

国際深海科学掘削計画



IODP

INTERNATIONAL OCEAN
DISCOVERY PROGRAM

深海のさらに下に広がる世界。

そこには、私たち生命を育み、ときに脅かす

「惑星地球」の過去・現在・未来を理解するカギがある。

国際深海科学掘削計画 (IODP) とは？

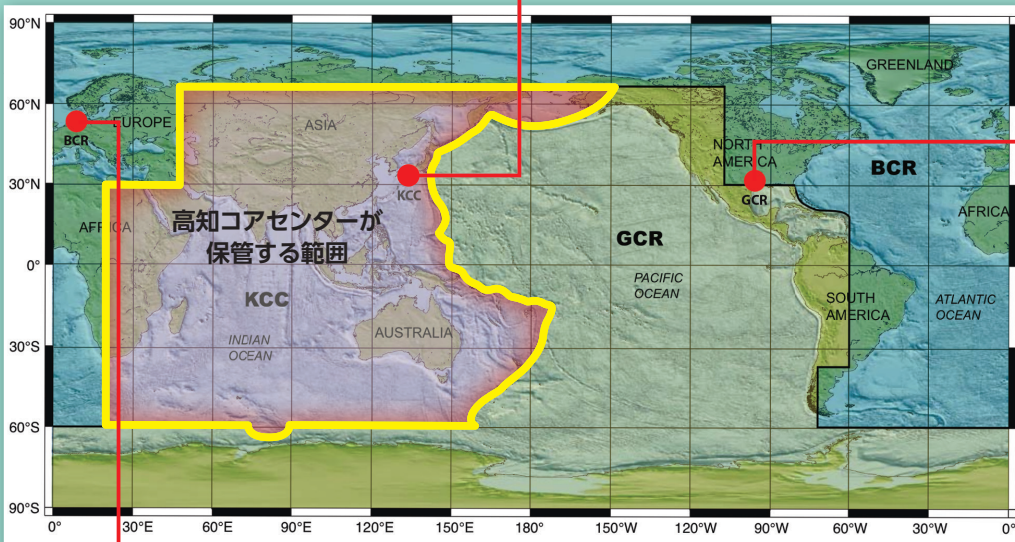
世界 20 国以上が参加する地球・生命科学最大の国際共同研究プロジェクトです。複数の大型掘削船を駆使して、世界中の深海底を掘削することで地質試料を採取・分析、さらに海底下に観測ステーションを構築して、地球の本当の姿に迫ります。

掘削コア保管施設

科学掘削船によって海底から採取された地質試料(コア)は、採取された海域ごとに世界に3カ所ある保管拠点施設で大切に保管・管理され、世界中の科学者の研究に利用されます。

高知コアセンター

高知大学海洋コア総合研究センターと海洋研究開発機構高知コア研究所が共同運営し、西太平洋とインド洋のコア試料(総延長 100 km 以上)を保管。



メキシコ湾岸レポジトリ

米国・テキサス A&M 大学によって運営されており、東太平洋と南大洋のコア試料を保管。



ブレーメンコアレポジトリ

ドイツ・ブレーメン大学によって運営されており、大西洋と北極海のコア試料を保管。



科学掘削船

IODP では、日米欧がそれぞれ掘削船を運用し、世界中の海で科学的な掘削を行っています。水深数千メートルの海底から、さらに数千メートル下の深部の探査は、世界屈指の高度な技術によって支えられています。



地球深部探査船「ちきゅう」

ライザー掘削システムを搭載する世界初の科学掘削船として世界最高性能を誇る地球深部探査船「ちきゅう」は、掘削能力だけでなく、船上に回収された試料を分析するための高度な研究機器や実験室を備えることから、“海の上の研究所”と呼ばれています。これまで誰も到達したことがない人類未踏領域の掘削により、科学と技術のイノベーションに挑戦します。

