

Marion Dufresne (マリオン・デュフレヌ) 号と ジャイアント・ピストンコアリング： MD218 航海乗船記

池原 研¹⁾

1. はじめに

フランスの調査船であり、インド洋のフランス領南方・南極地域の島々への補給船でもある「Marion Dufresne」(マリオン・デュフレヌ, 以下, MD と記す)号は, 口径約 12 cm の長尺ピストンコアを採取できる船として, IMAGES などの国際研究プロジェクトを始めとして, 世界各地の海で活躍しています. 東アジアでも 2001 年に日本周辺海域で長尺ピストンコアの採取が行われ, 古海洋学に関する多数の研究成果をあげてきています. その後, 世界中のいくつかの船で 40 m を越す長尺ピストンコアの採取が可能となってきていますが, MD 号の実績を上回るものは見当たりません. すなわち, 長尺ピストンコアの採取では MD 号が一番経験を持った船と言えます.

2019 年 2～3 月にかけて, インド洋海域の南大洋において MD 号による長尺ピストンコア採取の調査航海 (MD218 CROTALE 航海) がフランス・ボルドー大学の

Crosta 氏らによって計画されました. 筆者はこの調査航海に日本からの参加者として乗船する機会を得ました. この小文は, この MD 号の航海の経験を記録として残し, 今後の日本の海洋調査に少しでも貢献することを願って, MD 号乗船記としてまとめておくものです.

2. Marion Dufresne 号と MD218 CROTALE 航海

MD 号 (写真 1) は 1995 年に建造された総トン数 9403 トン, 全長 120.50 m のフランスの海洋調査船であり, インド洋の南大洋に浮かぶフランス領南方・南極地域のクローゼー諸島, ケルゲレン諸島, アムステルダム島, サンポール島への物資補給船でもあります. この船名はフランスの探検家マリオン＝デュフレヌに因んで命名されたもので, 現在の船は 2 代目に当たります. 物資補給船としては年に 4 回, 30 日/回の航海で, これらの島を回って物資を補給する役目を持ちます. このため貨物は 2500



写真 1 レユニオン島の Marion Dufresne 号

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

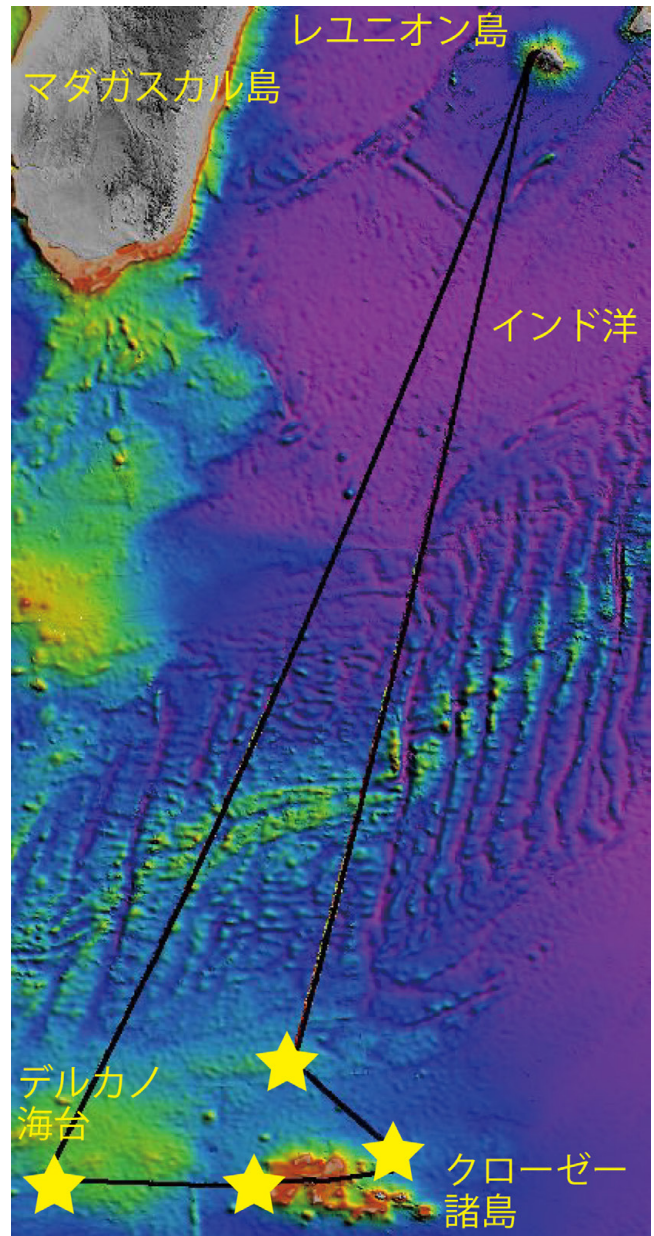
キーワード：ジャイアント・ピストンコアリング, マリオン・デュフレヌ号, 海底堆積物, 海洋地質調査



第1図 MD218 (CROTALE) 航海のロゴ

トン、20 フィートコンテナは最大で 110 個を搭載できる船です。海洋調査船としては、年間 200 日以上航海が可能であり、採泥器として CALYPSO II と呼ばれる口径約 12 cm でパイプの長さが最大 75 m の長尺ピストンコアを採取するシステム (giant piston coring と呼ばれています) に加えて、CASQ と呼ばれる角柱状の重力式コアラー (長さ 9 もしくは 12 m)、長さ 17 m までの熱流量計付き重力式コアラー、表層堆積物の採取のためのマルチプルコアラーとボックスコアラーを備えています。また、海底マッピング用に Kongsberg 社の EM122 及び EM710 のマルチビーム音響測深機と SBP 120-3 表層地層探査機を搭載しているほか、磁力計、海上重力計、ドップラー流速計、採水器付電気伝導度・水温・水深測定装置 (CTD) などが装備されています。このほか、ドレッジや反射法地震探査、プランクトンネットなどの調査も可能です。研究者とテクニシャンを合わせて最大 110 名まで乗船可能となっています。調査船としての運航はフランス極地研究所 (Institut Polaire Francais Paul-Emile Victor ; IPEV) によって行われています。

