

## IODP 掘削提案フィジビリティ研究 応募申請様式 (H24)

### I. 内容について

#### 1. タイトル 代表研究者、所属

|                                                                                             |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| タイトル：世界から応援される人類初の海洋マントル掘削実行へ向けて：継続的・連動的ワークショップによる究極目標，付随研究，掘削地点の決定への取り組みと若手研究者育成，そしてアウトリーチ |                                |
| 代表研究者 氏名：森下 知晃                                                                              | 所属・役職 金沢大学 フロンティアサイエンス機構・特任准教授 |

今回の申請は新規ですか、継続ですか（ 新規 ）

#### 2. 本申請での実施概要（400 字程度）

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>海洋掘削による人類初のマントル採取を成功させるために、明確で実行可能な研究目標・掘削地点の詳細，実行までに達成しておかねばならない項目、およびそれらの検証方法を提示する必要がある。特に、以下の項目を検討しなくてはならない。</p> <p>(1) マントル掘削によってのみ明らかにされる明確な仮説と検証方法。</p> <p>(2) マントル掘削に至るまでに達成される付随研究と検証方法。</p> <p>(3) マントル掘削中と後に行う地球物理計測の目的と検証方法。</p> <p>(4) 上記を達成するために必要な技術革新とその対応方法，社会への応用。</p> <p>(5) 3つある掘削候補海域から1海域中の1掘削地点決定。</p> <p>本申請では、上記の目的を達成するための、各目的の核となる研究集会，それぞれをつなぐ野外調査も含めた研究集会を企画・実施し，これらの集会を通して，実際の試料を解析できる若手研究者の育成と研究者ネットワークの構築を行う。また，アウトリーチ活動を行い，他分野から一般（特に高校生）に向けて本申請の魅力を伝える。</p> <p>合致するテーマを下記から選んで記載下さい（複数可）： ■上部マントルの組成・構造・ダイナミクス， ■海洋底拡大やマントル融解と海洋地殻形成， ■海洋地殻と海水との間の化学的交換， ■海底下生命圏の起源や進化， ■海底下生命圏の起源や進化</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

テーマ (IODP Science Plan for 2013 – 2023 のテーマ区分)：

気候と海洋変動：

☐ CO<sub>2</sub> 濃度上昇に対する気候の反応

☐ 地球温暖化による氷床や海水準への影響

☐ 降雨の地域的パターンの制御要因

☐ 海洋の化学的擾乱からの回復

生命圏フロンティア：

■海底下生命圏の起源や進化

■海底下生命圏の限界

☐ 環境変化による生態系・生物多様性への影響

地球活動の関連性：

■上部マントルの組成・構造・ダイナミクス

■海洋底拡大やマントル融解と海洋地殻形成

■海洋地殻と海水との間の化学的交換

☐ 沈み込み帯形成、物質循環、大陸地殻創成

変動する地球

☐ 巨大地震・津波・海底地すべりメカニズム

☐ 海底下の炭素循環の特性やプロセス

## 2. 実現したい掘削について以下の事項を記載下さい

※各項目内に記載されている事項（灰色文字）に留意して記載下さい。なお、記載欄は適宜増やして頂いて構いません。

### 2. 1 研究の背景

※関連するアクティブプロポーザルが有る場合、その番号、タイトル、提出時期、状況についても記入下さい。

現在関連するアクティブプロポーザルは無い。

**これまでの研究** これまでどのような研究がなされてきたか・何が未解明なのか

**究極の研究目的** 地球内部のエネルギー放出による海洋地殻の形成を伴う物質的・化学的層構造形成と引き続き起きる沈み込み帯での地球深部への物質リサイクリングは、地球固有の惑星進化プロセスである。海洋リソスフェアの形成から改変までの一連のプロセス解明こそが、地球惑星科学の最も重要な目的の一つであり、この重要課題の最も基礎情報が、地殻・マントルの物質学的実体の解明である。

**超深度掘削の位置づけ** 地震学的に定義される地殻／マントル境界（モホ面）を貫通し、海洋地殻から海洋上部マントル物質を掘削・採取する計画は、当初 1957 年に初めて提案され、2003-2013 期、2013-2023 期の IODP による Initial Science Plane でも最優先の研究課題として位置づけられている。この研究課題の計画を期に、海洋掘削技術発展が促進され、海洋掘削試料に基づいた多くの研究成果が生み出された。

**これまでの海洋掘削、海洋試料解析の成果**

**既存の深度掘削成果** 海洋深度掘削では、地震学的な境界である Layer2/3 境界（火山岩／深成岩境界と解釈される）を貫通したのが DSDP/ODP Hole 504B であり、その成果は、この境界が火山岩／深成岩境界ではなく、変質境界であったことを示した (Detrick et al., 1994 *Nature*)。ODP Hole 1256D においては、世界で初めて海洋底から海洋底深部を構成しているはんれい岩が採取されたが (Wilson et al., 2006 *Science*)、ここでは、地震波解析による Layer2/3 境界には達していない。これまでの海洋深度掘削の成果は、地震学的境界面と物質学的対応を実際に確認することの重要性を示している。

