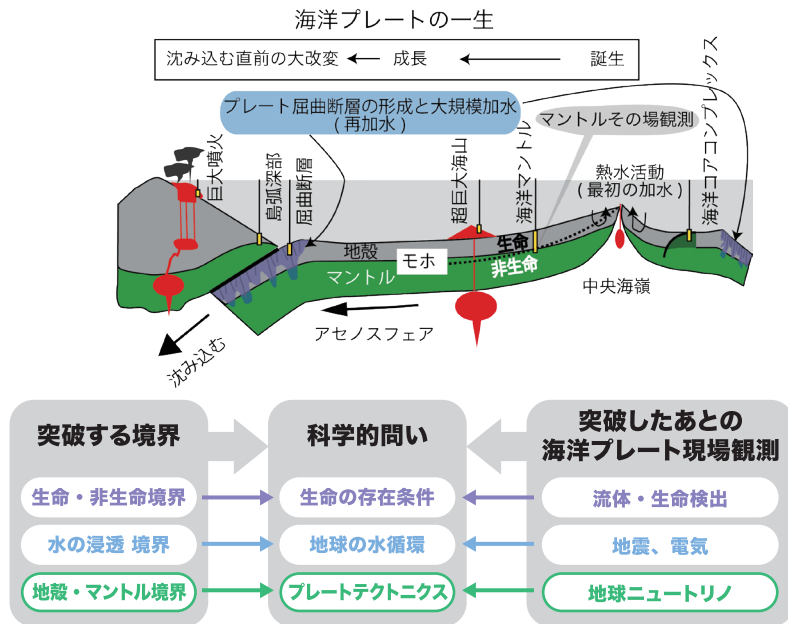




A マントル（探る）惑星探査と地球規模の物質循環の解明 ー マントル掘削と超深部掘削孔の活用 ー

海洋プレート構成する海洋地殻とマントル。そして、それらに含まれる水が巨大地震・巨大噴火の原動力の一部となっている。我々は海洋プレートの形成、変遷、沈み込みの現象（海洋プレートの一生）の重要性を認識しているが、その実態を知らない。海洋地殻、モホ面を完全に掘削するということは、岩石層、生命圏の境界を突破し、誰も直接触れたことのないマントルに到達することである。このマントル掘削孔で世界初のマントル現場観測を行い、プレートの変動、地球内部の情報や、生命あふれる地球の姿を鮮明にする。



日本がリードする Deep Drilling 計画

- 人類未踏の地**
 - 海洋プレートの究極到達点
 - ・人類未踏のマントルの掘削
- プレート深部**
 - 海洋プレート深部起源物質の深堀
 - ・海洋コアコンプレックス掘削
 - 島弧深部の深堀
 - ・小笠原弧前弧掘削
- プレートの断層**
 - 海洋プレート沈み込みの現象
 - ・東北沖プレート屈曲断層掘削
 - 有史人類が経験したことのない超巨大噴火
 - ・カルデラ掘削
- 火山活動**
 - 地球史を激変させる超巨大火山
 - ・オントンジャワ掘削



B 地震津波（聴く）沈み込み帯における巨大地震・災害を理解する ー 長期モニタリングと緊急掘削 ー

社会に甚大な被害をもたらす、沈み込み帯の巨大地震、津波、海底地滑り。その発生条件、発生メカニズムは明らかにされていない。新技術を取り入れた孔内計測・観測ネットワークと掘削試料の地質学的・実験的研究により、災害発生の根本を理解し予測モデルを構築することで、防災・減災に貢献する。

日本がリードする掘削研究課題

多様性を考慮した、巨大地震発生予測モデル構築への貢献

- スロー地震の役割：スロー地震が巨大地震の引き金となりうるのか？
- 流体の役割：Fault-valveモデルが地震サイクルを支配するのか？
- アウターライズ地震との関係：アウターライズ地震・津波の切迫度評価
- 地震発生条件：摩擦特性の実測による震源核発達・震源域拡大条件の評価
- 地震発生の場：地震学的に推定された広域構造（強度・歪）の現場検証

