

# 統合同際深海掘削計画 (IODP)

Integrated Ocean Drilling Program



CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration



www.iodp.org

統合同際深海掘削計画 (IODP) は、日本とアメリカが主導し 2003 年 10 月にスタートした海洋科学掘削プログラムです

統合同際深海掘削計画 (IODP) は日本と米国が主導する地球環境変動、地球内部構造及び地殻内生物圏の解明を目的とした国際的な海洋科学掘削計画で、2003 年 10 月に発足しました。日本の地球深部探査船「ちきゅう」と米国が提供するジョイデス・レゾリューション号、欧州が提供する特定任務掘削船 (MSP) の複数の掘削船により科学研究航海を実施しています。

## IODP 参加国 (21 カ国)

日本・アメリカ・ヨーロッパ 17 カ国・中国・韓国

## IODP 科学掘削船

### ● 地球深部探査船「ちきゅう」

海洋研究開発機構 (日本実施機関) が運用最新鋭のライザー掘削線で海底下 7,000m までの掘削能力を持つ



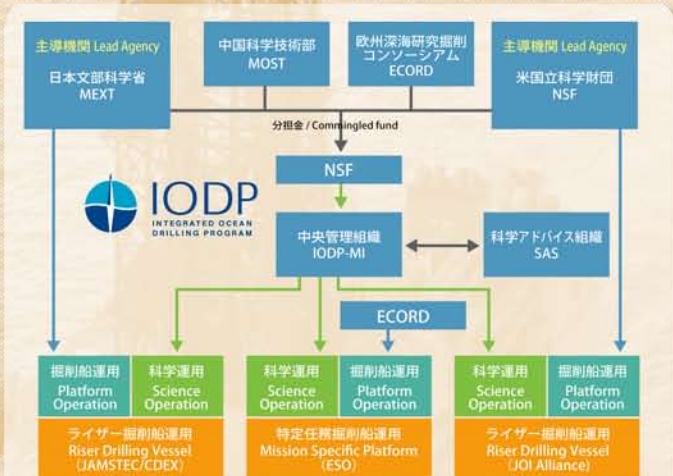
### ● ジョイデス・レゾリューション号

USIO (米国実施機関) が運用国際深海掘削計画 (IODP) から運用されているライザーレス掘削船。現在、老朽化のため改修中。2008 年に投入予定



### ● 特定任務掘削船

ESO (欧州実施機関) が運用。上記 2 船での掘削が難しい海域における掘削プラットフォーム



海洋研究開発機構 (JAMSTEC) は、2004 年 11 月 18 日に IODP の中央管理組織である IODP マネジメント・インターナショナル社 (IODP-MI) との間の了解覚書を締結しました。この了解覚書により、IODP 計画全体を管理・運営する IODP-MI と、地球深部探査船「ちきゅう」の運用機関である JAMSTEC との間で IODP 活動に関する正式な協力の枠組みが確立しました。地球深部探査センター (CDEX) は IODP 日本実施機関として「ちきゅう」の運用を通じて新しい科学の世界を創っています。



### 地球深部探査センター (CDEX)

日本実施機関として統合同際深海掘削計画 (IODP) において地球深部探査船「ちきゅう」を運用し、新たな生命地球科学の創成を支援しています。

<http://www.jamstec.go.jp/chikyu/>



### 日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC)

J-DESC は地球掘削科学の推進や、各組織・研究者の連携強化を目的として設立された研究機関連合です。国内研究者への IODP、ICDP (国際陸上科学掘削計画) に関する総合支援や、コースクール活動等を通じた人材育成活動を行っています。

<http://www.j-desc.org/>

# 統合国際深海掘削計画 (IODP)

Integrated Ocean Drilling Program



CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration



## 地球、海洋、及び生命 (Earth, Oceans and Life)

### 3 大科学テーマ

- 地下生物圏と海底下に広がる「海」  
The deep biosphere and the seafloor ocean
- 地球環境変動とその生命圏への影響  
Environmental change, processes and effects
- 固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
Solid Earth and geodynamics



### 8 つの科学イニシアティブ

- 地下生物圏の探査  
Initiative: Deep Biosphere
- ガスハイドレートの分布と性質の解明  
Initiative: Gas Hydrates
- 地球環境変動の内的要因の解明  
Initiative: Extreme Climates
- 地球環境変動の外的要因の解明  
Initiative: Rapid Climate Change
- 地球システム内の相互作用の解明  
Initiative: Continental Breakup and Sedimentary Basin Formation
- 巨大海台、海洋地殻、大陸棚の形成と進化の解明  
Initiative: Large Igneous Provinces
- 地球内部物質循環と大陸地殻・マンツルの進化の解明  
Initiative: 21st Century Mohole
- 地震発生帯の包括的理解  
Initiative: Seismogenic Zone



## 地球システム変動の解明を目指して



# 深海掘削の歴史



CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

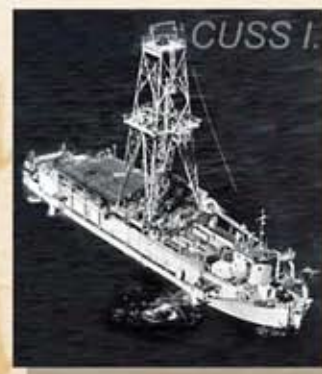
- 1949年 米国ルイジアナ沖で本格的な海底油田掘削始まる
- 1957年 アメリカ雑学協会 (AMSOC) でムンク教授が「海底下にあるマントル物質を手に入れよう」と提案
- 1959年 国際海洋会議で「モホール計画」(「全地殻貫通計画」) 発表

## 1961年 3~4月

海軍軍艦を改造し掘削装置を装着した「カス1号」を用いて、メキシコ沖太平洋水深3,558m最初の掘削

183mの深海堆積物を貫いて、海洋地殻を13.5m掘削

「海洋地殻は玄武岩と呼ばれる火成岩からなる」



カス1号

- 1966年 モホール計画終焉 (1961年アポロ計画の開始に伴う資金獲得競争に敗れる)

- 1968年 科学掘削船「グローマーチャレンジャー」による深海掘削計画 DSDP の開始



グローマーチャレンジャー

- 1975年 国際深海掘削計画 IPOD となり日本が参加  
「DSDP、IDOPにより海洋地殻の年齢が海嶺から遠ざかるにつれて古くなることを明らかにし、プレートテクトニクスを実証」