**地球物理探査の成果** 地球物理探査結果からは、高速拡大海域（拡大速度 80mm/年以上）が他の拡大速度海域よりも比較的単純な構造を持っていることが示唆された (Canales et al., 2003 *Geophys. J. Int.* )。しかし、近年のより詳細な解析により、高速拡大海域であっても、モホ面の詳細な構造および多様性があることがわかってきた (Kodaira et al., 2007 *Jour. Geophys. Res.*)。このため、平均的な（これを“標準的な”と言い換えることができる）地震波速度構造をもつ海洋地殻と、それからはずれた速度構造（速度構造異常とよべる）をもつ海洋地殻とを区別することが可能となる。モホ面の多様性の要因として、モデル計算や下記に示すようなオフィオライオ研究成果によるモホ面の改変プロセスが議論されはじめていることから、これらの地震波速度構造を解釈するためには、参照となるポイントが不可欠であり、海底の表面からモホを貫通してマントル岩まで連続した掘削孔が、重要な価値となる。このため、掘削地点での地球物理学的な事前調査を十二分に行いその対比が必修である。

**既存の下部地殻・マントル起源岩石の成果** これまでも、構造運動により海洋底に直接露出している下部地殻・上部マントル相当物質（はんれい岩類、蛇紋岩類）の解析は多くなされている

(例えば, Morishita et al., 2009 *Jour. Petrol.*)。しかし, これらの試料が採取される海域は, より構造が複雑だと予想される低速拡大海域である。今後も独立した掘削計画として, 低速拡大海域における構造運動によって露出した過去の下部地殻・上部マントル物質の掘削が期待されるが, 地震学的に定義されるモホ面の物質学的対応解明とは言えない。

**過去の海洋リソスフェア断片に関する研究(オフィオライト研究)の成果** 1970年代から, オフィオライトが過去の海洋リソスフェアの断面であると認識されてから, オフィオライトを用いた研究と海洋底試料・地球物理計測との対応によって, 海洋リソスフェア形成モデルの提案・理解が進んだ。特に, 日本の研究グループによって, 一度形成されたモホ面が後に『改変』され, 多様性を獲得するモデルが提案されていることは画期的である (例えば, Arai, Kadoshima & Morishita, 2006 *Jour. Geol. Soc. London*)。しかし, オフィオライトでは, その形成時の最重要パラメーターである拡大速度が不明であるという, 形成プロセスの理解に鍵となる情報が欠落している。このため, 超深度掘削の成果無くして, オフィオライトのモホ面相当箇所とされている場所・岩相が, モホ面と対応しているかどうかを証明することはできない。また, オフィオライトは, 『陸上への上昇』期の影響として, 沈み込むプレートからの物質供給による改変プロセス, 海洋底とは異なる岩石-水反応が記録されていることから, 中央海嶺系で起きる情報を解読するためには, これらの影響を見積もる必要があり, それは容易ではない。つまり, 現在の中央海嶺系リソスフェアの掘削の情報が, オフィオライト研究に大きく貢献することとなる。

**新しい研究分野の台頭と重要性** 海洋地殻形成の原動力となったエネルギーの放出は, 地殻物質から水, そして大気へと影響を与えるため, 地球表層の環境変動, 資源, 生命圏に関する研究テーマへと発展している (Kato, Fujinaga, Nakamura et al., 2011 *Nature Geoscience*; 中村・高井 2011 地球化学)。これらの研究分野の中でも, 特に, ●岩石-水反応の深部方向への広がり・経路と地球化学収支, ●生命圏の限界とその制約要因は, 超深度掘削によって, 一つの解を与えることができる。

**海洋掘削技術革新** 未だにモホ面を貫通する超深度掘削は達成されていない。その一つの理由に, 技術的な困難さがあげられる。しかし, ライザー掘削技術をもつ掘削船『CHIKYU』が完成し, 今後, 高速掘削, 高温掘削技術などにおいて更なる技術革新が必要であるものの, 海洋マントル掘削を行える可能性が高くなった。これらの技術革新を支え, 得られた技術を海洋政策へ応用して行くことは, 我が国の海洋技術の発展に直結する重要な推進項目である。

孔内計測技術も進展し, コア採取率が悪い箇所においても, 孔内の物質状態を知ることができるようになってきた (Tominaga & Umino, 2010 *Geochem. Geophys. Geosys.*)。これらの掘削中の孔内計測技術に加え, 掘削によって得られる超深度孔内での下部地殻・マントル長期地球物理計測・観測は海洋リソスフェアの実像解明に新たな情報を与えることが期待される。