ジョイデス・レゾリューション

米国が運用する科学掘削船。これまで数々の科学的発見に貢献。「ちきゅう」に比べて浅い深度の掘削を短期間に多数行います。



特定任務掘削船

氷が張った極域やサンゴ礁が発達する浅い海など、掘削する海域に応じて欧州がチャーターする掘削船。



第 313 次研究航海
ニュージャージー沖浅海掘削

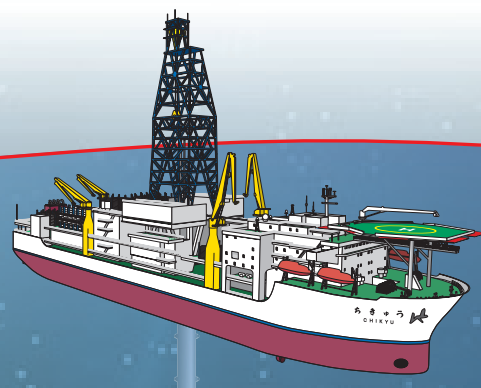


第 302 次研究航海
北極海氷域掘削



第 310 次研究航海
タヒチ沖サンゴ礁掘削

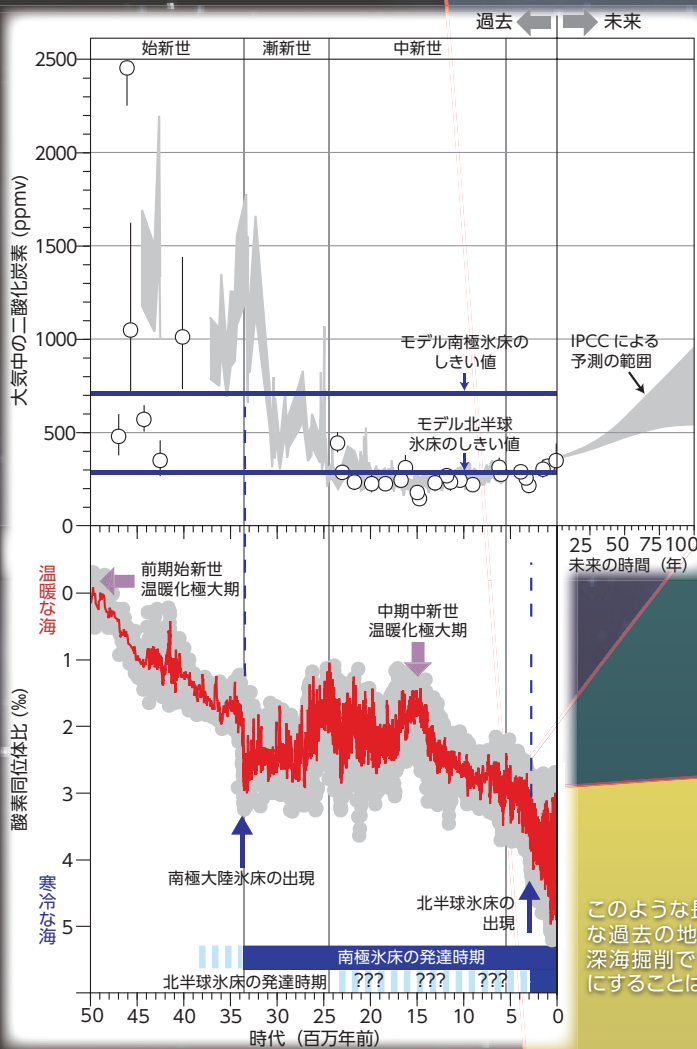
IODPの科学テーマ



過去の気候と海洋環境の変動

～未来の地球はどんな姿か？～

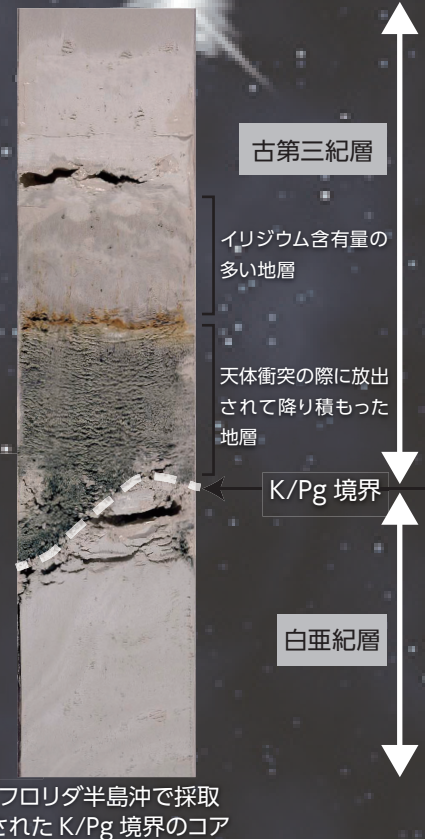
海底の地層には過去に地球上で起きた気候や海洋環境の変動が記録されています。過去の環境変動は、例えば数千万年前であっても地球上で起きた事実であり、私たち人類が未来に経験する可能性があります。過去の地球環境変動の理解によって、未来の地球が「暑くなるのか、寒くなるのか？」など、地球環境のより正確な未来予測に役立てることが可能になります。