災害サイクル・災害連鎖メカニズムの理解

- 堆積過程履歴把握による斜面安定性など海底地滑り発生条件の理解
- 災害（地震・火山噴火・環境変動）が海底地滑りを誘発するメカニズム
- 浅部地震（slip to trench）が巨大地震を誘発するメカニズム

日本発の掘削提案

- a,b: 南海トラフ（日向灘、熊野灘） c: 日本海溝（H-ODIN）
- d,e: 南海トラフ超深度掘削、ヒクランギ、コスタリカ沖
- f,g: 南海トラフ緊急掘削、琉球海溝 h: 日本海溝（J-TRACK）
- g: 鬼界カルデラ掘削、その他：災害発生海域（発生後緊急掘削）



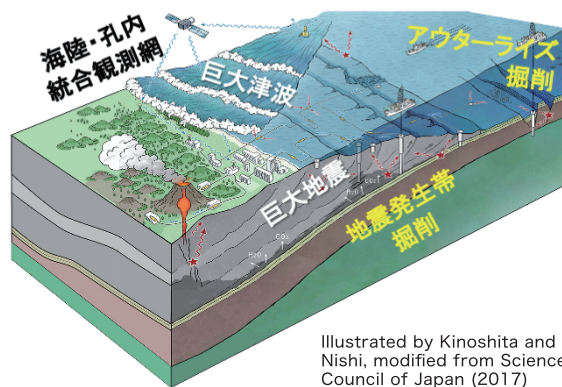
日本発の掘削提案

- Borehole Observatoryを陸上・海底ネットワーク観測と統合
- ・新技術の実現・運用へ（A-GPS, 光ファイバー）
- ・全周波数帯域でのプレート境界変動を把握
- 観測しターゲットを明らかにした後、コアリング
- ・巨大地震時の摩擦熱が検出された部分から地質試料を採取
- ・スロースリップ・微動が検出された部分から地質試料を採取
- ・コア・孔内計測による災害サイクルの把握（物質・物性）

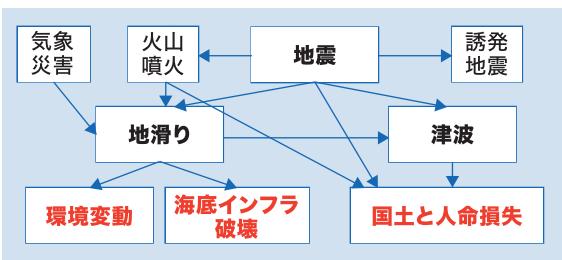
巨大地震発生予測
モデル構築

巨大地震性滑り解明
災害サイクル・
災害連鎖メカニズム理解

社会インフラ強靱化に貢献
防災・減災への貢献



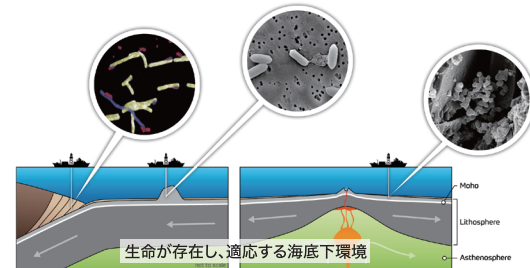
Illustrated by Kinoshita and Nishi, modified from Science Council of Japan (2017)



C 未知の生命（探る）海底下生命圏プロファイリング: 変化する環境と相互作用 ー 生命とそのシグナルを環境と共に読み解く ー

地球のみならず宇宙における生命を考えるうえで重要な海底下巨大生命圏。その規模や実態が徐々に明らかにされてきた。一方で、海底下生命圏の限界や地球物質循環に果たす生命機能については不明な部分が多い。最先端のテクノロジーを駆使した高度な解析でその実像に迫る。