**超深度掘削を目指した国内外の取り組み** 2006年から, 超深度掘削を目指した国際会議が開催されている (本申請書の終わりのその他項目参照)。特に, 日本からは, JAMSTEC 阿部なつ江研究員が外国の研究員らと粘り強く交渉してきた。2010年の金沢会議, それに引き続くワシントン会議での内容により下記のような研究課題, 研究対象が決定され, 4月に提出予定の申請書の骨子となっている。

## 2. 2 目的、内容、アピールポイント

**目的** 本掘削の目的は、地球の現在の海洋の 50%以上 (全地表の 30%)を占める高速拡大系海洋域のモホ面を貫通し、海洋地殻から上部マントル試料を直接採取することである。この直接海洋底から回収した試料の解析・孔内物理計測によって、海洋リソスフェアの構成、構造、その成因研究に関する明確な答えを提示する。

下記で示す研究課題は、超深度掘削による試料採取・物理計測によってのみ解決可能である。本研究は、人類初の現在のマントルからの試料採取であり、他の海洋研究のみでは無く、他の超大型科学課題と比較しても、絶対無二の存在である点を強くアピールしたい。

**内容** マントル掘削によって検証すること

### 1 高速拡大海域におけるモホ面の物質学実体とその空間的多様性の要因解明

モホ面の上下、つまり下部地殻とマントル物質の物質学的実体においては(1)はんれい岩/かんらん岩境界と(2)変質岩/未変質境界の2種類の可能性に対極することができる。いずれも、地震波速度構造解析においては決め手がない。モホ面がどのような物質境界であるかという根本的問題は、超深度掘削によってのみ明らかにされる。さらに、高速拡大海域の『標準的な』モホ面の物質学的実体データは、地震波速度構造の参照地点という側面を持ち、それからはずれた速度構造(速度構造異常とよべる)をもつ地震波速度構造を解釈するためのブレイクスルーとなる。

### 2 中央海嶺玄武岩(メルト)と最上部マントル物質との成因的親子関係の解明

上部地殻物質の代表である中央海嶺玄武岩と上部マントル物質と想定されいているかんらん岩類の『親子関係』については十分に証明されていない。海洋底からは、多くの上部マントル起源と考えられる蛇紋岩化したかんらん岩類が採取されている。しかし、海洋底かんらん岩は、多くの場合、強く蛇紋岩化の影響を強く受けているため、上部マントルの化学的特徴、特に揮発性成分である水、炭素、希ガス、そして成因関係推定に重要な同位体組成を決定できない。希ガス同位体組成は、地球規模の物質循環のトレーサーとしても有用である。また近年、上部マントルの不均質性について明らかになってきている。特に、『過去に熔融したマントル物質』の存在が指摘されている(Liu et al., 2008 *Nature*)。このことは、『均質なマントル物質を想定し、それが部分熔融することで玄武岩が形成し、海洋地殻が形成される』という基本的概念を根本から考え直すきっかけとなっている。マントル掘削による試料解析によって、変質していない最上部マントル物質を詳細に解析することが可能となり、マントルと地殻物質の親子関係を化学的特徴から明らかにすることができる。

### 3 中央海嶺下でメルトが発生し、集中するメカニズムおよびモホ面の構造境界の可能性検討

中央海嶺下でなぜメルトが発生するのか? 中央海嶺下に能動的に高温マントルが流入する Active buoyancy-driven flow 説とプレートの拡大が先でプレートが開いた場所に受動的に高温マントルが流入する passive, plate-driven flow 説に対極される。両者の間には、マントルの構造に差がでることが期待され(Nicolas et al., 1994 *Nature*)、オフィオライト研究からも、検証されている(Michibayashi et al., 2000 *Mar. Geophys. Res.*)。構造情報をもった変質を受けていない上部マントル物質を構造解析することによって、この問題を明らかにすることができる。

また、近年、モホ面が構造境界になっている可能性が、最上部マントルの異方性解析を含む地震波構造の細密解析によって明らかになってきた (Kodaira et al., 2011 *AGU fall meeting*)。上部マントル物質(および下部地殻)の構造解析は、上記の新たな問題に解を与え、新しいモホ構造像を我々に与えてくれる。

#### 4 高速拡大海域での下部地殻形成モデル

下部地殻を構成されていると予想されているはんれい岩層の形成には、海洋地殻部浅部でマグマが結晶化した後に移動する”Gabbro-glacier”モデルと、小さな岩床が積み重なったとする”Sheeted Sill”モデルが提案されている。これらは、化学的構造、変形構造ともに特徴的な構造をとることが予想されており (Ildefonse, Abe et al., 2010 *Sci. Drilling.*)、下部地殻の深部方向の連続試料解析によって、下部地殻形成モデルを明らかにすることができる。これらと同時に、下部地殻の冷却速度 (Coogan et al., 2007 *Jour. Petrol.*)、既存の下部地殻物質と移動するメルトとの反応 (Lissenberg et al., 2008 *Earth Planet. Sci. Lett.*)について真に検討することが可能となる。

