

令和5年度学術研究船白鳳丸研究航海概要

令和5年度白鳳丸航海計画によって、各航海において実施する主な研究計画は以下の通りになっています。各航海の日程、航海日数、航海番号は変更となる可能性があります。

●KH-23-3 次航海（仮）

日程：令和5年6月下旬～7月下旬（28日）

研究代表者：濱崎恒二（TEL:04-7136-6171 e-mail:hamasaki[at]aori.u-tokyo.ac.jp）

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：西部北太平洋

採択課題：西部北太平洋における大気海洋境界領域の統合研究—SOLAS Japan Integrated Process Study in the Western North Pacific (SOLAS-JIPS)

概要：海洋・大気間における生物地球化学的かつ物理的相互作用を解析し、海洋・大気結合システムが気候や地球環境変動にどのように影響するのか、あるいは影響を受けるかを定量的に理解することは、地球システムの理解と将来予測にとって極めて重要である。2004年に開始されたSurface Ocean-Lower Atmosphere Study (SOLAS) 国際プロジェクトによって、海洋・大気間における相互作用とフィードバック機構解明に向けた地球化学的研究が精力的に進められてきた。これにより、二酸化炭素、窒素、鉄、各種の海洋生物起源気体など、様々な物質の分布や海洋・大気間でのフラックスについての理解が飛躍的に高まり、全球規模での見積もりも大きく進んできた。

一方で、これらの物質の時空間変動を説明するためには、海洋生物群集も含めた生成・消滅の機構を定量的に理解することが必須だが、未解明の点も多く残されている。

西部北太平洋は、強い海流系に支配される時空間的に非常にダイナミックな海域である。同時に、偏西風によって陸域から運ばれる様々な物質の影響や、環太平洋火山帯で時として発生する火山噴火の影響を受けやすい海域でもある。こうした海域において、様々な海洋・気象条件下での生物地球化学的諸過程を観測し比較解析することが、上述した課題の解明に向けたアプローチとして有効と考えられる。特に本研究では、定点滞在型観測の利点を生かし、大気と海水に加えて海表面マイクロ層の観測を優先的に実施する。海のごく表面1mmに形成される海表面マイクロ層は、そこに海水中の物質が濃縮されると同時に大気降下物の最初の入り口となるため、大気海洋間での物質交換を考える上で重要な領域だが、観測データが圧倒的に不足しており、本航海によって新たな知見を得ることを目指す。

航海では、西部北太平洋の亜寒帯海域と亜熱帯海域に観測定点を設け、その周辺海域にそれぞれ滞在し観測を実施する。研究内容は、多様な海洋・大気観測の設備・装置を搭載できる白鳳丸の特徴を最大限に生かして、参画研究者の創意にもとづく以下に挙げる研究テーマについ

て観測を実施する。

- (1)エアロゾルと有機物・微生物動態及び雲凝結核・氷晶核能
- (2)物質・エネルギー交換と海洋生態系動態
- (3)大気降水物、鉄沈着過程と海洋生態系応答
- (4)光化学反応と生物応答

観測項目は、CTD 採水、水槽培養実験、ゾディアックによる海表面マイクロ層の採水、アッパーデッキでのエアロゾル採集・ガス・揮発性有機物 (VOC) の測定、海水バブリング実験によるエアロゾル測定、CCN カウンタと CPC による雲凝結核活性測定、氷晶核粒子の個別識別と氷晶核濃度測定、研究用海水を用いた VOC 連続測定、ビデオプランクトンレコーダーによる昼夜観測、VMPS や NORPAC ネットによるプランクトン採集、自動採水濾過装置による 24 時間時系列採水などを予定している。

●KH-23-4 次航海 (仮)

日程：令和 5 年 8 月上旬～9 月上旬 (25 日)

研究代表者：井尻暁 (TEL:078-431-6242 e-mail:ijiri[at]maritime.kobe-u.ac.jp)