MD 号によるクローゼー諸島周辺の長尺ピストンコア採取の調査航海 (MD218 CROTALE 航海: 第 1 図) はフランス・ボルドー大学の Crosta 氏を中心としたグループによって提案され、2019 年 2~3 月に行われることとなりました (実際の航海は 2019 年 2 月 23 日~3 月 11 日、



第2図 MD218 (CROTALE) 航海の航跡図。レユニオン島から出発し、南緯 45 度線を底辺とする三角形のルートで航海が行われた。星印は試料採取地点。

レユニオン島入出港)。この提案には高知大学の池原 実教授や韓国釜山国立大学の Khim 教授も参画しているため、フランスだけでなく日本や韓国からの乗船者も含めた国際航海になりました。研究関連の乗船者は、研究者 18 名、テクニシャン 6 名、医師 1 名の 25 名でした。研究者の所属機関で見ると、フランス 9 名、スイス 2 名、インド 2 名、韓国 1 名、日本 4 名で、日本からの乗船者は高知大学の松井さんと Civel さん、国立極地研究所の Zhao さんと産総研の筆者になります。提案では、約 150 万年間にわたる南大洋の古環境変動とその地球環境への影響の解明のため、クローゼー諸島とその西に位置するプリンスエド

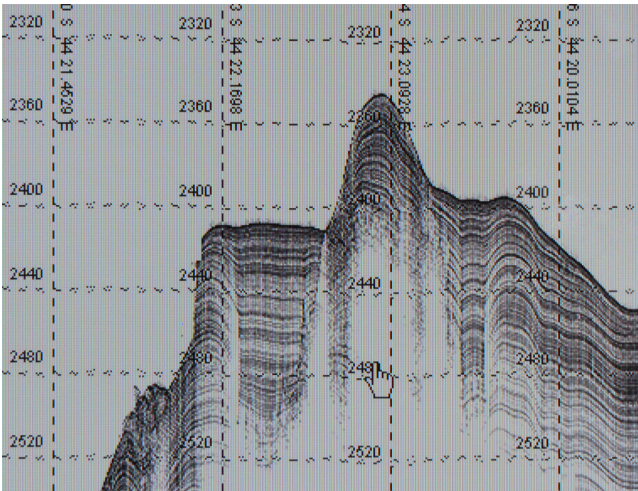


写真2 MD218 航海でのサイトサーヴェイの記録の例

ワード島の間のデルカノ (Del Cano) 海台、クローゼー諸島の東と西の3地点で、それぞれ表層堆積物コア (9 もしくは 12 m の重力式コアラーによる) と 40 m 級及び 60 m あるいは 70 m 級のピストンコアの採取が予定されていました。実際には予定されていた3地点で、9 m の重力式コアラーと 45 m あるいは 60 m 級のピストンコアラーによる採泥が行われたほか、帰路の途中で1地点で70 m 級のピストンコアの採取が追加され、4地点で採泥作業が行われました(第2図)。最後の追加地点で採取された全長 69.83 m (コア記載長は 69.73 m) はこの時点での1回のコアリングで採取された世界最長コアとのことでした。

3. MD号での採泥作業とコア処理作業

この航海では採泥予定地点に着くと、まず採泥地点を決めるための海底地形と表層地層探査の調査(サイトサーヴェイと呼ばれます)が行われます。MD号に搭載されたEM122 マルチビーム音響測深機とSBP 120-3 表層地層探査機を駆使して、調査が行われます。それぞれのサイトの周辺では以前の調査航海で得られた海底地形や表層地層探査記録、海底堆積物コアがあるので、それらを考慮して調査測線を決め、定速(この航海では8ノット(時速15 km 弱)で実施)で測線上を航走し、サイトサーヴェイが行われます。ほとんどの地点で海底下100~200 m までの堆積物の堆積状況が地層探査記録に描かれていました(写真2)。

サイトサーヴェイの記録を基に実際の採泥実施地点が決まります。今回の海域では、南極周回流に関係した底層流による堆積物の移動があるため、堆積状況は場所によっ

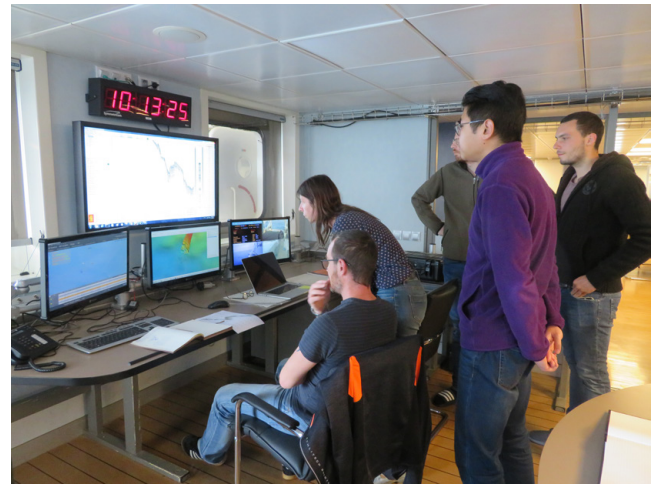


写真3 MD218 航海でのサイトサーヴェイの様子

て変わります。このため、重力式コアラーの採泥点ではできる限り表層堆積物がきれいに堆積している地点が選ばれました。一方で、より長尺のピストンコアラーの採泥点では表層の10 m 弱の堆積層は欠如していても、それより古い地層までが連続的に堆積していて、同じ長さのコアでより古い地層までが得られる地点が選ばれました。重力式コアラーと長尺ピストンコアラーの試料をつなぐことで表層(現在)から過去までの地層記録が得られることとなります。これらの作業は電気関係のテクニシャンの支援の下、研究者が行いました(写真3)。