#### 5 海洋地殻(マントル)までの海水反応領域の広がりとその反応プロセス・元素移動の解明

火成作用によって形成された海洋地殻は、熱水循環および低温での海水の浸透により変成・変質作用を受ける。しかし、その岩石-水反応領域の広がり、その化学的改変過程を定量的に検討するためにも、超深度掘削による深度方向の連続データが必要である。これは、海洋プレートが沈み込む際の物質循環においても、定量的物質循環を検討する上でも重要である。

#### 6 生命圏の限界とその要因

生命を維持するためのエネルギー源となり得る水素と体を構造するもととなる有機物は生物学的反応無しに、水とかんらん岩の反応で形成されることが指摘されていた (McCollom and Seewald, 2001, *Geochim. Cosmochim. Acta.*)。また、120°Cに達する高温で生息する高熱細菌が見つかったことなどから (Takai, Nakamura et al., 2008 *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*)、海洋底下での生命圏の広がりに注目が集まっている。マントルまでの超深度掘削は、生命圏の限界とそれを制約する要因決定を可能とする。このことは、初期生命の発生・生育環境を明らかにするブレークスルーとなりえる。

#### 7 海洋底採取試料の地震波データと掘削孔内計測を用いた地震波速度構造細密化

実際に掘削で採取される試料を用いた地震波特性データを取得し、掘削孔内で長期観測可能な地震波などの地球物理観測の詳細観測と組み合わせることで、マントルの異方性などの地球物理計測の細密化とその要因について明らかにする。

### 2. 3 プロポーザルの準備状況、及び実施すべき事項

※アクティブプロポーザルが有る場合、パネル等での指摘事項などを踏まえて記入下さい。

#### プロポーザルの準備状況 1：申請書の提出に向けた動き

2012年4月に Multi-phase Drilling Projects (MDP)として、海洋マントル掘削申請書を提出予定。申請書提出に向けて、2012年2月に、日米英仏の主要関係者が東京で最終的な申請書細部の詰めの会議を行う。この会議の開催経費の一部を、J-DESK の会員提案型活動経費にサポートしていただいている。固体系試料観測・解析に関する国内外の研究体制は構築されている。

## 準備状況補足\*MDP の特殊性

MDP 申請書は、他の独立した海洋掘削計画申請書とは大きく異なり、通常掘削期間（2 ヶ月）で達成できない長期掘削が必要な特別な研究申請提案である。そのため、他の申請書は申請後の改訂は認められていないが、MDP は申請後の複数回の改訂が認められており、下記に示すように掘削地点の決定に至っていない。MDP 申請書を提出した後も、海洋マントル掘削を実行に移すため、より強固な国内外の研究体制の構築、克服すべき課題があるため、フィジビリティ研究課題として取り組む。

## 準備状況2：プロポーザルの問題点-今後必要な課題-フィジビリティ研究課題で取り組むこと

本申請には、下記に示すように克服すべき課題が5点ある。そこで、本フィジビリティ研究課題によって、これらの点を強化する活動を行う。

### 1 掘削地点の決定

現段階では、掘削候補として3海域まで絞り込んだが、これらの海域の詳細な物理探査データ収集・解析とそれらを比較し、実際の掘削地点の決定させる必要がある。3海域の物理探査データは海洋研究開発機構が担当することになっており、1つの海域の結果が出たところで、その成果報告、状況、見通しに関して公表する機会を設け、議論を行う。

### 2 熱水循環、海洋資源、生命圏分野が達成できる課題とその検証方法の検討

本申請は、モホ面を貫通する超深度掘削でしか解決できない科学的仮説とその検証法という本質的な問題に加え、マントル掘削に至るまでに達成できる科学テーマ（熱水循環・海洋資源・生命圏関係）、および掘削中・前後の物理計測による研究分野の強化が必要であると認識している。

### 3 超深度掘削に必要な掘削技術革新とその応用

掘削を実際に行うためには、高速掘削、高温領域掘削といった技術革新が必要であり、その対応方法とその革新技術を社会へ還元する方法を検討する。また、掘削中・前後の物理計測による研究分野の強化を行う。

### 4 掘削試料解析をリードする若手研究者の育成

上記の課題を克服するための研究集会に若手を招待し、研究者間の交流を推進していく。

### 5 アウトリーチ活動

（1）他研究分野と（2）一般へのアウトリーチ活動を行う。特に、本活動では、実際のマントル掘削時に戦力となる現高校生世代（およびその教員）へのアウトリーチ活動を強化し、マントル掘削だけでなく、地球惑星科学関連への進学を促すことに力を入れる。