過去 5000 万年間の大気中の二酸化炭素量と海洋の温度を示す酸素同位体比の変動、および IPCC (気候変動に関する政府間パネル) による今後 100 年間の二酸化炭素量の予測 [IODP 科学計画書「地球の過去、現在、未来の解明」(2011)より]。

気候と海洋環境の変動 科学トピック：白亜紀天体衝突の証拠

フロリダ半島沖から採取された海底堆積物のコア試料から、今からおよそ 6500 万年前に起きたメキシコ・ユカタン半島への天体衝突の証拠が発見されました。このコアには、隕石が衝突した当時の様子を物語る地層が連続的に確認できます。すなわち、隕石の衝突でつくられる鉱物や地球外に由来するイリジウムの含有量が多い地層、そして、森林が焼失した証拠となる物質などが見られ、隕石孔チチュルプクレーターの周辺で見られる堆積物の特徴とよく一致することが確認されています。



フロリダ半島沖で採取された K/Pg 境界のコア



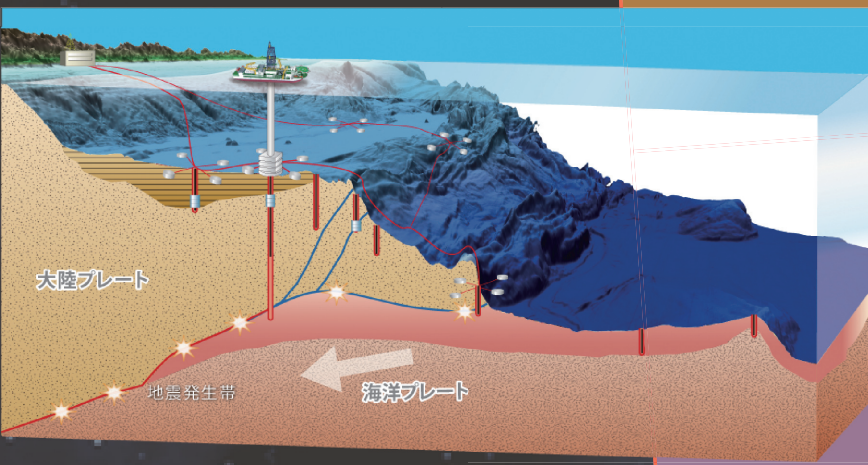
K/Pg (白亜紀/古第三紀) 境界のコアの掘削サイトとチチュルプクレーターの位置

堆積物

活きた地球を見る

～リアルタイム観測とリアル社会～

地球は、普段はゆっくりと、しかし着実に変化し続けている活きた惑星です。深海底のモニタリングシステムは、静かなプレート運動、着々とたまる地殻のひずみ、わずかな地下水の移動、微小地震、かすかな熱の変化などを精密に観測することができます。それは津波を引き起こす巨大地震や海底地すべりなどが起きる瞬間や巨大災害の発生メカニズム解明に役立ちます。さらに、リアルタイムでのモニタリングは緊急地震速報や早期津波警報などにも活用できます。また、詳細な物質移動プロセスの理解は、地下資源の探査や貯留にも役立ちます。リアルタイムの地球観測は、現実の社会にダイレクトに関係するのです。



なぜ地震は起きるのか？

なぜ津波は起きるのか？

～地震・津波発生シナリオの検証への挑戦～

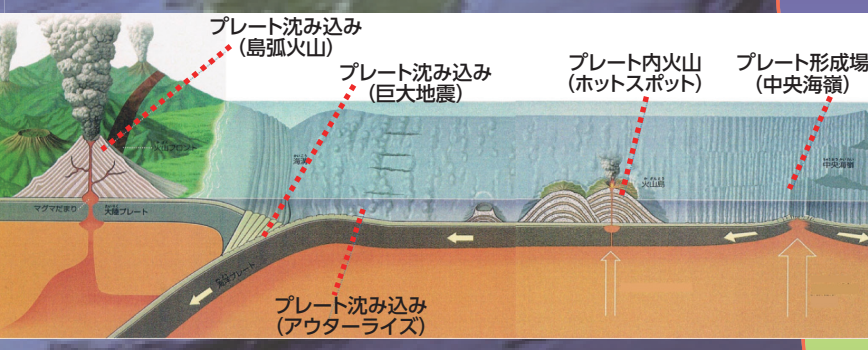
プレート沈み込み帯における巨大地震や津波は、次のようなシナリオで起きると考えられています。(1) 海洋プレートの沈み込みによって地殻にひずみが溜まっていき、(2) 地下深部でゆっくりとした部分的なすべりが始まり、それが引き金となってプレート境界全体が一気に破壊し、(3) なかでもアスペリティと呼ばれる部分が特に大きくすべることによって地震動が放出され、海底地形の変動によって津波が誘発されます。