採泥地点が決まるといよいよ採泥作業の開始です。採泥器は、乗組員が基本的な組み立てを行い、テクニシャンが確認や調整を行います。南緯21度のレユニオン島から南緯45度の調査地点まで6日程度を要しますので、採泥器の準備は万全でした。MD号でのコアリングは全て右舷後方に設置されたギャロス(測定装置を吊るすための可動式構造物)から実施されます。このギャロスは45 t の荷重に耐えられるように設計されています。ギャロスの下には重さ500 kg の直方体の重り(錘)が8個つけられた重錘が横たわって置かれています。この先に、まず角柱状の重力式のパイプが取り付けられました(写真4)。重力式コアラー(写真5)ではウィンチの繰り出しによってコアラーの自重で海底に貫入させる仕組みのため、後述するピストンコアラーのようにトリガーとなる天秤を使用しません。ウィンチケーブルに接続された重力式コアラーは横倒しの位置から垂直に吊り下げられて、海底へと向かいます。海底への貫入と引き抜きはケーブルの張力を監視しながら行われます(残念ながら筆者は仕事時間の関係でこの作業を見ていません)。海底から引き抜かれた重力式コアラー



写真4 コアリング用の重錘（ヘッド：左）. 黄色のフレーム（右）に 500 kg の直方体の錘を 8 つ付加させている.

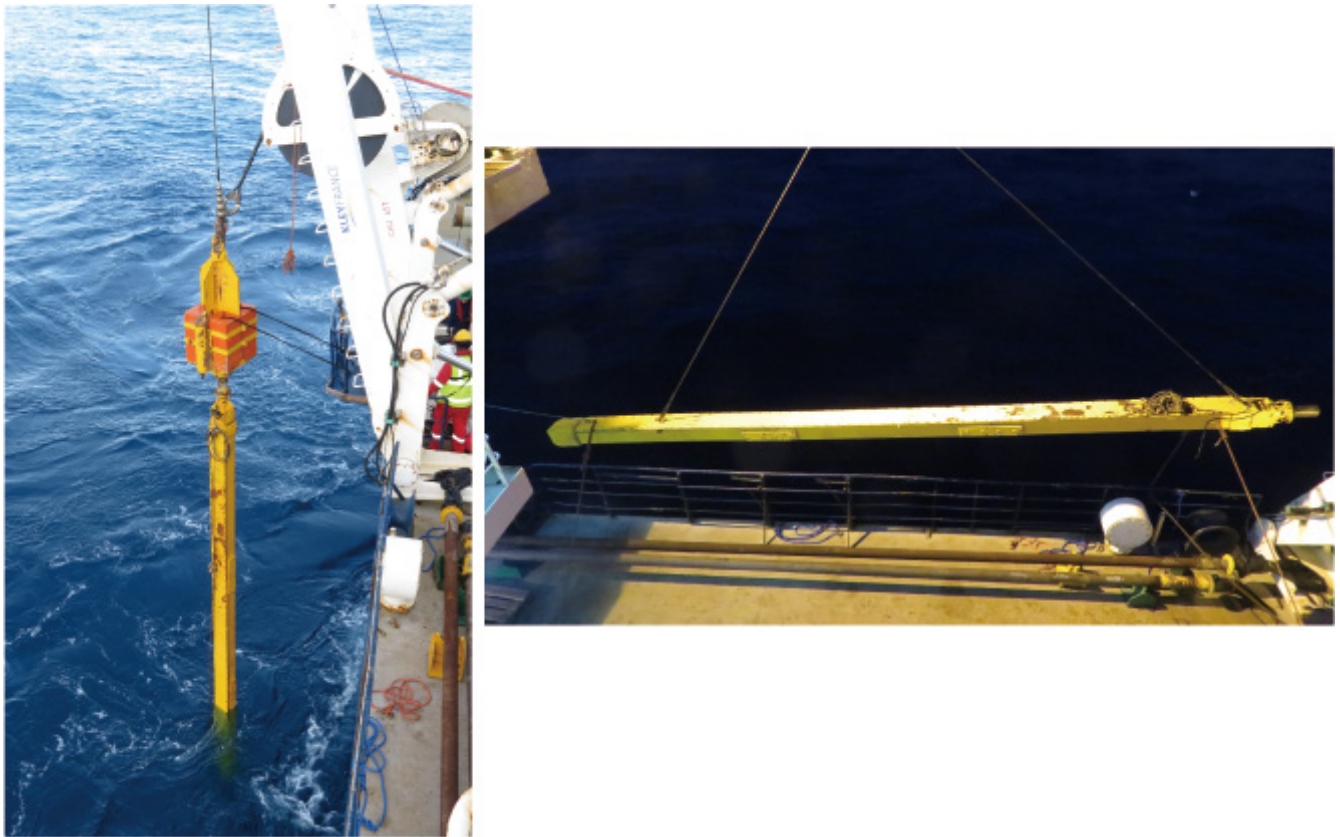


写真5 重力式コアラー CASQ（左）と甲板上に揚収された角柱状パイプ（右）



写真6 舷側に沿って投入準備完了のピストンコアラー CALYPSO (左) と重錘の音響切り離し装置 (右)

はウィンチによるケーブルの巻き上げによって舷側まで回収されたあと、パイプをクレーンに繋がったワイヤーで吊るし、重錘を取り外して、重錘置き場に収めます。パイプ上部の蓋を外して、揚収時にパイプを横倒しにしても堆積物表面が流れ出さないように試料表面に蓋をしたあと、クレーンでデッキ上に揚収します(写真5)。揚収された堆積物入りの角柱状パイプは次の採泥作業の邪魔にならない場所に移動されたあと、角柱パイプ表面の蓋を外すと揚収作業は終了になります。