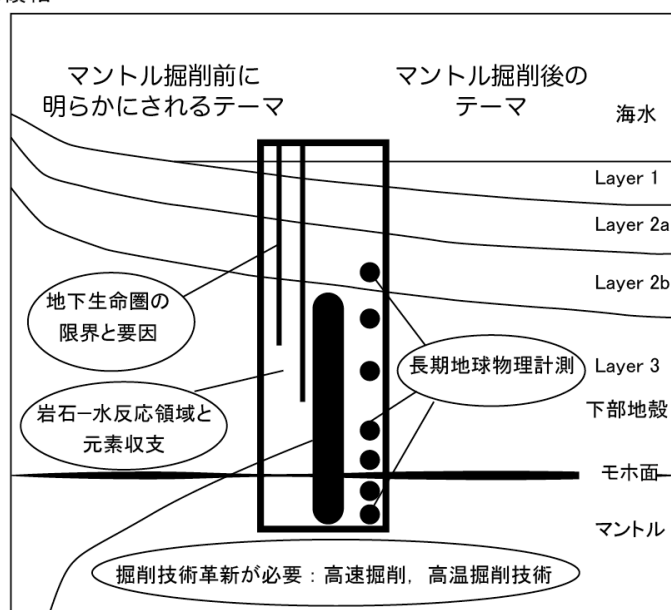
2. 4 提案までのロードマップを記載下さい。(※ 継続課題は委託研究初年度を最初の年とする)

| 実施事項                              | 2012 年                      | 2013 年                           |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| プロポーザル執筆・提出                       | ◀...▶<br>○MDP 申請書提出 4 月     | ◀...▶<br>○MDP 申請書改訂・提出           |
| 新分野連携強化, 技術革新                     | ◀▶<br>○海洋掘削申請書 WS           | ◀▶<br>○JpGU-WS                   |
| マントル掘削各論強化                        | ◀▶ ◀▶<br>○マントル掘削コア WS ○野外授業 | ◀▶ ◀▶<br>○JpGU-WS ○AGU-WS        |
| 掘削地点決定<br>●サイトサーベイ<br>●サイトサーベイ WS | ◀-----▶                     | ◀-----▶<br>○サイト WS 国内 ○サイト WS 国際 |
| 強化分野訪問                            | ○随時                         | ○随時                              |
| アウトリーチ活動                          | ○随時 (夏期中心)                  | ○随時 (夏期中心)                       |
| 本申請による経費 (千円)                     | 1,942 千円                    | 3,492 千円                         |

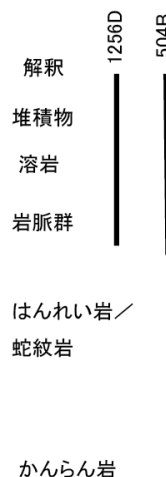
※ 本申請による実施事項は実線、その他の予算措置による実施事項は点線で記入のこと。

(本申請による実施事項: ◀▶ その他の予算措置による実施事項: ◀...▶)

マントル掘削申請内容と強化が必要なポイント  
(=フィジビリティ研究で強化する点を楕円で示した)



これまでの  
超深度掘削結果



マントル掘削が成功して初めて達成されるテーマ

- モホ面の物質学的実体
- 標準的なモホ面実体を参照とした, 異常なモホ面への理解
- マントルと地殻の成因的關係
- 最上部マントルの化学組成 (水・炭素・元素循環)
- メルト発生と集中のメカニズム
- モホ面の力学的挙動
- 下部地殻形成モデル

下部地殻—マントルの固体地球科学

### 3. 実施事項および経費内訳

#### 3. 1 実施事項（実施項目に分けて記載のこと）

##### ① **【海洋掘削申請者による過去・現・実施プロポーザルの内容報告】** 海洋掘削申請書 WS

（目的）マントル掘削計画の周知と海洋掘削計画内の位置づけ、コミュニティ共闘への足がかり

（実施事項）海洋掘削申請書を過去から計画まで、掘削の採択に関わらず、マントル掘削も含めた申請書の関係者に発表を互いに行う国内ワークショップを開催する。

（期待される効果）申請書間の研究内容への理解を深め、超深度掘削の独自性、他の申請内容との共闘性について検討するきっかけを作る。研究集会には、過去・現在の海洋掘削審査員および技術者の参加を求め、掘削実行に向けた必要な技術革新の詳細を明らかにし、日本国内の海洋掘削申請書のプレゼンテーション力の底上げも見込める。

（開催時期）日本地球惑星科学連合学会時期を予定

##### ② **【海洋リソスフェア研究各論強化】** マントル掘削コア WS

（目的）マントル掘削での達成目標となる研究核の強化、各研究間の相互理解

（実施項目）マントル掘削における核となる研究課題項目について、過去数年間での発展・問題点をレビューし、各分野間で、わかりやすい説明を加えた勉強会となるワークショップを開催する。

（期待される効果）各研究分野での近年の進展、問題点について概観できる。核となる分野間の交流、問題点の共有を確実に行う。また、これから海洋研究を行いたい学部生や大学院生にとって参加しやすく、多くの参加者が見込める。

