

地球表層システム変動の解明に向けた地殻～マントルのフロンティア科学の実践

① ビジョンの概要

人類の持続可能性を左右する地球システムの変動メカニズムを理解するため、地殻～上部マントルに至るフロンティアを国際的な海洋科学掘削プロジェクトの段階的な実施により開拓し、次代を担う俯瞰的かつ先導的な視野を持つ若手国際人材を育成しつつ、地球規模課題の解決に資する学術基盤を創成する。

② ビジョンの内容

固体マントルの流動は、生命のハビタビリティを規定しているのである。しかし、地球内部と表層をつなぐ地殻～マントルにかけての連続的なリファレンス・データや観測データが欠如している。

我が国は地球深部探査船「ちきゅう」を保有し、地殻～上部マントルに至るフロンティア科学を世界的に牽引する立場にある。本構想は、それらを最大限に活用した国際プロジェクトを段階的に実施する。

我が国においては、日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）によるオールジャパン体制が確立されている。2025 年より日本と欧米が主導する国際海洋科学掘削計画（IODP3）がスタートした。本計画は、既存の概念や分野・国境、ジェンダーに捉われない公平な形で行われ、次代を担う若手人材に国際的な活躍の場を与える。さらに、地球システム変動に係る新しい発見や学術的知見を一般社会に向けて発信・共有化することで、科学成果の社会還元と持続可能性の創出に貢献していく。

③ 学術研究構想の名称

地球表層システム変動の解明に向けた地殻～マントルのフロンティア科学の実践

④ 学術研究構想の概要

プレートテクトニクスを介した地球内部と表層の間の物質・エネルギー循環は、地球内部、表層環境、生命圏の共進化を促進してきた。しかし、大気・海洋～マントル間の反応フロントである地殻～上部マントルにおける水・炭素の分布、存在形態、動態情報が致命的に不足している。

本構想では、太平洋底の海洋プレートを対象に、海洋科学掘削調査プロジェクトを段階的に実施し、地殻～上部マントルに関連した鉛直標準データと時系列データを取得する（図1）。既存の掘削試料や孔内計測データの解析・再利用するバーチャル航海によって世界で活躍できる若手人材を育成し、地球システム変動の学術的理解を深化させる。

⑤ 学術的な意義

地球の質量の約68%、容積の83%はマントルからなる。惑星地球の特異性は、マントル対流によって駆動されるプレートテクトニクス、海洋と陸地の形成、そして生命の存在にある。この地球を地球たらしめているプロセスを実証的に明らかにすることは、宇宙における地球型惑星と人類社会の持続可能性を指し示す基本的原理を手にする意義を持つ。しかし、プレートテクトニクスを通じた水・炭素の大循環メカニズムの解明には、大気・海洋との反応フロントである地殻～上部マントルにおける水・炭素の分布、存在形態、動態についての情報が不足している。代表的な海洋地殻～マントル最上部に至る科学掘削調査を段階的に実施し、未変質の地殻・マントルの試料回収は、海洋地殻～マントルの標準試料として科学史に残る金字塔となる。坑井を利用した観測技術は、地球深部を探索する窓として未来に受け継がれる人類の遺産となる。

「ちきゅう」による太平洋底地殻掘削は、プレート沈み込み型海洋底の上部～下部地殻境界の実体、上部地殻の組成・構造と熱水循環系、地殻内生命圏の実態解明と共に、人類未到のマントルへの到達を実現するために不可欠なデータを提供する。