世界各地の沈み込み帯は、それぞれ地震の規模と発生間隔に特有のクセがあります。しかし、まれに別のパターンの特別な地震も起きることが知られています。IODP では、地震発生帯を掘削し、現位置観測、物質分析、長期モニタリングを通じて、地震発生シナリオの検証とメカニズムの解明に挑戦します。それぞれの目的に最適な海域での研究が検討されています。ゆっくりとしたすべりを解明するために関東沖やニューゼーランドのヒ克蘭ギ沖が、規則的な巨大地震を解明するために南海トラフとコスタリカ沖が、特別な地震と津波を解明するために東北沖が掘削候補地に挙げられています。

「地球深部-表層」の相互作用

～人類未踏のマントルからのサンプルリターン～

地球型惑星の進化の原理を理解するため、これまで人類が到達できなかった領域の掘削を行い、サンプルを回収することで、地球内部と表層との相互作用を理解し、地球のダイナミックな姿を明らかにします。



中央海嶺で誕生し、その後深海底を移動する海洋プレートは、1 億年以上の長い間海水に接しています。その途中、プレート内火山活動が発生することもありますが、海洋プレートがその直下のマントルは、こうした長い時間を経て変化しているかもしれません。そこには、どのような物質があるのでしょうか？ 海洋プレートはどのくらい冷たいのでしょうか？ 水はどの深さまで含まれているのでしょうか？ この答えは深海掘削により明らかとなり、大陸成長に関わる沈み込み帯の火山やプレート境界型地震の発生の原因にもたどり着けるかもしれません。

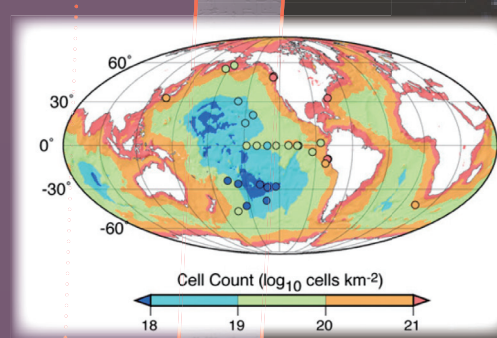
マントル捕獲岩 (オーストラリア産)

地殻

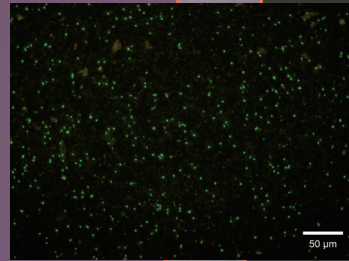
生命圏フロンティア

～海底下に広がる巨大な生命圏が記録する生命の歴史～

海底下の地層には角砂糖 1 つ (約 1 立方センチメートル) の空間に最大 100 億細胞もの微生物が存在していることが分かってきました。海底下生命圏全体での数は全宇宙に存在する星の数の推定値をはるかに凌駕する約 2.9×10^{29} 細胞。陸上地下圏や河川、海洋などの水圏にも匹敵するレベルで、地球最大級の生命圏が海の底のさらに下に広がっているのです。現在までに、海底下 1,922 m の深部地層から微生物が発見されており、未だ地球深部の生息限界深度は分かっていません。惑星地球の生命圏の限界、そして生息環境の変化に伴う微生物相の変化が海底下の地層に記録されています。私たちは掘削試料を通じてこれらの秘密を紐解き、海底下生命の起源、および地球環境に果たす役割に迫ります。



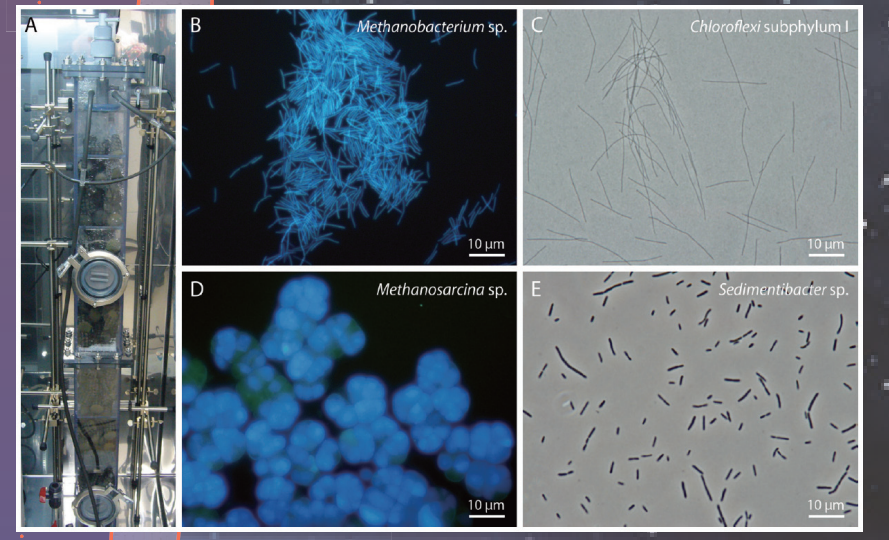
上：海底堆積物中の微生物量と生物量の分布 (Kallmeyer et al., 2012/ Proc Natl Acad Sci USA 109: 16213-16216 より)。