（開催時期）年末

##### ③ **【海洋リソスフェア野外授業】** 野外授業

（目的）野外調査による研究対象の実体とスケールの共有

（実施事項）現在、金沢大学と新潟大学で行われている「若手研究者海外派遣事業・組織的な若手研究者海外派遣プログラム」（海洋地殻-マントルの構成と発達過程の解明：モホールへの備え）を見本とする。実際に、このプログラムと連携を進め、世界で最も保存が良いとされているオマーン共和国のオフィオライトにおいて、全国から適正人数を募集し、野外巡検、野外授業を行う。

（期待される効果）実際の研究対象である海洋リソスフェアの実体とスケールを分野間で共有することができる。実際に、1999年のトルードス・オフィオライト巡検に基づいた沖野郷子（現東大大気海洋研）、島 伸和（現神戸大学）による「地物屋のオフィオライトメモ」から、野外巡検の重要性を感じ取ることができる。このファイルは、

<http://ofgs.aori.u-tokyo.ac.jp/intridgej/link.html>

のリンク先からダウンロードして読むことができる。

（開催時期）12-2月の間に1週間程度を予定

##### ④ **【日本地球惑星科学連合学会の国際セッション、American Geophysical Union 主催の秋会議での関連セッション立ち上げによる国際研究協力体制の強化】** JpGU-WS, AGU-WS

（目的）関連研究の最新研究成果報告と国際協力体制の強化

（実施内容）日本地球惑星科学連合学会の国際セッション、American Geophysical Union 主催の秋会議での関連セッション立ち上げを行い、マントル掘削計画研究項目に関連した研究内容で活躍している国内外の研究者を招待する。

(期待される効果) 現在進行形の研究成果情報を入手と、国際的な組織の強化が期待される。

(開催時期) それぞれ、5月と12月

#### ⑤ **【掘削地点決定に向けた国際ワークショップ】** サイトWS

(目的) 掘削候補地点の物理探査データに基づく掘削地点決定に向けた国際ワークショップ開催

(実施内容) 掘削候補地点の物理探査データが公表できる段階で、これらのデータに基づいた国際ワークショップを開催し、掘削候補地点の絞り込み、決定につなげる。3箇所の候補地の中で、1つでも公開できる状況になったときに開催する。

(期待される効果) 掘削地点の詳細な地震波地下構造解析データ、およびそれに基づいた掘削地点の明確な理由は海洋掘削申請に絶対必要であり、本ワークショップがその役割を担う。

(開催時期) データ取得結果による

#### ⑥ **【必要な掘削技術とその対応に関連したWS】** 連携強化分野訪問1

(目的) 掘削技術開発からの技術者・研究者との『何が必要な技術』『どのような解決方法があるのか?』を共通認識できるようにする。

(実施事項) マントル掘削を実行するためには、革新的な技術進歩が必要であり、研究者側の研究内容を技術者と共有し、実施するにあたり必要な技術、その方法についての検討を行う。

(期待される効果) マントル掘削において達成できる掘削地点、掘削深度の決定に大きな影響を与える。

(開催時期) 随時

#### ⑦ **【熱水、資源、生命圏関係研究集会、研究室でのマントル掘削計画内容紹介】** 連携強化分野訪問2

(目的) 掘削技術開発、熱水・資源・生命圏関係分野からの技術者・研究者の参加促進

(実施事項) 連携強化が必要な項目である熱水・資源・生命圏関係に向けて、研究室単位、研究集会単位の集会に参加し、マントル掘削の現行内容を紹介する。

(期待される効果) これらの分野から見た原稿申請内容の問題点、魅力についての客観的評価が得られる。また、これらを通して、『真剣に』マントル掘削に関与する研究者を得て、マントル掘削によって解決できる地球科学的問題の広がりが期待できる。

(開催時期) 随時

#### ⑦ **【アウトリーチ活動】** アウトリーチ活動

(目的) マントル掘削計画内容を広く地球惑星科学関連、一般の世代ごとに向けて知ってもらう。特に、マントル掘削実行時に戦力となる高校生へのアピールを強化する。

(実施項目)

**【地球惑星関連分野向け】** 各主要国内学会においてのマントル掘削を説明するマントル掘削ブース展示を行う。

**【高校生・教員向け】** まずは、理科教員組織の会合等でマントル掘削に関する話をさせてもらうことで、高校生を指導する教員の協力を得る。マントル掘削関係者およびその研究室学生が、高校への出前事業、理科クラブへの積極的な参加を行い、マントル掘削だけでなく広く地球科学一般の興味を促す。地元の自然科学博物館、ジオパークなどと連携し、高校生向けの地学ツアーを開催する。その際に、地球惑星関連学部卒業生の進路や就職先なども含めた情報を加えて、マン

トル掘削に関する講演を行い、地球惑星関連学部への進学を働きかける。地球惑星関連分野学会が開催される時には、会場周囲の高校理科クラブなどを上記のマントル掘削ブース展示に招待する。