- 1985年 掘削船「ジョイデスリゾリューション」による ODP 開始

「恐竜の絶滅が隕石衝突による環境変動によって引き起こされたことを証明」

「日本海が海洋底拡大により今から約2,000万~1,500万年前に誕生した」

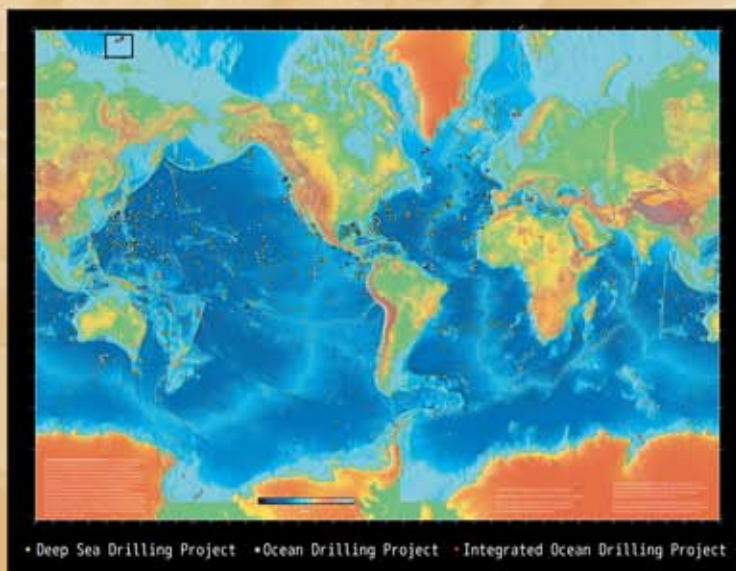
「メタンハイドレードの採取」

「地下生物圏の発見」

- 2003年 9月 ODP 計画終了
- 10月 IODP へ



ジョイデスレゾリューション



DSDP-IPOD ~ ODP : 207回の掘削航海、1277地点の深海掘削を実施

# IODP 研究航海



**CDEX** 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

## IODP データ & サンプル提供サービス

### 第302次 北極海掘削

IODP3大科学テーマ：  
地球環境変動とその生命圏への影響  
Environmental change, processes and effects

世界で初めて北極海の海底から428mの堆積物コア試料の回収に成功。堆積物コア試料から北極海における5500万年間までの気候の変動を明らかに。約5500万年前に、北極の海面水温が亜熱帯レベル（摂氏約23度）まで上昇し、約4900万年前に少なくとも夏期には北極域の表層は炭水と大量のシダ類に覆われ、緑が広がっていたことが明らかになった。（Nature掲載）



### 第309/312次 高速拡大海嶺掘削

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
Solid earth cycles and geodynamics

IODP 科学イニシアティブ：  
地球内部物質循環と大陸地殻・マンツルの進化の解明  
21st Century Mohole

コスタリカ西方約800キロの超高速拡大海嶺で、初めて海洋地殻から斑岩の採取に成功。地殻を形成する火山岩を掘削して海底下1.4キロにあるマグマ溜まりの化石に達し、新しい海洋地殻がどのように形成されたか新たな知見を得た。



### 第314-316次 南海掘削ステージ1A

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
Solid earth cycles and geodynamics

IODP 科学イニシアティブ：  
地震発生帯の包括的理解  
Seismogenic Zone

地球深部探査船「ちきゅう」によるIODPコンプレックス掘削プロジェクト「南海トラフ地震発生帯掘削計画」が開始。ステージ1Aの3つの航海で全33孔・12800メートルの掘削を実施し、LMOでの最深掘削深度（海底下1481.5m）、付加体での最深掘削深度（海底下1057m）、世界初の巨大分岐層のコア採取、世界4例目となるプレート境界新層のコア採取に成功した。地震発生帯の地質力学、変形構造、流体の挙動などの全体像について、現在、陸上にて詳細な研究を実施中。



## 完了した IODP 研究航海

※一覧表（写真は航海番号を付記してフラッシュバック的に掲載）

#### 第301次研究航海 ファン・デ・フーカ海嶺掘削

IODP3大科学テーマ：  
地下生物圏と海底下に広がる「海」  
ジョイデス・レゾリューション号  
2004年6月～8月実施



#### 第302次研究航海 北極海掘削

IODP3大科学テーマ：  
地球環境変動とその生命圏への影響  
特定任務掘削船  
2004年8月～9月実施



#### 第303次研究航海 北大西洋気候変動I

IODP3大科学テーマ：  
地球環境変動とその生命圏への影響  
ジョイデス・レゾリューション号  
2004年9月～11月実施



#### 第304次研究航海 海洋コアコンプレックスI

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
ジョイデス・レゾリューション号  
2004年11月～2005年1月実施



#### 第305次研究航海 海洋コアコンプレックスII

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年1月～3月実施



#### 第306次研究航海 北大西洋気候変動II

IODP3大科学テーマ：  
地球環境変動とその生命圏への影響  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年3月～4月実施



#### 第307次研究航海 ボーキョウ海盆掘削

IODP3大科学テーマ：  
地下生物圏と海底下に広がる「海」  
地球環境変動とその生命圏への影響  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年4月～5月実施



#### 第308次研究航海 メキシコ湾掘削

IODP3大科学テーマ：  
地下生物圏と海底下に広がる「海」  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年5月～7月実施



#### 第309次研究航海 高速拡大海嶺掘削II

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
IODP科学イニシアティブ：  
地球内部物質循環と大陸地殻・マンツルの進化の解明  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年7月～8月実施



#### 第310次研究航海 タヒチ島掘削

IODP3大科学テーマ：  
地球環境変動とその生命圏への影響  
特定任務掘削船  
2005年10月～11月実施



#### 第311次研究航海 カスカディア付加体掘削

IODP3大科学テーマ：  
地下生物圏と海底下に広がる「海」  
IODP科学イニシアティブ：  
地層ハイドレート分布と性質の解明  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年8月～10月実施



#### 第312次研究航海 高速拡大海嶺掘削III

IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
IODP科学イニシアティブ：  
地球内部物質循環と大陸地殻・マンツルの進化の解明  
ジョイデス・レゾリューション号  
2005年10月～12月実施



#### 第314次研究航海 南海トラフ地震発生帯掘削計画

ステージ1ALMO横断掘削  
IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
IODP科学イニシアティブ：  
地震発生帯の包括的理解  
地球深部探査船「ちきゅう」  
2007年9月～11月実施



#### 第315次研究航海 南海トラフ地震発生帯掘削計画

ステージ1A巨大分岐新層ライザー掘削パイロット  
IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
IODP科学イニシアティブ：  
地震発生帯の包括的理解  
地球深部探査船「ちきゅう」  
2007年11月～12月実施



#### 第316次研究航海 南海トラフ地震発生帯掘削計画

ステージ1A巨大分岐新層掘削・前縁新層掘削  
IODP3大科学テーマ：  
固体地球における物質循環とそのダイナミクス  
IODP科学イニシアティブ：  
地震発生帯の包括的理解  
地球深部探査船「ちきゅう」  
2007年12月～2008年2月実施



# IODP 成果の活用



CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

## IODP データ & サンプル提供サービス

IODPの研究航海で取得したサンプルやデータは、航海後1年間は乗船研究者のみが使用でき、成果報告を出版することが義務付けられています。1年後のデータ公開後は、世界中の誰もがデータにアクセスでき、サンプル使用のリクエストを提出することができます。