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：日向灘、種子島沖、鬼界島沖

採択課題：琉球海溝・南海トラフ域海底泥火山群の総合調査 ～海底泥火を介した地圏-水圏-生命圏の相互作用の解明～

概要：本研究の目的は、鬼界島沖、種子島沖、日向灘で発見されている海底泥火山群で採泥、採水、生物採集の総合的な調査を行い、①泥火山の活動と地殻変動との関連、②泥火山から放出される深部生命・炭素物質が海洋に与える影響、③各海域の化学合成生物群集の分布・違い、を明らかにし、琉球海溝～南海トラフにおける泥火山を介した地圏-水圏-生命圏の相互作用の全貌を明らかにすることである。

世界各地の大陸縁辺域に分布する泥火山は、地下深部の高間隙水圧下にある泥質堆積物が噴出する現象で、地震などの地殻変動をトリガーとする場合がある。泥火山は、地下深部の物質を海底面まで輸送する役割を担っており、特にメタンの放出は大気・海洋への主要な放出源の一つとなっている。日本近海では、紀伊半島沖熊野海盆と種子島沖に広く分布していることが分かっている。また最近の調査によって鬼界島周辺と日向灘にも複数の泥火山があることが報告されている。

本航海では、NSS(Navigable Sampling System)を用いて海底の様子を観察しながらピストンコアリングによる採泥、グラブ採泥器による化学合成生物群集の採集、CTD 採水器システムを用いた鉛直採水、プランクトンネットによる水塊中の生物採集の総合的な調査を行う。鬼界島沖と日向灘では調査がほとんど行われていないため、上記全ての観測を行い、種子島沖では生物採集を中心に調査を行う。また各調査点移動時にマルチビーム測深器による地形データ、磁場 3 成分データ、

プロトン磁力計曳航による全磁力データ、および重力データを取得する。NSS を用いた採泥調査は昼間に行い、採水調査、生物採集、および物理探査は夜間に行う。NSS が不調で使用できない場合は採水器や採泥器にトランスポンダを取り付けることで泥火山山頂でのピンポイント試料採取を行うことで計画を遂行することができる。CTD 採水システムには、pH・ORP センサー、濁度計を搭載し、プルームの広がりモニターする。

●KH-23-6 次航海 (仮)

日程：令和 5 年 11 月 (8 日)

研究代表者：津村紀子 (TEL:043-290-2858 e-mail:ntsumura[at]faculty.chiba-u.jp)

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：北海道浦河沖

採択課題：海陸統合探査を用いた日高衝突帯深部構造の解明

概要：2018 年 9 月に発生した北海道胆振東部地震 (以下、胆振地震) は他の島弧地殻で起こる通常の地震より異常に深い 37 km で発生したプレート内地震である。胆振地震は M6.7 と規模が小さいながら震度 7 を記録し、強い揺れによる地滑りや広域ブラックアウトなど甚大な被害を生じさせた。胆振地震は震源域の東側で起こった千島弧と東北日本弧の衝突で作られた特異な構造に起因して発生したと推定されている。しかし、どのような構造が通常とは違う地殻深部地震を発生させたのかについては定性的な解釈しかなされていない。

本研究の目的は、海上発震と陸域受信を組み合わせた地震探査および地震波干渉法を用いた疑似震源記録による反射法解析を行って、陸域のみの観測データでは明らかにできなかった、HCZ 南部で千島弧と東北日本弧がどのように接合しているかを、物質境界も特定しうる分解能で約 50 km の深度まで明らかにし、地殻深部地震との関係を議論することである。