重力式コアラーの採泥が終わると、ピストンコアラーの採泥作業が始まります。あらかじめ組み立ててあったパイプ(と言っても40 m以上ある)を船外に引き出し、重力式コアラーで使ったのと同じ重錘に取り付けます(写真6)。重力式コアラーとの違いの一つは長いピストンコアラーのパイプが海底から抜けなくなった時に備えて、音響切り離し装置によるパイプの切り離し機構(写真6右)がつくことです。パイプが海底から抜けなくなった際には音響信号を送ることで切り離し装置を作動させ、パイプ保持装置を支えているワイヤを切り離し装置のフックから解放することでパイプと重錘とを切り離します。ピストンコアラーのパイプは重力式コアラーのパイプの揚収時と同様に船尾のクレーンとこれに加えて舷側に沿って並んだ4つのダビットクレーンで船外に引き出して、パイプが重錘に取り付けられます。その後、コアラーを垂直位置に吊り下げた後、ウィンチケーブルの先に取り付けられたトリガーとなる天秤を重錘に接続します。天秤を使うのが重力式コ

アラーとピストンコアラーのもう一つの違いになります。天秤の先にはトリガーを作動させる重り(100 kg)がつけられ、投入準備完了となります(筆者はこれらの投入作業を見ていません)。コアラー本体の重量は重錘も含めて7 t程度になるとのことですが、それを100 kgの重りで保持できるように天秤も特別な仕組みを持っています。

海底近傍まで降ろされたピストンコアラーはさらにゆっくりと降ろされ、まず天秤の先についた重りが海底に着きます。重り側の張力がなくなると天秤が作動し、コアラーが天秤から切り離されて自由落下することでパイプが海底に貫入します。貫入後、ケーブルを巻き上げてパイプを引き抜き、さらに船へと巻き上げます。舷側まで来たコアラーは、重力式コアラーと同様にまずパイプ上部をクレーンから伸びたワイヤーにつないで吊り下げ、重錘部分をパイプと切り離して重錘置き場に収めます。さらにダビットクレーンから伸びたワイヤーの先端につけた輪にしたチェーンをパイプに通していきます。4つのダビットクレーン(70 m級の時にはさらにCTD用のクレーンなども使った)とパイプの上部を吊したクレーンを巧みに操ってパイプを舷側に沿った位置まで引き上げ(写真7)、デッキ上へと揚収します。デッキ上に揚収されたパイプの先端を外し、パイプの内部に入れられたプラスチック製のライナー(インナーチューブとも呼ばれる)をデッキの船首側にあるウィンチで引き出して(写真8)、揚収作業は終了します。

MD号での長尺ピストンコアリングでは、2001年の日本周辺海域で調査も含めて、コア上部での著しい変形や

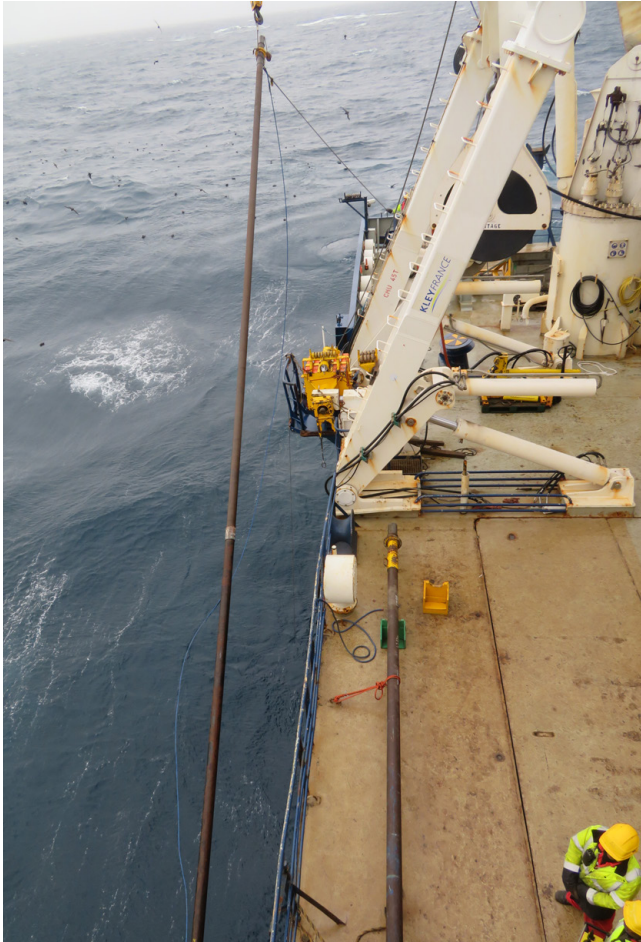


写真7 ピストンコアラのパイプ揚収作業。70 mのパイプの揚収では、パイプの上部先端は船尾を超える位置までクレーンで持っていられる。

コアの引き伸ばし(いわゆるオーバーサンプリング)が問題となっていました(例えば, Szeremeta *et al.*, 2004)。これは、コアラを吊り下げているケーブルがトリガーが作動した際にケーブル先端にかかっていた数t以上の荷重から解放されるために縮み、それに応じてコアラの先端のピストンがコアラの貫入時に動いてしまうために発生していました。その後、フランスのチームでは、トリガー作動時のケーブルの縮みの計算を行うとともに、実際のピストンコアラリングの際に天秤とコアラの重錘それぞれに加速度・深度センサーを取り付けて双方の動きを把握し、それを計算に反映させることで、最良の設定を作り出すCINEMA programを作成し、使用していました。また、ケーブルも以前のものに比べて硬いものを使うことで、縮みを減らしたということです(Rousseau *et al.*, 2016)。このため、今回得られたコアについてもコア上部までほとんど乱れのない、良質なものでした(写真9)。今回のコアラリングにおいてもセンサーが取り付けられており、さらにデータの蓄積が進んでいると思います。