### サンプルリクエスト

- ジョイデス・レゾリューション号による研究航海に関するサンプルリクエスト (第301次、第303次～第309次、第311次～第312次研究航海)  
<http://iodp.tamu.edu/curation/samples.html>
- 特定任務研究船による研究航海に関するサンプルリクエスト (第302次、第310次、第313次研究航海)  
<http://www.iodp.org/access-data/>
- 第314次研究航海(南海掘削)以降のサンプルリクエスト  
IODP Samples Material Curation System (SMCS)  
<http://smcs.iodp.org:8080/smcs/>
- IODP3大コア保管所  
高知コアセンター  
ガルフコースト保管庫(米国テキサス)  
ブレーメンコア保管庫(ドイツ)



Core Distribution

### データアクセス

- The Scientific Earth Drilling Information System (SEDIS)  
<http://sedis.iodp.org/>  
IODP、ODP、OSDPのメタデータカタログが検索可能
- 第314次、第315、次第316次研究航海データ  
Chikyu Laboratory Data Center  
<http://sio7.jamstec.go.jp/>  
※現在は、データモラトリアム期間のため、乗船研究者のみがアクセス可能



IODPサンプル・データ・義務に関するポリシー  
Samples, Data and Obligations Policy  
[www.iodp.org/program-policies/](http://www.iodp.org/program-policies/)

## IODP アウトリーチ活動

地球深部探査センターは、IODP日本実施機関として世界最高性能の地球深部探査船「ちきゅう」を運用するとともに、最先端の科学技術や国際計画管理を素材として、小・中・高校生など、将来の地球科学を担う世代を対象としたアウトリーチ活動に取り組んでいます。

### 「ちきゅう」乗船スクール



2008年9月、高校生から大学院生まで、総勢43名が探査船「ちきゅう」に乗り込み、「海洋底プレート層序を体感しよう!」という壮大なテーマのもと、3日間にわたり科学掘削航海の研究実習を行いました。



### J-DESC コアスクール

日本地球掘削科学コンソーシアム(J-DESC)では、地球掘削科学における研究手法や計測技術の普及・レベルアップ、人材育成・裾野の拡大、会員機関の相互交流などの観点からJ-DESCコアスクールを2007年度より開催しています。J-DESCコアスクールには、コア解析に必要な基礎的なスキルを習得するためのコースから、より応用的・専門的なスキルを習得するためのコースがあります。



### 砂から地球の歴史を感じる野外実習教室 SAND FOR STUDENTS

身近な河川敷や海岸などで「砂」を採取・観察し、研究所でのデータ分析を通じて、フィールドワークや地球科学の基礎を学ぶと同時に、海洋掘削科学研究の重要な後背地データを科学者と一掃に収集しています。



このプログラムは、参加者の活動が本格的な科学研究に寄与することができる点で大きな特徴があります。参加者が調べた砂のデータは、将来、地球深部探査船「ちきゅう」による掘削で得られた地質コア試料との対比にも用いられる、大変重要な資料となります。

# 地球深部探査船「ちきゅう」



**CDEX** 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

「ちきゅう」は、人類史上初めてマントルや巨大地震発生域への大深度掘削を可能にする世界初のライザー式科学掘削船です。「ちきゅう」は、統合国際掘削計画（IODP）の主力船として地球探査を行っています。

## 主要目

全長	210.0m
幅	38.0m
深さ	16.2m
水面からの高さ	約112m
総トン数	57,087トン
最大搭載人員	150人
航海速力	10ノット
総工費	600億円

## 特徴1

より深くまで掘削するライザー掘削



## 特徴2

30m 以内の精度で船の位置を制御する自動位置制御



## 特徴3

採取した試料（コア）をただちに分析することができる最先端計測・分析装置を搭載



## 掘削能力

掘削能力	2,500m (将来 4,000m)
ドリルストリング長	10,000m (将来 12,000m)



**CDEX** 地球深部探査センター  
CENTER FOR DEEP EARTH EXPLORATION

地球深部探査センター（CDEX）は、統合国際深海掘削計画（IODP）において「ちきゅう」を運用し、地球システム変動の研究に貢献します。未踏のプレート境界巨大地震断層を掘抜き、さらに将来マントルに到達することを目指しています。



# 南海トラフ巨大地震発生帯掘削研究

～地震準備過程の断層内直接観測～



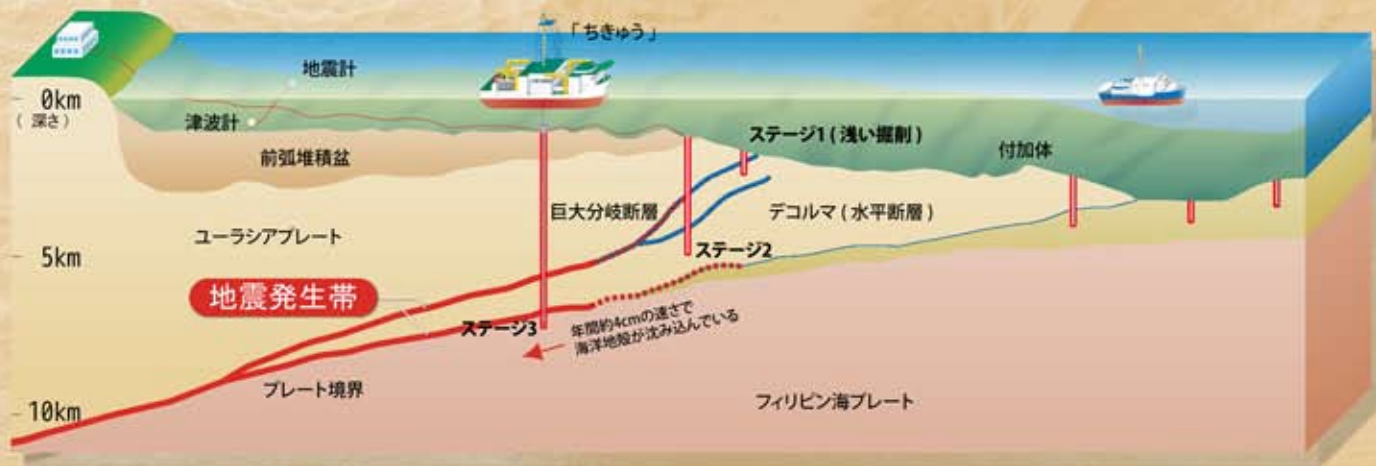
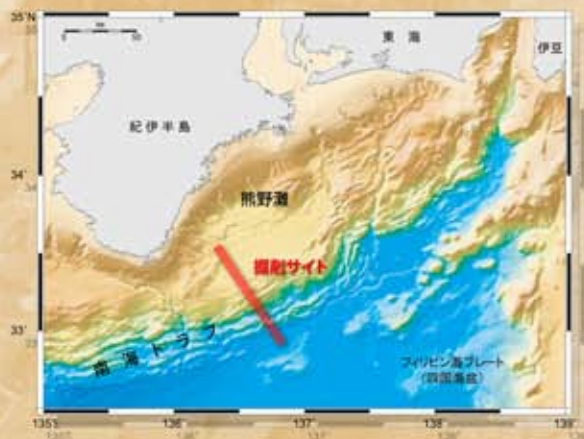
CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