本研究では反射探査の結果から研究代表者らが提唱した、東北日本弧に衝突した千島弧地殻が裂けて下部地殻の一部が深部に沈み込む剥離が起こっているという作業仮説を検証する。陸域受信点は東京大学地震研究所所有のデータロガーおよび地震計を設置する。これらの観測点では海域の反射法探査 5 か月前から探査終了まで連続収録を行う。海域の反射法探査では東京大学地震研究所所有のエアガン 4 台により発震を行う。浦河沖北東—南西方向の測線上を、2~2.5 往復することにより、陸域で収録された発震波形データの重合を可能にし、40 km より深部の南西傾斜の剥離構造下面からの微弱な反射波を捉えることを試みる。エアガンと一緒に東京大学地震研究所所有の 2ch ストリーマケーブルも曳航することで、反射断面の海底地形補正を行うためのニア記録も収録する。なお、地下構造が想定とは異なる傾斜を持っている場合も、海岸線から 10 km 沖合付近までの発震を行えば、発震点と受信点の幾何学的な関係から陸域観測点で深部からの反射波を捉えることが可能であると考えられる。また、北海道大学所有の海底地震計を、エアガン発震前に投入し発震終了後に回収して、陸域測線を延長した海域部

分でも反射波を捉えることでより精度の高い反射断面を作成し構造の検討を行う。

●KH-23-7 次航海（仮）

日程：令和5年11月下旬～12月上旬（18日）

研究代表者：小原泰彦（TEL:03-3595-3604 e-mail:ohara[at]jodc.go.jp）

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：南部マリアナ海域

採択課題：南部マリアナ地域の組成・構造とテクトニクス：プレート沈み込み開始プロセスの理解へ向けて

概要：1960年代後半に生まれたプレートテクトニクス理論は沈み込み帯における、島弧火成活動や海溝型地震の発生機構など多くの地学現象を説明してきた。プレートテクトニクスは太陽系の惑星の中でも地球だけに発生している。この現象がなぜ地球だけに発生しているのかを解明することは地球科学において第一級の課題である。この中で「沈み込み帯がどのように形成されたのか」という問いは、現在も論争中であり未解決である。この問への回答として、プレート運動方向の変化などによりトランスフォーム断層などのプレート境界などで強制的に沈み込みが開始されるとするモデルや、冷却により密度を増した海洋リソスフェアのマントルに対する重力不安定により、トランスフォーム断層などを境に自発的に沈み込みが開始されるとするモデルが提案されている。

この「沈み込み帯がどのように形成されたのか」という問いへは二つのアプローチで検証できる。一つは、島弧形成最初期の火山噴出物の層序やその時期に形成された地殻断面が保存されている地域を調査して過去の記録を再編して考察する方法である。もう一つのアプローチは、現世の沈み込み開始現象を直接調査して進行中の現象を記載して解釈する方法である。本提案は、このアプローチによって「沈み込み帯がどのように形成されたのか」という問いへの回答を試みるものである。

本提案では地球上最深部であるチャレンジャー海淵が存在する南部マリアナ地域に着目する。南部マリアナ地域では、上盤側プレートの侵食作用が卓越し、そのため、海溝陸側斜面の下方にマントルかんらん岩が広く露出している。一方、海溝陸側斜面上方は、始新世中期から中新世中期という古い火山岩の高まりが列になり存在している。南部マリアナ地域の東端付近には、顕著な構造線である西サンタローザバンク断層が存在している。同断層の直下で沈み込む太平洋プレートの断裂（Slab Tear）が発生し、同断層の西方では、太平洋プレートが短いスラブとして存在していると議論されている。この短いスラブは上盤プレートとのカップリングが弱く、そのため、スラブの後退が容易に発生する状況となり、背弧側では背弧海盆であるマリアナトラフの比較的高速拡大発生すると共に、地球上最深部であるチャレンジャー海淵が存在していると議論した。

南部マリアナ地域のうち、Site Aとして、これまで未探査であるチャレンジャー海淵の西方

(東経 143 度以西) を含む南部マリアナ海溝陸側斜面の東西約 350 km に渡り、2 つの調査航海により岩石採取や地球物理学的データの取得・分析・解析を行い、仮説の検証を行う。具体的には、1 つ目の航海として、研究分担者が PI である米国の ROV Jason の潜航による岩石採取を中心とする航海が実施予定である。2 つ目の航海として、本提案の白鳳丸によるドレッジによる岩石採取と地球物理マッピングの航海である。「Jason」航海では水深約 6000-4000 m を、「白鳳丸」航海では 4000 m 以浅と、二つの航海の協働で深部から浅部までの効率的かつ系統的な岩石採取を行う。次に、Site B として、西マリアナ海嶺の西方に位置する海山群のサンプリングを行う。