これらのコアラの組み立て、投入、揚収、分解、サンプル処理後の機材の洗浄などの作業はすべてテクニシャンと乗組員によって行われ、研究者はサンプル処理の全てを行うことになっていました。重力式コアについては、コアの整形、サンプリング、不要サンプルの廃棄とそれ以降のサンプル処理と梱包作業まで、ピストンコアについては、引き出されたコア試料のセクション毎への切断とそれ以降のサンプル処理・梱包作業が研究者の仕事になります。全ての調査作業は24時間体制で実施可能であるため、天候や海況などの問題がなければ、調査地点に到着し、採泥地点が決まって準備が整えば、時間によらず採泥作業が始まります。実際、ピストンコアラの投入作業は深夜の時間帯だったことがほとんどで、そのため見逃した作業も多々ありました。

次に研究者が行うコアの処理作業を簡単に紹介しておきます。重力式コアラの角柱状パイプは船尾のデッキに移動させられた後、先端のコアキャッチャー部分が外され、上面の蓋が外されます。蓋の表面にはビニールシートが貼られているので、それを剥がして、ようやく堆積物とご対面です。この航海では、堆積物表面を削った後、長さ1.5 mの角柱状容器(コア保管用のDチューブと呼ばれる容器の片面をとって転用したもの)を押し込んでサブコアを複数採取しました(写真10)。採取されたサブコアの1本は肉眼記載と写真撮影、もう1本はマルチセンサコアラガー(multi-sensor core logger: MSCL)による物性と色測定に供され、その後、梱包されて冷蔵保管されます。ピストンコアの方は、鉄管のパイプから引き抜かれたインナーチューブにメジャーを当ててコアの長さを測り、1.5 m毎にセクション境界を入れていきます。セクション毎に、コアやセクションの情報、上下方向とワーキング/アーカイブハーフの別を記載した後、セクション境界で1.5 m毎に切断します(写真11)。40 m級のコアだと30近いセクション数になりますので、1.5 m毎の切断だけでも2時間くらいの作業となりますが、南緯45度の寒い環境下ではインナーチューブの切断面にはめ込むキャップが硬くなるため、バケツに汲んだお湯にキャップを漬け込んで柔らかくしておくことが肝要になります。寒い中での作業の上に、大事でかつ重いコアを扱う作業はなかなか堪えました。1.5 mのセクション毎に切断された円柱状のコアは半割装置(写真12)でインナーチューブの部分を切断し、作業台の上でテグスを用いて半割されます(写真13)。半割されたコアの片方(ワーキングハーフ)はMSCLによる測定に、もう片方(アーカイブハーフ)は写真撮影(写真14)と肉眼記載に回され、それらの終了後、梱包されて冷蔵保管

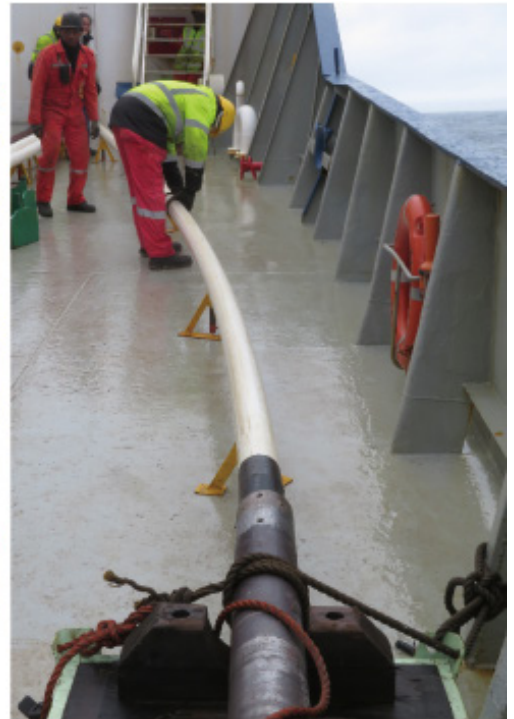


写真8 インナーチューブの抜き出し作業。インナーチューブにロープを巻きつけ(左),船首側にあるホイストで巻き取って,抜き出していく(右)。



写真9 MD218 航海で採取されたピストンコア上部の様子。1～4の順に深度が深くなる。再表層の50 cm 程度までに若干の乱れはあるが,以下では認められない。1セクションの長さは1.5 m。

されます。コアの解体作業はデッキから連続するコンテナラボの脇, 記載と写真撮影は一つ上のフロアのラボで行うのでアーカイブハーフの試料はコア用のエレベータで上下されます。なにぶん, 一つの地点で採取されるコアの長さが長い(重力式コアとピストンコアを合わせると1地点で50 m程度)上, コア採取地点間の距離も長くない(おおよそ半日～1日の航走時間)なので, コア処理の作業は3

チーム4時間交代のシフト制で24時間体制で行われますが, 調査期間中は非常に忙しい日々が続きます。1チームの構成は, コアの半割などの処理に3名, MSCLに1名, 写真撮影と肉眼記載に2名の6名体制でしたが, それぞれの持ち場で空き時間ができれば他の作業を補助するなどしつつ, 1回の4時間のシフトの間に15セクションほどの処理がなされました。1セクションあたりにかけられる