地震、特にプレート沈み込み帯で発生する巨大地震は、地球上でもっとも深刻な自然災害です。2004年のスマトラ沖大地震と大津波では、これらの自然災害により私たちの社会がいかに深刻な影響を受けるか、まざまざと見せつけられました。統合国際深海掘削計画（IODP）では、壊滅的な巨大地震や津波がなぜ発生するのかを解明するために、そして長い年月をかけて起きている地球変動の姿を明らかにするために、掘削探査を行います。

「南海トラフ地震発生帯掘削計画」（南海掘削）は、世界中の科学者が集結し、数年にわたって実施される一大科学掘削計画です。南海掘削は、科学史上初めて、巨大地震が幾度なく発生してきた地震断層に向けて掘削し、地震発生のキーとなる岩石試料を採取するのみならず、現場でのデータ観測を試みる壮大な科学計画です。紀伊半島沖（熊野灘）南海トラフは、大規模な揺れと津波を伴った1944年東南海地震（マグニチュード8クラス）の破壊域にあり、かつ掘削によって到達可能な深度にプレート境界断層及び巨大分岐断層があります。この海域において沈み込み帯浅部から深部までの複数地点で掘削を行い、試料回収（コアリング）と長期孔内計測により、断層の地震性滑りと非地震性滑りを決定づける条件（すなわち地震発生条件）を明らかにすることを目的としています。

## 南海トラフで行われる掘削4ステージ

南海トラフでは、4つのステージに分けて掘削が行われる。第1ステージは、掘削同時検層（LWD）と呼ばれるもので、力のかかり方など掘削する地層の特徴を理解するために行われた。また浅部の掘削によりコアの採取も行った。第2ステージでは科学史上初めてのライザー掘削も行う予定である。第3ステージではいよいよ海底下6,000mという深さの地震発生帯が掘削される予定だ。第4ステージでは、第2、第3ステージで開けた孔に長期モニタリングシステムを設置して、地震発生現場でのデータ収集が行われていく。



# なぜ、南海トラフなのか？



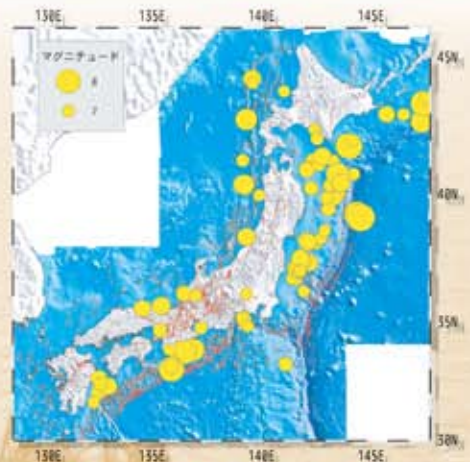
CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

日本は、地震多発国です。

近年、多大な被害を及ぼす巨大地震のメカニズムが、地震観測や数値シミュレーションにより、明らかにされつつあります。

100年～200年に一度起きるマグニチュード8を超える地震は、その地震で壊れる断層の長さが時に100キロメートルを超えていると言われています。

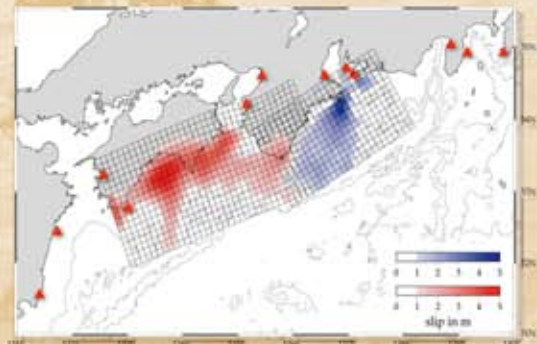
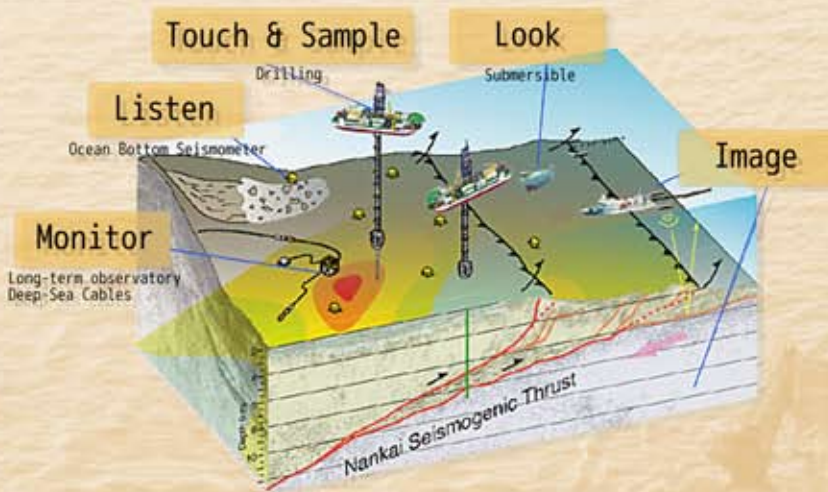
中でも、こうした巨大地震が、繰り返し発生してきた南海トラフ域は、陸側の（ユーラシア）プレートに、海側（フィリピン海）プレートが沈み込んでおり、地震発生メカニズムやプレートの挙動を解明するための様々な調査・研究が実施されており、世界で一番地震研究の進んでいる場所の一つです。



日本列島は地震の巣

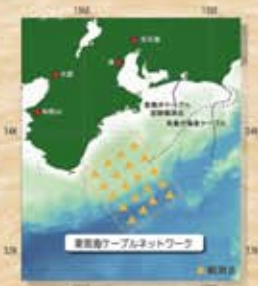
巨大地震は海溝の近く、やや陸側でおこっている

## 南海トラフ地震発生帯研究の概念

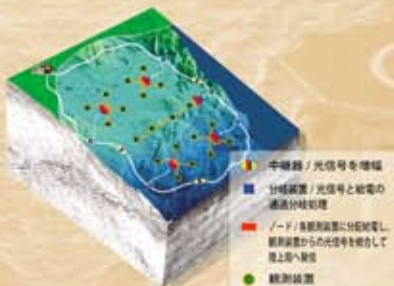


各地の地震波記録および津波の潮位記録を解析する事により、地震を発生させた断層および海底地形の変動域を特定する事ができます。図は、潮位観測所（▲地点）が記録した津波データから復元した、東南海地震（1944年）と南海地震（1946年）の震源領域です