●KH-23-8 次航海 (仮)

日程：令和 5 年 12 月 (12 日)

研究代表者：谷健一郎 (TEL:029-853-8162 e-mail:kentani[at]kahaku.go.jp)

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：花東海盆、Gagua 海嶺

採択課題：花東海盆：古フィリピン海プレートの起源と黒潮上流域における古海洋環境・生物相の解明

概要：伊豆小笠原マリアナ (IBM) 弧は約 5200 万年前に太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込みを開始したことで形成され始め、これまで代表的な海洋性島弧とされてきた。その大きな根拠の一つに、現在のフィリピン海プレートの大部分は海洋地殻から構成されていることが挙げられる。しかしながらその主要構成単位である海盆群はいずれも始新世以降に拡大した背弧海盆であり、IBM 弧が誕生した際は存在しなかった。初期 IBM 弧が基盤とした始新世以前の古フィリピン海プレートの痕跡としては、大東海嶺群・伊豆前弧・九州パラオ海嶺南端部においてジュラ紀～白亜紀のジルコン年代を示す花崗岩・変成岩を主体とする大陸地殻の断片が確認されているが、確実に海洋プレートとされる地域は見つかっていない。これらの結果は古フィリピン海プレートが中生代の大陸地殻から構成され、そのような地殻を上盤側プレートとして初期 IBM 弧が誕生した可能性を示唆している。古地磁気に基づく多くのフィリピン海プレートのプレート復元モデルでは、始新世の初期 IBM 弧は古赤道周辺に位置しており、このような中生代大陸地殻はインドシナ地塊の延長部に対応する可能性がある。もしこれが正しければ IBM 弧は大陸縁辺で誕生したことになり、そのテクトニックな位置づけが覆ってしまう。しかし古フィリピン海プレートの全容を把握するためには、まだ未解明な海域が残っている。それが花東海盆と Gagua 海嶺である。

本研究は日本・台湾の国際共同研究を軸とした分野横断型の研究チームを組織し、花東海盆・Gagua 海嶺の地質学的な成り立ちを解明することに加えて、そこへの堆積物の運搬・堆積過程を理解し、さらには黒潮上流域として、生物地理や堆積物に記録されている古海洋環境の変動までを一連の過程として読み解くことを目指すものである。

地史解明のためには、地球物理航走観測から信頼性の高い磁気異常データを取得し、地質構造と構成岩石を明らかにするために、基盤岩類を系統的にサンプリングする。その上で地磁気異常と海盆岩石の放射年代測定の対比から、花東海盆の拡大史に決着をつける。Gagua 海嶺についても広域的な岩石採集に基づく年代学・岩石学・地球化学的分析を行い、海嶺の地殻構造の全容を制約し、海盆との成因関係を明らかにする。さらには他の古フィリピン海プレートを構成している岩石やユーラシア大陸東縁部の基盤岩類と地球化学的特徴や形成年代を比較することで、その起源を解明する。岩石と同時に採集される底生生物の分類学的研究から黒潮上流域の生物多様性や生物地理的特性も解明する。古海洋学について、海盆底と海嶺内盆地において堆積物コア採集を実施して古海洋環境復元を行い、黒潮の変動に制約を与える。また海盆北部は大陸―島弧衝突によって隆起している台湾本島からの堆積物が琉球海溝に流入するチャネルとなっており、その運搬・堆積プロセスは琉球弧のテクトニクスを理解する上でも重要であるため、コア中に含まれるタービダイトの給源解析を行う。