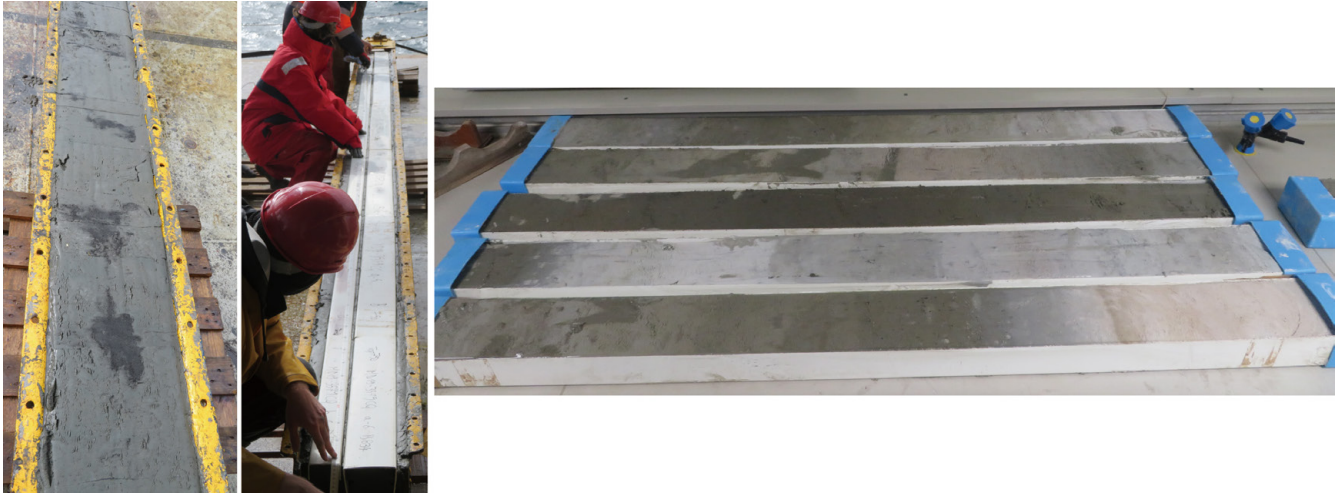


写真10 重力式コアラー CASQ 試料 (左) とそこからの試料分取 (中) と採取された試料 (右). 左の試料と右の試料は採取地点が異なる.

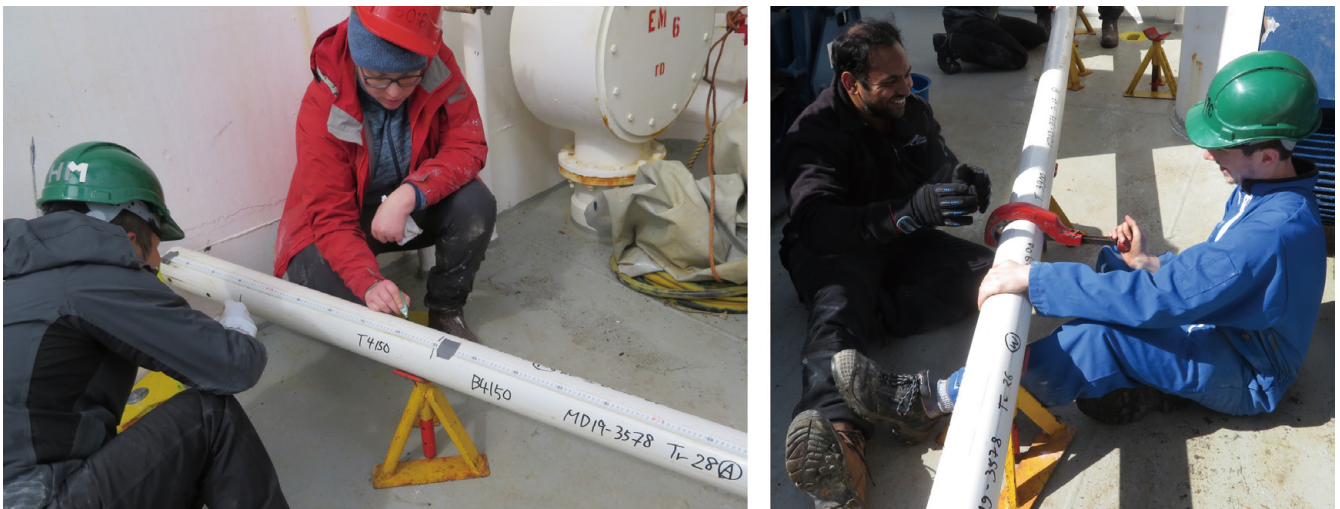


写真11 甲板上でのセクション毎のコア解体作業. コアトップからの深度を測り, 1.5 m 毎にコア情報を書き込んで (左) から, 切断する (右).

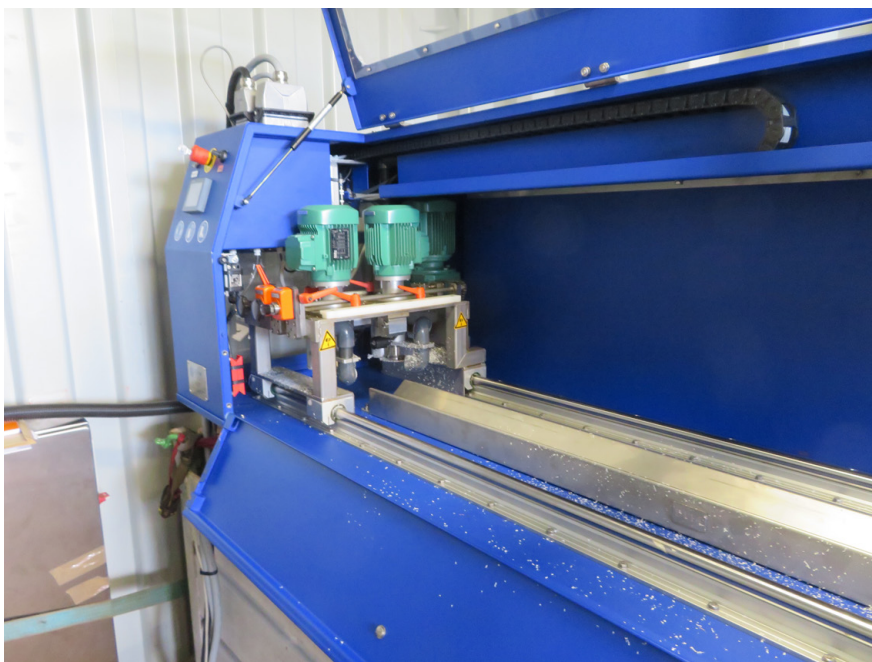


写真12 格納庫のコンテナに設置された
コアインナーチューブ切断装置



写真13 コアの半割作業



写真14 コアラボに設置されたコア写真撮影装置

肉眼記載の時間を単純に計算すれば、15分程度になります。今回の場合には、ピストンコアが揚収され、コア処理作業が始まってからおおよそ12時間程度でMSCL測定を除くコア処理作業が終了する感じでした。