## 地震・津波観測監視システム

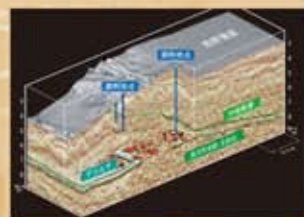


平成18年度から平成21年度の4力年で東南海地震の想定震源域にあたる紀伊半島沖熊野灘に20箇所の観測点を設置



各観測点は高精度の地震計、水圧計（津波計）などで構成され、全ての観測点を海底ケーブルで面的につなぎ、平成22年度より広域かつ精度の高い連続観測を開始

## 三次元反射音波探査による海底下の地質構造の解析



プレート境界から派生した巨大分岐断層（図の左側が海溝側、右側が陸側）



巨大分岐断層は斜面堆積物を切り、海底近傍まで連続していることがわかります

## IODP の最優先科学目標 「地震発生メカニズムの解明」

- 南海トラフは過去1000年以上にわたって地震の記録が残されていた
- 地震発生帯の位置が南海トラフほど分かっている場合はほとんどない



# IODP 南海トラフ地震発生帯掘削計画スタート！ 「ちきゅう」初の科学掘削航海を実施

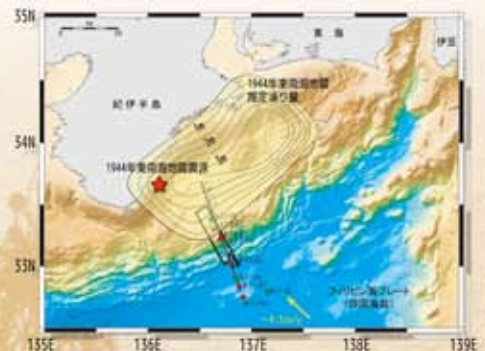


**CDEX** 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration

2007年9月21日、「ちきゅう」初の科学掘削航海となる「南海トラフ地震発生帯掘削計画」（南海掘削）を紀伊半島沖熊野灘において開始しました。海側のプレートが、日本列島の下に沈み込んでいるこの海域は、100～200年に一度、海溝型巨大地震が発生しています。このエリアを調査し、海溝型巨大地震の発生の仕組みを理解することは、最終的に、地震や津波の予測に繋がると考えています。

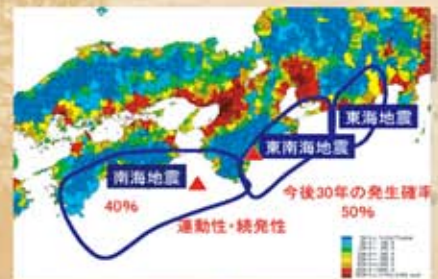


「ちきゅう」新宮港出港



## 東南海地震のアスペリティ

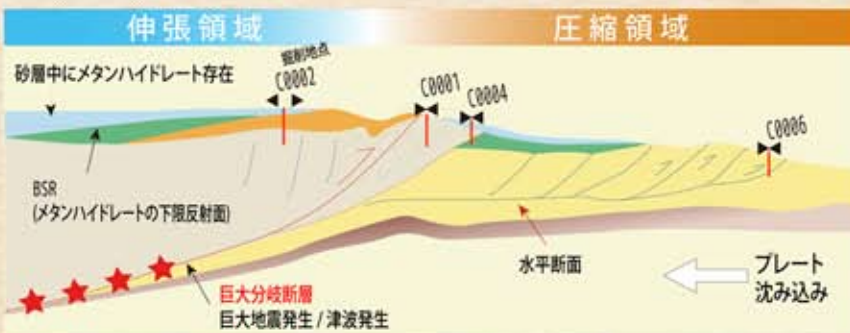
1944年東南海地震は、四角のエリア全域を破壊することで生じたと推定されています。最も深い掘削計画地点では、1944年の破壊域（アスペリティ）の内部を掘削する計画です。



## 東海・東南海・南海地震

東海地震、東南海地震、南海地震の発生地域は、海側のプレートが陸側のプレートの下に沈み込む事で、過去より巨大地震が繰り返している場所です。地震による被害軽減のためにも、この「海溝型巨大地震が発生するしくみ」を解明することが求められています。

## ステージ 1A 航海の掘削成果

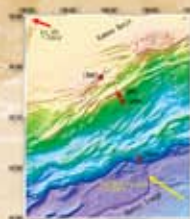


ステージ1では、巨大地震発生帯の全体像を把握することを目的としています。約5ヶ月に渡ったステージ1A航海において、8サイトで33孔の掘削を実施し、総計12880メートル分の掘削を行いました。掘削海域の付加体堆積物には、プレートの沈み込みにより歪みが蓄積されているため、強い圧縮応力が働いており、同時に、4ノット（約時速7.5キロメートル）を超える黒潮の強い海流下という厳しい環境下での掘削となりました。

付加体先端の前縁スラスト系、付加体中央の巨大分岐断層系、さらに将来に超深度掘削が計画されている地震発生帯断層の直上においてコア試料の採取や物理計測を実施し、岩石や地層の分布、応力状態の把握、巨大分岐断層（浅部）や科学的にキーとなるいくつかの断層の特徴を把握することができました。

## 科学掘削として達成した4つの記録

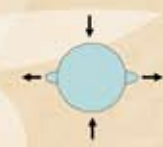
- 掘削同時検層（LWD）によるもっとも深くまでの掘削（海底下1401.5メートル@サイトC0002ホールA）
- 付加体におけるもっとも深くまでのコアリング（海底下1057メートル@サイトC0002ホールB）
- 世界で初めて巨大分岐断層での掘削同時検層とコア採取に成功（サイトC0004ホールD）
- 世界4例目となるプレート境界断層（浅部）でのコア採取に成功（サイトC0007ホールD）



掘削同時検層（LWD）によって得られたデータの解析により、掘削時に発生する孔壁の部分的崩落現状（ボアホールブレイクアウト）が確認されました。この現象から孔内の水平応力方向が推定されます。空間・時間によって応力方向が変化することがわかります。



採取した柱状地質試料（コア）に見られる地層の不整合（CTスキャン画像）



掘削孔の伸張方向に孔壁が崩落し、掘削同時検層（LWD）データで黒い帯として可視化されます。



掘削前には予期できなかったような新しい発見もあり、いま研究者たちは科学論文としての公表に全精力を注いでいるところです。各航海の速報（Preliminary Report）が出版されています。IODPウェブから入手可能です。