●KH-23-9 次航海（仮）

日程：令和5年12月下旬～令和6年1月（15日）

研究代表者：大坪誠（TEL:029-849-1098 e-mail:otsubo-m[at]aist.go.jp）

*e-mail アドレスの[at]は@に変換して下さい。

海域：沖縄トラフ南部

採択課題：背弧拡大初期プロセス理解のための沖縄トラフ南部における地球科学総合海洋観測

概要：背弧海盆は、沈み込み帯における火山前線より大陸側で新たに形成される海洋底である。地球を覆うプレートの誕生と消滅は、プレートテクトニクスを一つの輪廻としてまとめた「ウィルソン・サイクル」として提唱されている。ウィルソン・サイクルでは、沈み込み帯は収束境界（海溝）の海洋プレートを回収する役割しか考えられておらず、新たな海洋地殻を生み出す背弧海盆は地球表面の約5%に相当する面積を有するにも関わらず、このサイクルでは触れられていない。つまり、プレートテクトニクスにおいて背弧海盆の位置付けがない。活動的な背弧海盆の1つのニュージーランド北方のラウ海盆では、拡大軸においてマグマが噴出し、島弧的なマグマからより中央海嶺的なマグマへ遷移していることが報告され、このマグマの変化の前には拡大軸の形成（正断層運動）が先に生じていると考えられている。しかし、背弧海盆のマグマの影響が小さい初期段階において、どのように地殻が薄くなるのか、それを促進する要因が何かは明らかにされていない。これらの疑問を解くため、申請者らは背弧拡大初期での断層沿いの流体移動と熱によって引き起こされる地殻の強度弱化の可能性に注目した。

上記の可能性を検証するためには、これから大陸地殻が薄化するステージの背弧海盆である沖縄トラフが適している。沖縄トラフを有する琉球弧は、ユーラシアプレートの南東縁に発達した島弧であり、琉球海溝にてフィリピン海プレートが琉球弧の下に北西方向に向かって沈み込む。沖縄トラフは、琉球弧が南へ張り出すように拡大を継続している活動的な背弧海盆であ

り、沖縄トラフ内には多くの東西走向の正断層が発達する。沖縄トラフは薄い地殻をもつにもかかわらず玄武岩質の海洋地殻の報告がなく、正断層の発達を伴いながら地殻が薄くなるステージにある。特に、沖縄トラフ南部に位置する八重山海底地溝は、沖縄トラフの中で最も水深が深く、琉球弧の上にあるプレートの大陸地殻が通常の断層運動で最も薄化している地域である。さらに、沖縄トラフの軸方向に高温のマグマが上昇しているという証拠がいくつか報告されている。

白鳳丸 KH-21-3 航海では、八重山海底地溝の地殻熱流量 (HF) が低いことが明らかになった。地震の発生最大マグニチュード (M) は、地温勾配を用いて推定することができる。八重山海底地溝は沖縄トラフ全体の中で最も深い海底を示す拡大の中心部であるが、トラフ軸上の HF が低いことから、トラフ軸上で M7 級の地震が発生する可能性がある。しかしながら、2001 年以降では八重山海底地溝周辺では最大で M6 の地震しか発生していない。その理由として、観測された低熱流量が八重山海底地溝全体の熱構造を反映していない可能性が考えられる。

そこで申請者らは、「背弧海盆形成初期では正断層は亀裂に流入する水によって断層の摩擦係数が低下することで断層運動が促進され、正断層運動によって一部の断層からマントルおよびマグマ由来の深部流体が湧出する。」の仮説を掲げる。この仮説を検証するためには、熱源の特定のために、(1) トラフ軸下のマグマ貫入の描像および地殻浅部の変形の把握、(2) 広範囲な温度測定、(3) 深部から上昇するスラブ流体の痕跡を見つけるための地球化学的な分析が必要である。トラフ内では、断層近傍において、流体を地下に供給する役目の断層周辺では HF が低く、熱水として海底面に噴き上げる役目の断層周辺では HF が高いことが想定される。そこで我々は、沖縄トラフで最も拡大が進む南部の八重山海底地溝および与那国海底地溝を中心に、広範囲で反射法地震探査・海底地形調査等の航走観測、両地溝の数地点でピストンコアリングによるトラフを充填する堆積物採取、採取した堆積物からの水・ガスの抽出、トラフ軸周辺の地殻熱流量測定、および採水・CTD 観測等の実施を提案する。