船上ではフランスボルドー大学のチームによって、船上での測定結果が集約され、全体に配布されたほか、入港前日に主席研究者であるCrosta氏によって採泥地点毎の簡単な要約が紹介されました。

4. MD号での生活

MD号での生活は快適でした。今回は乗船研究者数が少ないこともあって、大学院生も含めすべての研究者が一人部屋でした。筆者の割り当てられた部屋は左舷側の部屋でしたが、ベッドと机、ロッカーとトイレ、シャワー付きの部屋でした(写真15)。食事は朝、昼、夜の3回ですが、深夜勤務の場合にはバケットとチーズ、ハムなどの軽食が取れるようになっています。朝食はパンにコーヒーあるいは紅茶とジュース程度の軽いものですが、昼食と夕食は前菜から始まって、メイン、チーズにデザートと給仕されます(写真16)。全部食べていたら、確実に大きくなります。メニューも多彩で、飽きさせませんでした。ただ、ベジタリアンへの対応は慣れていないのか、オムレツの時が多く、これでオムレツ何回目、とベジタリアンの人はぼやいてい

ました。また、昼と夜にはワイン(赤とロゼ)が各テーブルに置かれる他、船長や主席研究者からの差し入れでボトルワインが出されたこともありました。帰りの入港前日の夜はヘリデッキでバーベキューを楽しみました。調査地までの往復では、食事が終わると食堂の横のバーのスペースでそれぞれ好きなものを飲みながら(アルコールもあり、免税)、ダーツやカードゲームで遊んだり(写真17)、若い人たちは映画鑑賞会や倉庫スペースでのバトミントンを楽しんだりもしていたようです。

筆者の割り当てられた左舷側の部屋は窓から海が見えて、なかなかいい感じでした。一方、右舷側の部屋は直下がコアの出し入れに使われる舷側の通路でダビットクレーンも動くので、コアの投入・揚収の時には寝ていられないと言っていました。部屋の掃除は二日に一回、給仕の人がやってくれます。洗濯は各自で行いますが、洗剤はないので自分で持ってこい、という指示が乗船前に主席から流れてきました。同じく、シャワーはあるものの、石けんやシャンプーもないので、これらは自前で持ち込みました。

船内にはWi-Fiが張られていて、船内のほぼどこでも船内LANには接続可能でした。しかし、インターネットはラボの2台のコンピュータのみということになっていて、自分のコンピュータからは接続できません。陸上とのメールのやり取りは専用のウェブメールシステムを介してでしたが、問題なく利用できました。インターネットに接続で



写真15 MD号の居室(レユニオン停泊中)



写真 16 昼食（上2つ）と夕食（左下）とデザート（右下）



写真 17 バーでゲームに興ずる研究者たち

きる2台のコンピュータについてはネット上での動きも普通で、研究情報の検索に使っていた人もいました。一方で、裏技を介して自分のコンピュータでネットに接続していた人もいたようです。

MD号は前述の通り、フランス領南方・南極地域の島々への物資輸送船でもあります。このため、これらの島々からの郵便物を取り扱うので、船の上に郵便局があるという珍しい船でもあります。研究航海でもレユニオン島への帰路、郵便局が開局されました。何度かこの船に乗った経験

のあるフランス人研究者はそれを承知で、陸上でこの地域の切手を買って乗船していました。切手の図柄もこれらの島々やフランス人によるこの地域の探検、ペンギンや海鳥、海棲生物など様々で、かつ綺麗なものでした。MD号の絵葉書や封筒はバーで購入することができます。多くの外国人はそれぞれ好みの切手をその研究者から購入して送りましたが、船長や主席研究員、船医のサイン付きスタンプや航海毎のスタンプなどスタンプの数が多く、ラボの大きな机で手分けしてスタンプを押す作業をしました



写真18 MD号の絵葉書(左)と船上郵便局でのスタンプ押し作業(右)

(写真18)が、絵葉書では全てを押しきれない状態でした。

今回はボルドー大学を始めとしたフランスの人たちが主体でしたので、公用語は英語でもフランス語が普通という世界でした。日本人は高知大の松井さんと私の二人だけでしたし、私は研究者チームの中で多分最年長だったので若い人たちと一緒に遊ぶということもなかったので、比較的余裕を持って過ごすことができました。

5. レユニオン島とクローゼー諸島

入出港地となったレユニオン島(写真19)はインド洋のマダガスカル島の東、モーリシャス諸島の南西の南緯約21度に位置するフランスの海外県の火山島です(第2図)。その大きさは面積2512 km²(神奈川県とほぼ同じ)と車があれば1日で回れる程度の大きさですが、東に2018年にも噴火したことのあるピトン・ド・ラ・フルネーズ火山(写真20; 標高2631 m)、西に開析の進んだ古い火山のピトン・デ・ネージュ山(標高3069 m)からなり、洋上からでも目立つ島です。フランスの海外県のため、パリからは複数の航空会社により毎日の航空便があるほか、タイのバンコクへも直行便が飛んでいます。モーリシャスとの間にも飛行機便があるので、モーリシャス経由でレユニオンに来た研究者も多くいました。火山と多雨で作られる島の景観は「レユニオン島の尖峰群、圏谷群及び絶壁群」として世界遺産に登録されています。島の西側の海岸は珊瑚礁が発達する場所(写真21)もあり、フランスからの保養客の滞在地にもなっているようです。