<http://www.iodp.org/scientific-publications/>



赤外線カメラの映像から高温のガスハイドレートの存在を知ることができます。

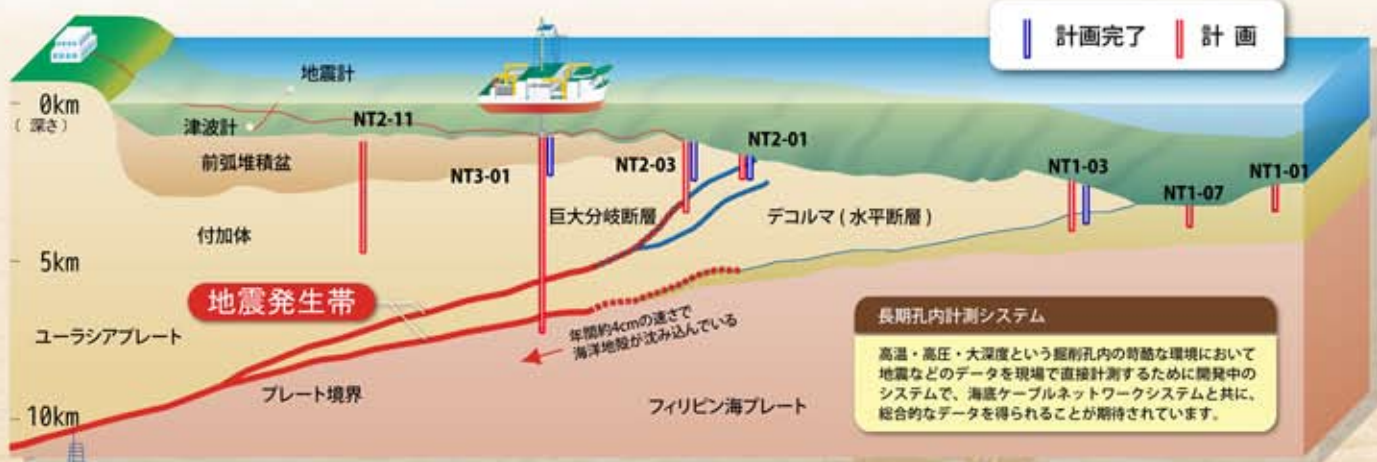


ガスハイドレートの試料からメタンガスが噴出している様子。

# IODP 南海トラフ地震発生帯掘削計画の今後



CDEX 地球深部探査センター  
Center for Deep Earth Exploration



## Stage1

ステージ1では、5サイトでのLWDとコア試料採取に成功。岩石や地層の分布、応力状態の把握、そして巨大分岐断層（浅部）や、科学的にキーになるいくつかの断層の特徴を理解することができた。付加体先端の前縁スラスト系、付加体中央の巨大分岐断層系、さらに次のステージで超深度掘削が計画されている地震発生帯断層の直上にて、海底下最大1,400mにも及び掘削に成功。黒潮の強潮流下、不安定な地層状態で、このような深さまで掘削し、多くの成果を得たことは世界初。

## Stage2

ステージ2では、「ちきゅう」により、科学史上初めてライザー掘削を実施し、海底下約3,000m付近までの歪みが蓄積する付加体堆積物試料の採取を実施し、岩石や地質の分布、深部の応力状態の把握を実施する（NT2-04サイトが候補）。掘削後には、簡易型の孔内モニタリングシステムを設置する。

## Stage3

ステージ3では海底下約6,000mという非常に深いエリアに横たわる地震発生帯をターゲットとし、海洋地殻が沈み込むプレート境界面を突き抜くように掘削を行う。掘削後には、孔内にモニタリングシステムの設置を計画。このシステムは長期にわたって孔内で観測を行えるシステムが技術開発されるまでそのまま数年間設置することを計画。

## Stage4

ステージ4では、長期にわたって孔内で観測を行うことができるシステムを、2つの超深度掘削孔に設置することを計画。熊野灘沖の海底ケーブルネットワークシステムに接続し、地震発生の現場で観測されたデータのリアルタイム観測。

## 平成21年予定

### ステージ2

#### 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”

研究ターゲット：東南海地震震源域直上及び同域から派生した巨大分岐断層縁辺部において将来の長期孔内計測用孔井を、それぞれライザー及びライザーレス掘削し、将来のリアルタイム長期孔内観測に資する

探査海域：紀伊半島沖熊野灘 南海トラフ 日本  
航海期間：2009年5月5日～2009年7月30日予定  
掘削提案サイト：NT2-11、NT2-01J



### ステージ1

#### 第322次研究航海 “沈み込みインプット”

研究ターゲット：地震発生帯に運び込まれる物質の初期状態の解明  
探査海域：紀伊半島沖熊野灘 南海トラフ 日本  
航海期間：2009年7月31日～2009年9月12日予定  
掘削提案サイト：NT1-07

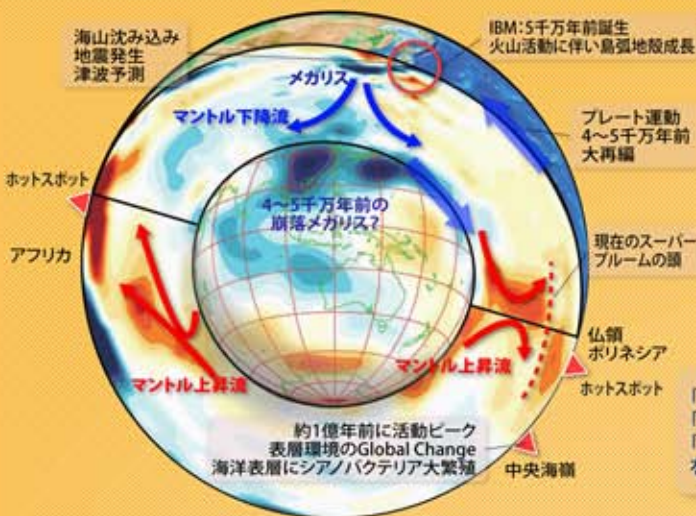


# 地球内部変動研究

## 海洋底は固体地球科学の宝の山



**IFREE** 地球内部変動研究センター  
Institute For Research on Earth Evolution



地球内部変動研究センター(IFREE)は、平成13年に発足し、17年度までにプログラムを確立、中間評価を経て、平成18年度から20年度はプログラムが連携して、「地球深部と表層」「地圏と生命圏」「現在と過去」を繋ぐダイナミクスに重点を置いて、地球変動の実態とメカニズムを解明する研究を進めています。

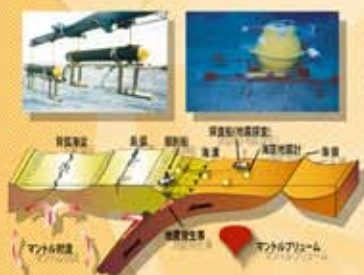
「地球深部と表層」  
「地圏と生命圏」  
「現在と過去」  
を繋ぐダイナミクスに力点を置いて地球変動の実態とメカニズムを解明

### 地球内部物質循環研究

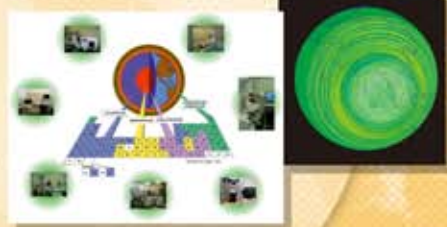
### 地球内部構造研究



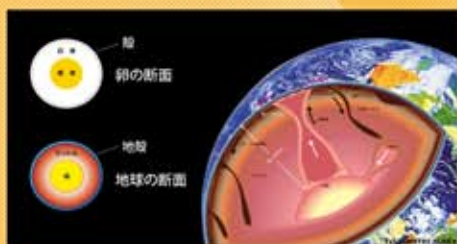
### 地球古環境変動研究



### プレート運動解析研究



### 地球内部資料データ分析解析研究



地球は、46億年の長い歴史の中で、地殻・マントル・核といった層状構造が、さまざまな変動を経て、作り上げられたものです。IFREEの研究では、岩石学・地球化学的手法・観測とデータ解析による室内実験やシミュレーションなどを行って、地球の構造の成因やその進化の謎を理解しようとしています。

