究掘削課題の公募
- * 研究掘削課題の検討
- * 2003年以降の科学アドバイス組織作り
- * 地球環境変動検討専門部会
- * 地球内部変動検討専門部会
- * 地殻内生物検討専門部会
- * 掘削・計測・検討専門部分
- * 分析・コア・データ検討専門部分