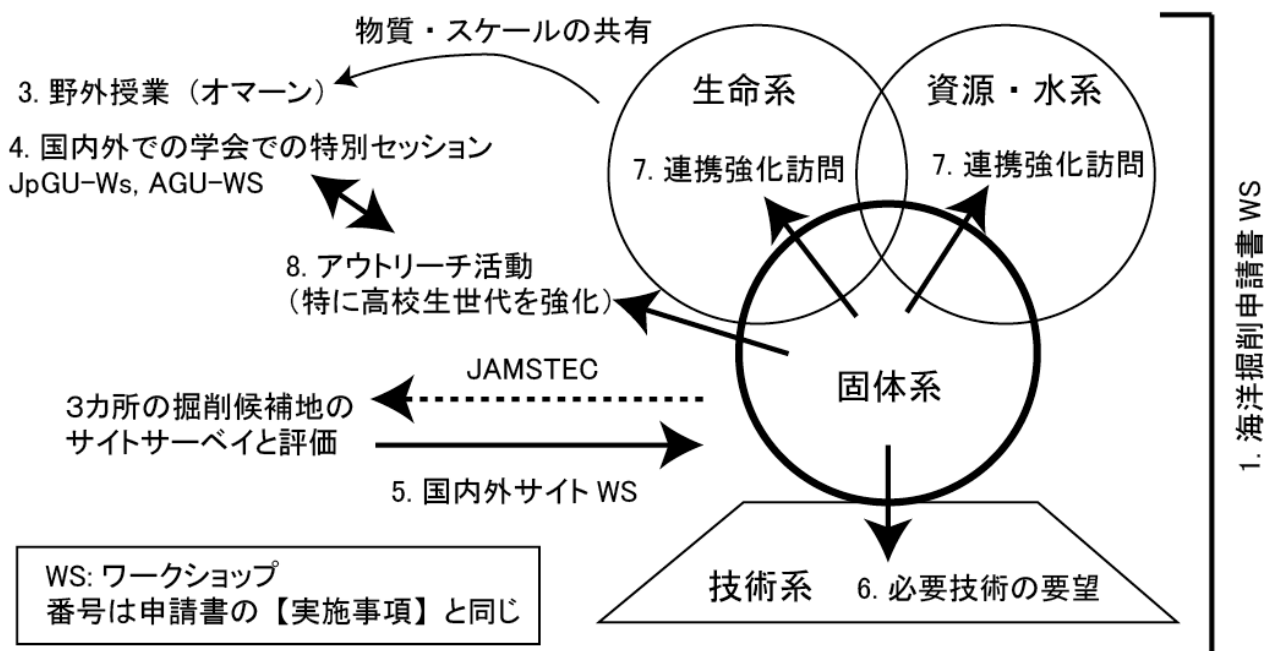
【小中学生・その保護者向け】 大学、学部レベルで開催されるオープンスクールに、マントル掘削関係研究者、研究室学生が積極的に参加し、時には他大学の行事にも参加する。そこで、マントル掘削に関連した企画を提案、実行する（例えば、小学生を対象にした、マントル絵画コンテストなど）。

【アウトリーチ用グッズの利用】 マントル掘削関連グッズ作成やこれらを使った広報についても検討する。

（期待される効果） マントル掘削を他分野の研究者にも広く、楽しく認知してもらえる。また、一般への興味、関心、理解が進む。特に、マントル掘削実行時に戦力となる現高校生世代へのアウトリーチが強化され、地球惑星関連への興味を促すことができる。

（開催時期） 随時

### フジビリティ研究の実施事項



## II. 業務の実施体制

### 1. 研究代表者 (所属・氏名： 金沢大学フロンティアサイエンス機構・森下知晃)

|           |                                                                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 業務実施場所    | 金沢大学                                                                                                            |
| 連絡先       | TEL: 076-264-6513      FAX: 076-264-6545<br>メールアドレス: moripta@staff.kanazawa-u.ac.jp                             |
| 事務担当者・連絡先 | 担当者氏名、所属・役職、住所、電話、FAX、e-mail<br>水上知行 金沢大学・助教、石川県金沢市角間町、076-264-6513、076-264-6545、moripta@staff.kanazawa-u.ac.jp |

### 2. 研究分担者 (海洋研究開発機構の分担者は下記に示した)

| 分担者氏名        | 所属・役職               | 担当内容                       |
|--------------|---------------------|----------------------------|
| 海野 進         | 金沢大学・教授             | 地殻形成モデル<br>孔内計測            |
| 島 伸和<br>道林克禎 | 神戸大学・教授<br>静岡大学・准教授 | 掘削地点決定<br>マントル構造<br>アウトリーチ |
| 高澤栄一         | 新潟大学・准教授            | マントル地球化学<br>野外巡検           |
| 野坂俊夫<br>水上知行 | 岡山大学・准教授<br>金沢大学・助教 | 下部地殻形成・変質<br>マントル構造・変質     |