左：下半島沖海底下 219m のコア試料に見られた微生物写真。

生命圏フロンティア 科学トピック：生物活動と天然資源

微生物学は古来、人類が微生物を飼育する (培養する) ことで発展を遂げてきました。しかし、海底下に生息する微生物細胞の培養は著しく困難であることが知られています。近年の培養技術、分析技術の進歩により、このような難しい微生物細胞の機能が少しずつ分かってきています。二酸化炭素と水素を使って天然資源であるメタンガスをつくる微生物や難分解性物質を分解する微生物など、海底下微生物の機能を活用した、新しい循環型社会への貢献が期待されています。



近年の培養技術の進歩によって培養することが可能になった海底下微生物。今後の革新的な培養技術の発展により、人類に有益な微生物の活用可能性が広がります。

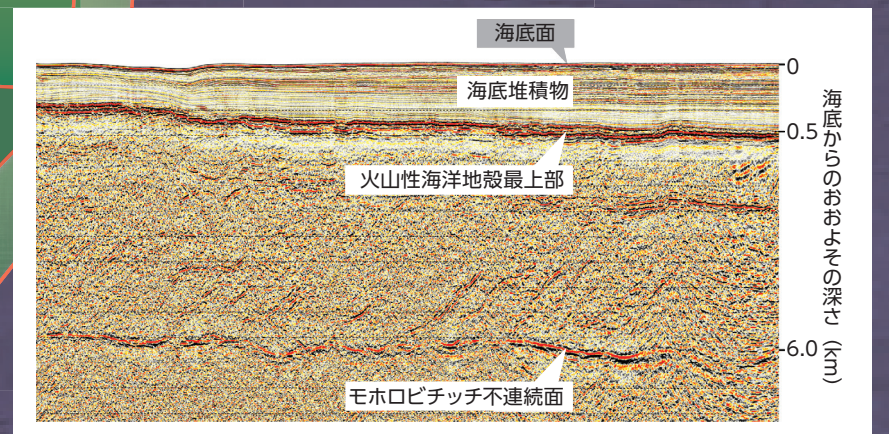
「地球深部-表層」の相互作用 科学トピック：モホロビッチの夢、人類未踏のマントルへの挑戦

100 年前にクロアチアの地震学者アンドリア・モホロビッチが発見した地震波反射面の到達に「ちきゅう」が挑む超深部掘削計画は、科学史上初の快挙へのチャレンジです！

モホロビッチは、地震波の地球内部を伝わる速さを観測することによって、その速度が急激に増加する面 (深さ) があることを発見しました。これが地殻とマントルの境界面、モホロビッチ不連続面 (通称モホ面) です。現在ではマントルは主にかんらん岩からなっていることがさまざまな研究から推測されていますが、その実態が何であるかは誰も証明できていません。この謎を解き明かすただひとつの方法が、「ちきゅう」による超深部掘削なのです。



アンドリア・モホロビッチ (1857-1936)



地震波の観測による地球内部の断面図

マントル

オールジャパンで大型科学プロジェクトを推進



日本の科学者コミュニティは、科学掘削を通じて世界の地球・生命科学をリードするべく、全国の大学や研究機関が集結して日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) を組織しました。



■ J-DESC とは？

地球掘削科学の科学推進や各組織・研究者の連携強化を目的として、大学や国立研究機関が中心となって2003年に設立され、現在50以上の国内の機関が加盟している連合組織です。

■ 主な活動

- ・掘削科学に関する各種専門部会の開催
- ・国際プロジェクトのパネル委員の推薦
- ・国際ワークショップ開催支援
- ・次世代研究者の育成 (J-DESC コアスクール)
- ・学会におけるブース出展
- ・ニュースレターの発行とメールニュースの配信