# 大陸誕生の謎を解く

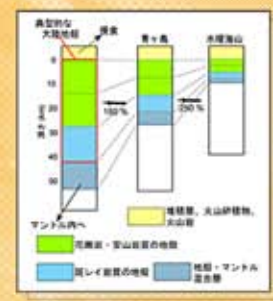
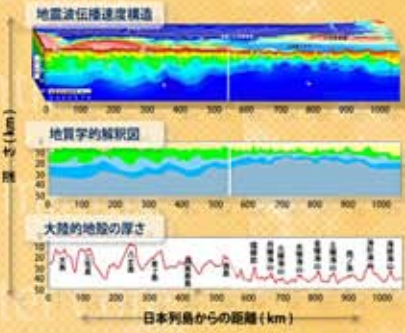
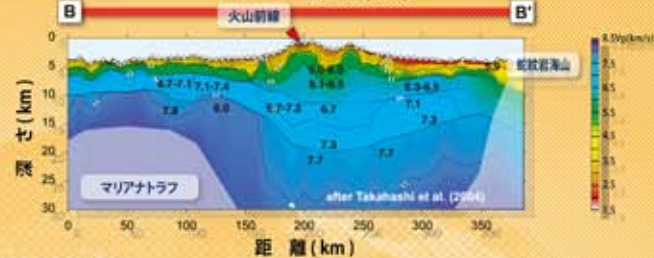
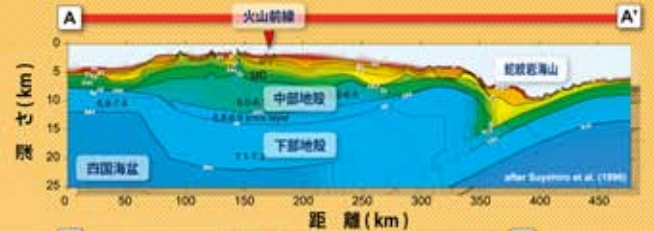
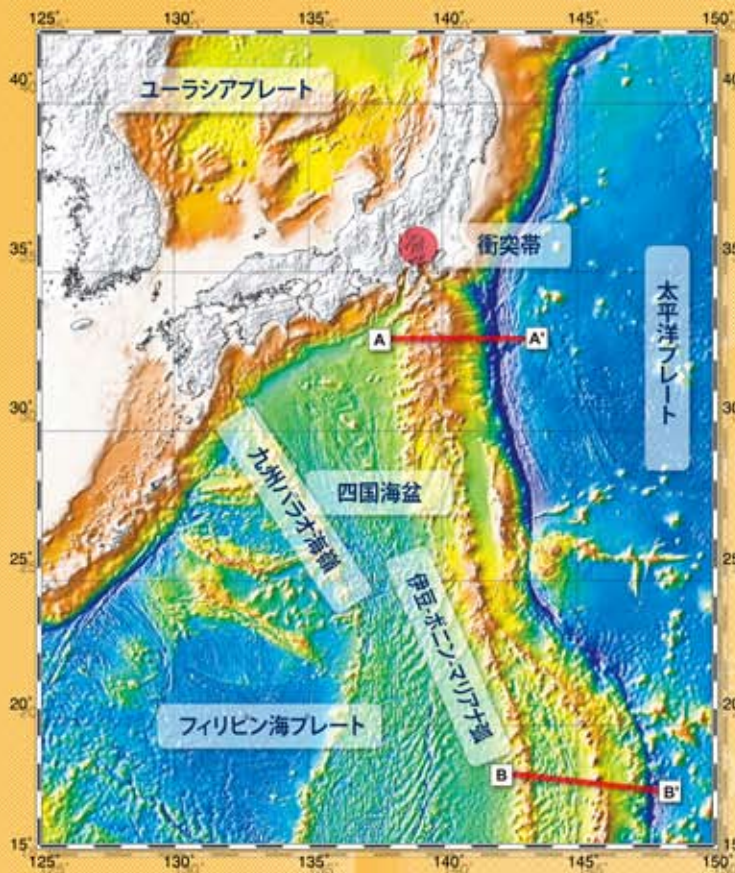
～大陸は海で生まれた～

Mission IBM



IFREE 地球内部変動研究センター  
Institute For Research on Earth Evolution

どのようにして、大陸は成長してきたか。この問題は、地球の進化を理解する上で、避けて通ることはできません。IFREEを中心とするこれまでの研究成果は、日本列島の南方海域に位置する「伊豆-ボニン-マリアナ弧 (IBM)」で、今、まさに大陸地殻が造り出されているであろうことを示しています。私たちは、海底超深度掘削、高解像度地殻・マントル構造解析、マグマ発生過程の解析、などを通じて、IBM弧の進化と大陸の起源を包括的に理解しようとしています。



相模湾から北硫黄島北方にかけての地下構造断面

典型的な大陸地殻と伊豆・小笠原弧の火山直下の構造の比較

A. 地下構造探査によって得られた地震波伝播速度構造  
B. 地質学的解釈図  
C. 地下構造探査によって得られた構造から計算された大陸的地殻の厚さ。火山の直下で最も厚くなっているのが分かる

青ヶ島 (伊豆弧) と水曜海山 (小笠原弧) の地殻構造要素は典型的な大陸地殻と類似していることが分かる。青ヶ島の地殻が今後15%成長すると典型的な大陸地殻と類似した地殻になる。



伊豆小笠原マリアナ (IBM) 弧は、地球上で最もよく調べられた海洋島弧です。島弧を形成している大陸地殻は、固体地球における軽元素の貯蔵庫で、「安山岩質」の組成を持つため、沈み込み帯で形成されたのではないかと考えられています。「大陸は海で生まれるのではないか？」この仮説を検証するため、IBMにおいて超深度掘削を含む掘削提案を行い、島弧地殻の進化と大陸地殻の形成を包括的に理解しようとしています。

# 温室期地球システムのメカニズムを探る

～ 白亜紀海洋無酸素事変とその成因の解明～

Mission LIP / OAE



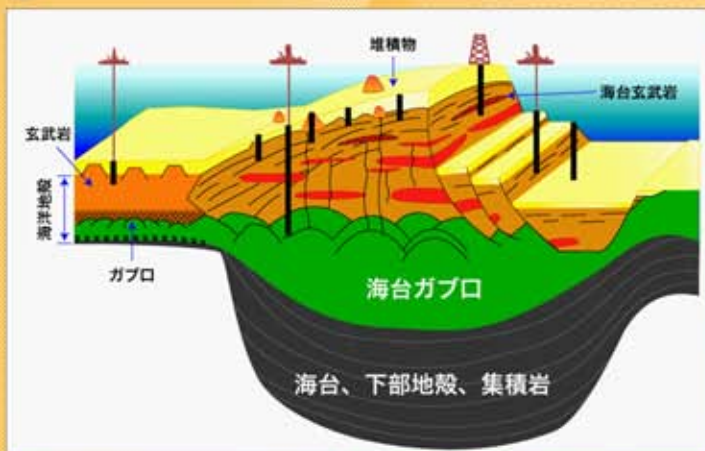
IFREE 地球内部変動研究センター  
Institute For Research on Earth Evolution