一方、二つ目と三つ目の調査地点の間に位置するクローゼー諸島は南緯約45度に位置するフランス領南方・南極地域に属する火山島です(第2図)。一番大きな島はポセッ

ション島で、次いでレスト島、コション島などからなります。ポセッション島にはアルフレッド・フォール基地があり、気象、生物、地質の調査や地震や地磁気の観測が通年行われています。大洋底からそびえる海底の高まりの上にはクローゼー諸島のいくつかの島が点在します。南極周回流の流れる緯度帯にあるこの島は海鳥とペンギンの島でもあり、MD号もペンギンの営巣地の沖合で少しの間停泊し、ペンギン観察(写真22)の時間を持つことができました。

6. おわりに

以上、簡単ですが、世界最長のピストンコアリング(giant piston coring)で有名なフランスの調査船「Marion Dufresne」(マリオン・デュフレーヌ)号の調査航海についてご紹介させていただきました。日本でも40 m級のピストンコアリングが可能な調査船ができています。また、IODPのmission specific platformで日本海溝での40 mジャイアントピストンコアリングの航海が予定されています。日本の調査船では多くの船で重量物であるピストンコアラーのオペレーションは昼間の作業とされています。筆者にとっては、効率の良い調査、特に多数の長尺コアを短期間に採取するにはどのような体制が必要であるか、甲板作業とコア処理作業の両方について実地で体験できた良い調査航海になりました。この航海への乗船のきっかけを作っていただいた高知大学の池原 実教授とこの航海の首席研究員であるボルドー大学のXavier Crosta教授に深く感謝いたします。また、ピストンコアリングの技術的な点についてはテクニシャンであるGRAVIERチームの首席オペレータであったYvan Reaud氏にいろいろ教えていただきました。さらに、調査航海を共にした研究者チーム、乗



写真 19 洋上から見たレユニオン島。昼近くになると雲が発達し、島の頂部は見えなくなる。

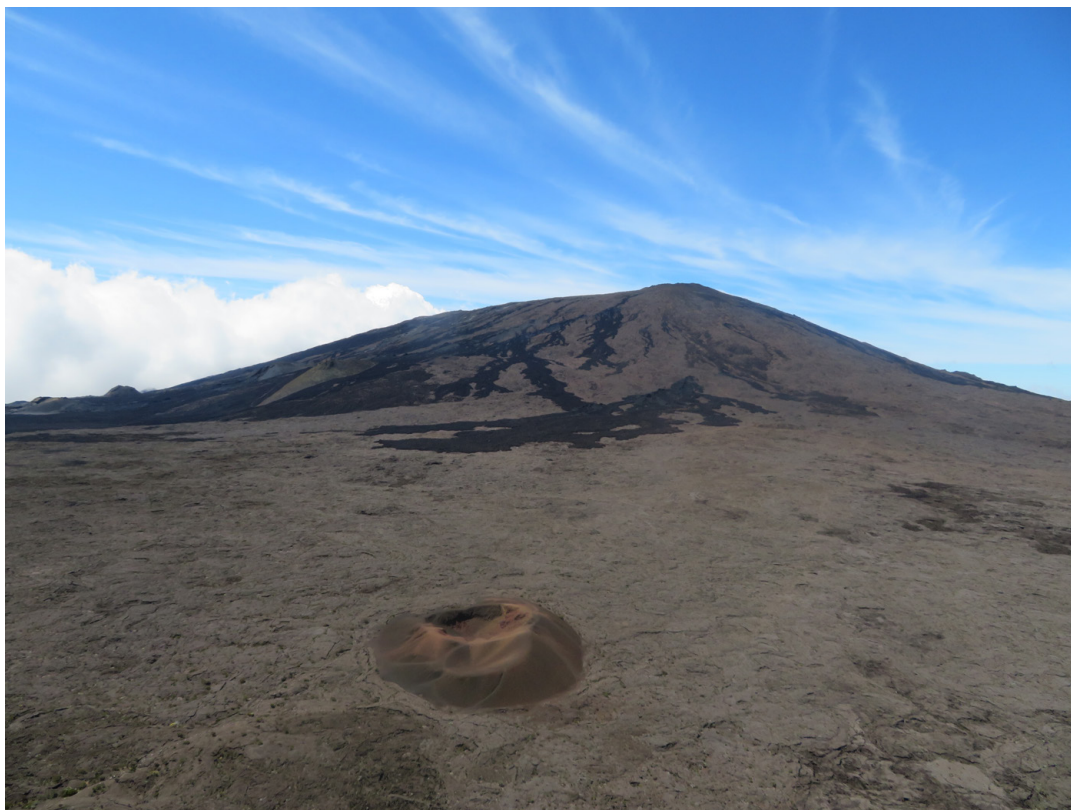


写真 20 レユニオン島のピトン・ド・ラ・フルネーズ火山（標高 2631 m）

組員の皆様，特にいろいろ助けていただいた日本からの参加者である松井さん，Matthieu (Civel) さん，Xiangyu (Zhao) さんと Elizabeth Michel さんを中心とした筆者と同じ 0 時から 4 時のシフトで一緒に働いた皆さんに感謝したいと思います。

文 献

Rousseau, D.-D., Leau, H., Reaud, Y., Crosta, X. and Calzas, M. (2016) Top-class, new generation sediment coring on Research Vessel Marion Dufresne. *PAGES Magazine*, 24, 26.



写真 21 レユニオン島南側の珊瑚礁の発達する海岸



写真 22 クローゼー島（左上）とペンギン営巣地（左下）と船のそばまで来たペンギンたち（右）

Szeremeta, N., Bassinot, F., Balut, Y., Labeyrie, L. and Pagel, M. (2004) Oversampling of sedimentary series collected by giant piston corer: Evidence and corrections based on 3.5-kHz chirp profiles. *Paleoceanography*, **19**, PA1005, doi: 10.1029/2002PA000795.

IKEHARA Ken (2020) Introduction of R/V Marion Dufresne and her giant piston coring system CALYPSO II: A report of cruise MD218.

(受付：2020年3月31日)