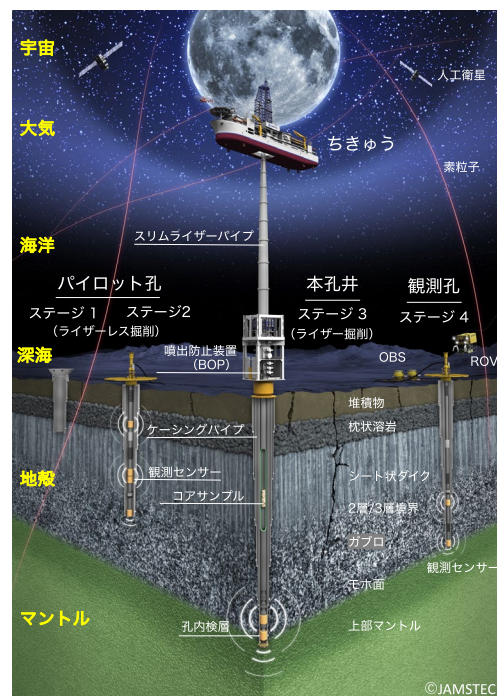


図1 地殻～上部マントルに至る国際海洋科学掘削計画の概念図

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

2050 年までに国際的な海洋科学掘削計画が達成すべき科学目標を定めた 2050 Science Framework では、本構想の骨子が国際コミュニティの合意事項の一つとして明記されている。2021 年 9 月の要望書「地球システムの理解に向けた国際海洋科学掘削研究の推進」では、「海洋地殻を貫通しマントルまでのサンプルリターンを実現し、地球生命の誕生・存在限界、水・炭素サイクルを包括的に理解することで、人類・生命と地球の共生社会の創造に貢献する」といったコミュニティの集約意見が明記されている。

⑦ 社会的価値

未だに達成されていないマントル掘削プロジェクトを我が国が主体となって実現すれば、日本国民に遍く夢と誇りを与えるとともに、世界に冠たる海洋・科学技術立国、日本を強く国民そして全世界に印象づけることとなる。太平洋に集結する大気観測や海洋観測データとの大気―海洋―地殻―マントルの鉛直的な時系列データの統合解析により、全球規模かつ中・長期的な地球システム変動予測等に寄与するのみならず、デジタルツインに代表される地球環境ガバナンスやジオハザード予測等への貢献、温室効果ガス等の半恒久的地層処分への展開、クリーンエネルギー源（熱・水素等）の確保など、革新的な地殻～マントル空間の利活用に係る新たな道を切り拓き、人類の持続可能性に資する経済的・産業的価値の創造につながる。

⑧ 実施計画等について

本構想は海洋地殻の完全貫通による上部マントルへの到達を実現し、惑星地球を代表するリファレンスデータを取得することを最終目標に、プロジェクトを段階的に展開する。

- 1) 西太平洋底掘削調査：東北沖アウターライズにおける沈み込みプレートインプット側掘削調査を実施。
- 2) 海洋マントル由来物質掘削：フィリピン海プレートに露出しているマントル由来物質の掘削を目指す。
- 3) バーチャル航海：バーチャル航海を、約 2 年に 1 度程度の頻度で実施予定。最新の分析機器や解析方法を適用したレガシーコアの有効利用を推進し、世界で活躍できる若手人材育成を推進する。
- 4) 太平洋底海洋プレート掘削提案申請：小笠原―マリアナ前弧等における下部地殻～上部マントル起源物質掘削、ハワイ沖上部地殻海底下 2.5 km までのライザーレス掘削調査計画、北海道のマントル由来岩体の掘削提案を申請する。
- 5) 事前海域調査：マントル掘削のパイロット孔候補について、総合事前調査を実施する。

＜実施機関と実施体制＞

我が国におけるプログラムの運用・実施主体は文部科学省及び海洋研究開発機構である。本構想のプロジェクトに係る日本人研究者は、ほぼ全員が J-DESC（正会員 50 機関、賛助会員 6 企業、個人会員 5 名）に所属している。提案書の審査は国際的科学立案評価パネル等で決定される。当該科学掘削のコア試料は、高知大学と海洋研究開発機構が共同運営する高知コアセンターに保管され、国際共同利用される。

国内研究者コミュニティは、過去 15 年以上にわたり継続的に本構想を醸成している。日本地球惑星科学連合（JpGU）に「ハードロック掘削フォーカスグループ」を設置し、連合大会等でのセッション提案のみならず、大学院生や若手研究者らに奨励賞を設けるなどの人材育成を推進している。

＜総経費＞ 195 億円

＜所要経費＞

本研究構想の実現のために、海洋地殻～マントルに至る掘削プロジェクトの段階的な実施を行う。

- ・ IODP3 太平洋底海洋地殻掘削調査費：20 億円（プレート沈み込み関連海洋底掘削）
- ・ 掘削予定海域事前調査費：10 億円（屈折法・反射法探査等）
- ・ 観測システム開発費：5 億円（最大 2.5 km のマルチ観測アレイを想定）
- ・ ハワイ沖海洋地殻、伊豆―マリアナ全弧域掘削調査費：140 億円（「ちきゅう」による掘削を想定）
- ・ 分析設備費：10 億円（高分解能 X 線顕微鏡、同位体質量分析器等）
- ・ 人件費：10 億円（若手研究者人件費+国際バーチャル航海等による人材育成費を含む）

総経費：195 億円/10 年

⑨ 連絡先

森下 知晃（金沢大学理工研究域地球社会基盤学系）