	発見・開拓 フェーズ	分析・解析 フェーズ	応用・活用 フェーズ
科学的課題 問い	どこまで生命は存続するのか 何がそれを規定するのか？	なぜ、どうやって生命は存在するのか 生命は何をしているのか？ 生命の生き様を明らかに	生命圏のパワーを知り、活用する
アプローチ	堆積物から岩石へ至る海底下生命圏の限界を開拓し、物理化学・力学的制約を明らかにする	連続的に変化する海底下環境と生命の応答・適応をゲノム解析技術等を駆使して高感度・高精度に検出・解析する	海底下での資源物質等の生物地球化学的サイクルと表層生態系の関わりを解明し、成果を人類へ還元
J-DESCが主体的に関与する科学掘削	室戸沖 T-limit調査 ロードハウライズ白亜紀生命圏 ゴジラメガマリオン・ハワイ沖ーマントル生命探査	北大西洋海底下、日本海等、変動する海底下環境と微生物群集の応答・適応、極限生存プロセス解明（新規掘削、冷凍保管コアを活用）	ブラジル沖海底下、オーストラリア沖など海底下炭化水素循環プロセス解明



地球最後の秘境、海底下生命圏
その限界を開拓し、生命の営み・その機能を理解する

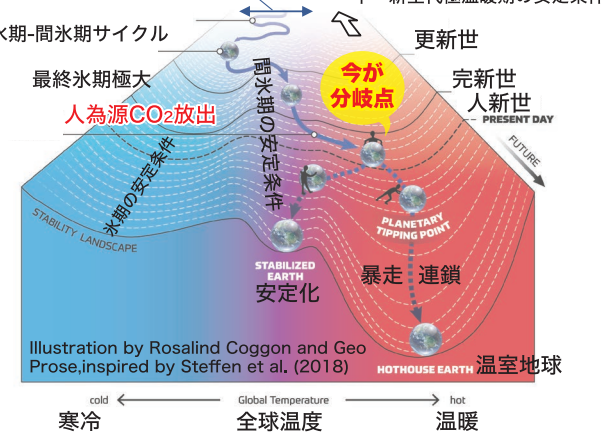
生命とは何か、どの様に活用できるのか、
人類へ還元可能な知識を提供



D 気候環境（読む）気候変動の謎を解読する ー 急激な気候変動の分岐点（ティッピングポイント）とフィードバック ー

急激な大気 CO₂の上昇による地球気候システムの大きな転換。このままだと閾値を超える分岐点（ティッピングポイント、Tipping point）に達し、新たな安定状態へ非可逆的かつ急激に移行する可能性が危惧されている。科学海洋掘削による多様な時間スケールでの三次元古気候復元アプローチで、過去に地球システムが Tipping point を超えた時の境界条件、別の安定状態への移行時間や変化速度、そこに働くフィードバックに関する知見を得る。これにより全球気候システムの理解に必要な情報を提供する。

過去100万年間の地球の安定状態の範囲



日本発のプロジェクトが読み解く “Tipping point”

中期中新世温暖期の開始と終焉のTipping point

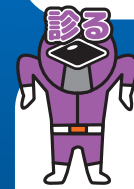
南極氷床不安定化のTipping point

気候変動に伴う南極海の変動性を起こす Tipping point

活発な大気海洋相互作用を生む赤道太平洋の東冷西温の強い非対称性のTipping point

温暖化による亜熱帯循環強化に伴う西岸流（黒潮）変化のTipping point

温室時代の海洋中層の貧酸素水塊拡大の Tipping point



E 海と地球の健康（診る）地球環境と海洋生態の健康診断 ー 急激な環境変化がもたらす生態系への影響評価 ー

地球史で繰り返し起こった生物大量絶滅。絶滅はなぜどのように起こったのか？地球が過去に経験した海洋無酸素イベント、酸性化イベント、極温暖イベントに注目し、海洋生態系に与えた影響を評価し、その関連性を解読する。それらは、急激な環境変化がサンゴ白化など海洋生態や食物網に与える影響や、全球炭素循環に与える影響の評価につながる「健診カルテ」となる。