### 3. 海洋研究開発機構の協力研究者 (研究分担者でもある)

| 協力研究者 氏名                                          | 所属・役職                                                                                                                                   | 担当内容                                                           |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 木村純一<br>小平秀一<br>富士原 敏也<br>佐藤 壮<br>山下 幹也<br>阿部 なつ江 | 比較沈み込み帯研究チーム・チームリーダー<br>リソスフェア構造解析研究チーム・チームリーダー<br>海洋底ダイナミクス観測研究チーム・技術研究主任<br>広域地下構造探査チーム・技術研究副主任<br>広域地下構造探査チーム・技術研究副主任<br>モホールチーム・研究員 | 火山岩類<br>掘削地点決定<br>掘削地点決定<br>掘削地点決定<br>掘削地点決定<br>マントル化学<br>国際会議 |
| 羽生 毅<br>中村謙太郎<br>巽 好幸                             | マントル進化研究チーム・主任研究員<br>プレカンブリアンエコシステムラボラトリー・研究員<br>地球内部物質循環研究プログラム・上席研究員                                                                  | 希ガス<br>水循環・生命圏<br>総合アドバイザー                                     |

### Ⅲ. その他（参照すべき事項があれば記載、または書面を添付下さい）

#### ●国外所属の主要共同研究者

Teagle, D.A.H., National Oceanography Centre, Southampton, University of Southampton, U.K.

Ildefonse, B. CNRS, Universit. Montpellier 2, CC60, 34095 Montpellier cedex 5, France

富永雅子 Department of Geology and Geophysics, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA02543, U.S.A.

Kelemen, P.B., Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University, PO box 1000, Palisades, NY 10964, USA

#### ●これまでの本申請に向けた関係国内・国際集会とその概要

- ・ <国際>2011 年 12 月 4 日
  - ・ 「掘削プロポーザル」 サンフランシスコ会議
- ・ (国内) 2011 年 11 月 11 日～12 日
  - ・ 第 1 回「モホール計画」国内研究者集会
    - 主催：研究者有志
    - 場所：JAMSTEC 東京事務所（新橋）
    - 概要：国内の情報一元化と今後の体制について話し合う。
- ・ (国内) 2011 年 9 月 9 日
  - ・ モホ点描：超深部掘削で何がわかるのか？
    - 主催：日本地質学会日本鉱物科学会合同学術大会
    - 場所：茨城大学（水戸市）
- ・ (国内) 2011 年 5 月 21 日
  - ・ 深海掘削検討会ワークショップ
    - 主催：J-DESC, JAMSTEC
    - 後援：文部科学省，日本地球惑星科学連合
    - 場所：JAMSTEC 東京事務所（新橋）
    - 概要：個別討議として，マントル掘削について議論。
    - HP: [http://www.j-desc.org/m3/events/110521\\_newparadigmWS.html](http://www.j-desc.org/m3/events/110521_newparadigmWS.html)
- ・ <国際>2010 年 9 月 9 日～11 日
  - ・ 国際マントルフロンティアワークショップ
  - ・ Reaching the Mantle Frontier: Moho and Beyond- A Three-Day Workshop
    - 主催：IODP-MI, DCO (Deep Carbon Organization)
    - 場所：The Carnegie Institution of Washington (Washington DC)
    - 概要：マントル掘削に関する議論
    - HP: <http://www.rsvpsignature.com/iodpregistration.html>
- ・ <国際>2010 年 6 月 3 日～5 日
  - ・ 金沢国際モホール計画ワークショップ
  - ・ The MoHole: A Crustal Journey and Mantle Quest
    - 主催：IODP-MI, 金沢大学
    - 場所：金沢市文化会館（金沢市）
    - 概要：掘削までのロードマップを作成

- HP: <http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/~Mohole/index.html>

<国際>2009 年 7 月 27 日～29 日

- 次世代海洋掘削に関するワークショップ
- Melting, Magma, Fluids and Life: Challenges for the next generation of scientific ocean drilling into the oceanic lithosphere
  - 主催：IODP, UK-IODP, Ocean Leadership, INTER RIDGE, JAMSTEC, JSPS
  - 場所：サザンプトン・英国
  - 概要：次世代海洋掘削におけるマントル掘削の位置づけに関するワークショップ
  - HP (PDF):  
[https://www.geoing.uni-bremen.de/Binaries/Binary42447/mmfl\\_wkshp\\_rpt\\_final.pdf](https://www.geoing.uni-bremen.de/Binaries/Binary42447/mmfl_wkshp_rpt_final.pdf)

<国際>2006 年 9 月 7 日～9 日

- Missin Moho ワークショップ
- Mission MOHO: Formation and Evolution of Oceanic Lithosphere
  - 主催：IODP-MI, JOI, RIDGE2000, INTER RIDGE
  - 場所：ポートランド・米国
  - 概要：マントル掘削に関する最初の国際ワークショップ
  - HP: <http://www.iodp.org/mission-moho-workshop/#7>