## 巨大海台 (LIP) の掘削を実施し、マントルブルーム活動と海洋無酸素事変 (OAE) などの地球システム変動の因果関係の解明を目指す

地球は長い歴史の中で、ダイナミックな環境変動を繰り返してきました。従来、地球表層の環境変動は、惑星や太陽のエネルギーにもっぱら依存していると考えられてきましたが、地球内部の活動が地球表層の環境や生物進化に影響を与えているかもしれないことが分かってきました。JAMSTECでは、地球内部の活動と地球表層環境変動の強い相関を明らかにすることを目的に深海掘削提案しています。対象とする地域は、赤道西太平洋のOntong Java海台とその周辺地域です。この海台は、白亜紀の中頃の110～90 Maに地球内部から多量のマントル物質が上昇してきたことによってできたと考えられています。

中生代白亜紀 (145～65Ma) は、大気中の二酸化炭素濃度が現在の4～5倍高く、温室効果によって温暖化が起ったと考えられています。二酸化炭素濃度が増加する原因として、地球深部から多量のマントル物質が上昇したことによる活発な火山活動が起った可能性があげられています。そして、白亜紀の中頃には、酸素が欠乏した海洋環境で堆積する黒色泥岩が特徴的に形成されています。私たちは白亜紀の黒色泥岩と巨大海台を対象に、地球内部の活動が地球表層の環境変動と強く相関しているという仮説を検証するために、地球物理学・地球化学・地球生物学などの学際的なチームを組織しています。研究は、黒色泥岩の精密な化学分析、地磁気測定を初めとした物理化学的なアプローチを中心として、現在の酸素欠乏環境における物質循環・堆積過程・生物適応過程の解明を合わせて進めています。

### オントンジャワ海台の超深度掘削



イタリア北部の黒色頁岩 (Black Shale) 層

白亜紀 (1億4500万年前～6500万年前) は、大気中のCO<sub>2</sub>が現在の数倍もあり、極域に氷床がない、非常に温暖な時期 (温室地球) であったと考えられています。白亜紀の地層には、白い炭酸塩堆積物の中に、「黒色頁岩」と呼ばれる有機物に非常に富んだ黒い地層が何層かあることが知られています。黒色頁岩が堆積したイベントは「海洋無酸素事変 (OAE: Oceanic Anoxic Event)」と呼ばれていますが、その形成メカニズムは未だわかっていません。

# 人類未踏のマントルへの挑戦

～海洋地殻・モホ面 / マントルの実態の解明～

## Mission Mohole

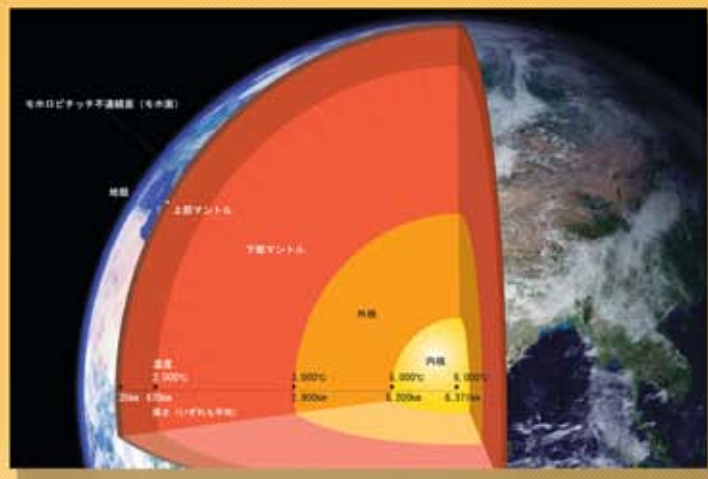


IFREE 地球内部変動研究センター  
Institute For Research on Earth Evolution



## マントルは地球の約 80% をしめる

地球マントルは、地球の80%を占めています。マントル内部で発生する巨大な流れが地球環境変動に重要な役割を果たしていると考えられていますが、人類はまだマントルそのものを直接手にしたことはありません。マントルの岩石を直接採取することができれば、地球進化の過程をよりよく理解できます。また、「モホ面の実体は何か？」など地球科学における第一級のテーマに、挑戦します。



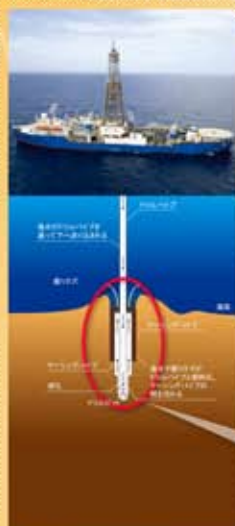
### ライザー掘削

地球深部探査船「ちきゅう」



### ライザーなしでの掘削

ジョイデス・レゾリューション号



## ライザー掘削システム(二重管掘り)でマントルに迫る

地球深部探査船「ちきゅう」が、これまでの掘削船と大きく違う点は、ライザー掘削という技術を導入したことです。マントルまで掘り進むのを可能にするためにはこの技術の導入が不可欠なのです。

ドリルとライザーの二重パイプ構造になっていて、泥水と呼ばれる特殊な流体を循環させて削りかすを船まで引き上げて取り除きます。孔の入り口は噴出防止装置でふさいで石油やガスの噴出を防ぐとともに、泥水で孔内の圧力を調整して、弱い地盤でも孔が崩壊するのを防ぎながら掘り進めることができます。

2,000mを超える掘削を行うと...

- ・ 孔内圧力の増加により孔壁が崩れる
- ・ 掘削屑を海水循環によって排出できない
- ⇒ さらに深部への掘削ができない

## モホ面とは？

地震波は、地下のある深さのところで急に速くなる。つまり、不連続な変化が見られます。この不連続面を発見者の名をとってモホロビッチ不連続面(略してモホ面)と呼びます。そしてモホ面より上を地殻、下をマントルと定義します。モホ面の深さは、海洋で約5~10km、大陸で30~50kmで、マントルに到達するには海域での掘削が必要なのです。

※「モホール Mohole」とは、モホロビッチ不連続面(モホ面Moho)まで孔(ホールHole)を開けるという意味



# 孔内計測システム



IFREE 地球内部変動研究センター  
Institute For Research on Earth Evolution

「地震発生帯」を「ちきゅう」で掘削するということは、いわば、患部を直接、診察できることとなります。さらに、掘削孔には、温度計、歪み計、傾斜計、圧力計等、さまざまな観測装置を設置し、周辺の海底地震計などと併せた、長期モニタリングシステムを設置します。これらによって、地震の巣である「地震発生帯」の変動を絶え間なく連続的に観測していくことができれば、将来は「地震予報」を行うことも考えられています。

