

J-DESC



Japan Drilling Earth Science Consortium

NEWS

VOL. 12



2019年4月3日 J-DESC Workshop 横浜研究所にて

目次

P. 4

J-DESC Workshop
“Scientific Ocean Drilling beyond 2023”
「科学掘削の未来：2023 年からその先へ」

黒田 潤一郎

P. 7

IODP Exp. 358 NanTroSEIZE Deep Riser Drilling 航海報告
超深度ライザー掘削によって南海地震歪蓄積域から
検層データ・地質試料を採取！

廣瀬 丈洋・木村 学・木下 正高・山口 飛鳥

P. 11

IODP Exp.375 Hikurangi Subduction Margin 航海報告
掘削と観測でスロースリップの謎を解け！

伊藤 喜宏・野田 篤・橋本 善孝・Annika Greve

P. 15

IODP Exp.376 Brothers Arc Flux 航海報告
海底熱水鉱床深部の物質移動と海底下生命圏
～ IODP 航海には若いうちに参加すべし !! ～

野崎 達生・高井 研・Iona McIntosh

P. 19

IODP Exp.379 Amundsen Sea
West Antarctic Ice Sheet History 航海報告
アムンゼン海の氷床縁辺掘削で探る
西南極氷床ダイナミクス

岩井 雅夫・堀川 恵司・山根 雅子

P. 22

Oman Drilling Project-Chikyu Shipboard Logging
(Chikyu Oman Project 2018)
オマーンで掘削した「海洋プレートの化石」
コアの「ちきゅう」船上解析

岡崎 啓史

P. 25

ICDP DSEIS Project 参加報告
南アフリカに捧げた平成最後の夏

金木 俊也

P. 27

IODP Exp. 364 Chicxulub Impact Crater (続報)
巨大衝突クレーターの形成メカニズムと
生態系復活のタイミングを解明

富岡 尚敬・後藤 和久・山口 耕生・佐藤 峰南

P. 31

ICDP Workshop on Deep Dust Project 開催報告
オクラホマの赤い土埃に吹かれて

濱村 奈津子

P. 34

会員提案型活動報告

「地球惑星科学 学生と若手の会'18」 開催報告
- 若手のための分野横断型スクールイベント -

泉 賢太郎

P. 36

会員提案型活動報告

SAKIGAKE-JpGU Hard Rock Drilling Focus Group
Kick-off Workshop 開催報告

森下 知晃

P. 39

高知大学海洋コア総合研究センター
設立 15 周年記念公開シンポジウム

「地球を掘ってわかること
～古地震、気候変動、地球の姿～」

池原 実

P. 41

コラスクールロギング基礎・アドバンスコース 2018 参加報告

「検層データからわかる地球の姿

～南海トラフ地震発生帯掘削計画から得られたデータをもとに～」

桑野 太輔

P. 43

コラスクール岩石記載技術コース 2018 参加報告

炭酸塩岩の世界へダイブ！

高橋 凧

J-DESC Workshop “Scientific Ocean Drilling beyond 2023” 「科学掘削の未来：2023年からその先へ」

黒田 潤一郎（東京大学）

2019年4月2～3日にJ-DESCワークショップ Scientific Ocean Drilling beyond 2023がJAMSTEC横浜研究所で開催されました。このワークショップは、2023年で区切りがつく現行IODPの次のフェーズの科学指針（Initial Science Plan; ISP）に盛り込むべき内容について議論することが目的です。現行IODPのISPではChallengeとして14の課題が掲げられていますが、次期計画でも継続すべきもの、改訂・発展させるべきもの、そして新規に加えるべきものなどを議論しました。このようなボトムアップ型の意見集約は、次期プロジェクトのISP策定に向けた第一歩となります。J-DESCワークショップは、世界各地で開催される一連のワークショップの最初のものとなります。20名のSteering Committeeメンバーで構成され、約150名の参加登録がありました。そのおよそ1/4が学生やポスドクなど若手であり、全体セッションなどは英語で行いました。

今回のワークショップの主幹は、初日4/2に行った分野別 Breakout Sessionと、翌日4/3に行った分野横断型 Breakout Sessionです。分野別 Breakout Sessionでは、現行プロジェクト

の ISP に沿った基本 4 分野 (Climate and Ocean Change; COC、Biosphere Frontier; BF、Earth Connections; EC、Earth-in-Motion; EiM) に分かれて議論を行い、3 つの疑問

- ・ 科学深海掘削プロジェクトを続ける意義は何か、
 - ・ 現行 ISP の Challenge の達成度、次期プロジェクトに残すべきもの、改訂や発展させるべきものはあるか、
 - ・ 科学深海掘削でしか達成できない研究は何か、
- について議論しました。また、新しく盛り込むべき Challenge、盛り込むべき Keyword などについても議論しました。

2 日目 4/3 に行った分野横断型 Breakout Session では、前半 (第一ピリオド) に BF と COC、EC と EiM の組み合わせを、後半 (第二ピリオド) に EC と EiM が合流して Solid Earth となり、BF と Solid Earth、COC と Solid Earth という組み合わせの Breakout Session が実施されました。各セッションでは領域横断研究の課題などが議論されました。この分野横断型 Breakout Session は J-DESC ワークショップの特色の一つとなりました。

ワークショップでは、3 名の基調講演を企画し、稲垣史生氏がマントル掘削を見据えた生物地球科学研究の提案を、臼井寛裕氏が惑星地質学の紹介を、小平秀一氏が地球物理学的知見から見たジオダイナ

ミクス研究の進展について講演しました。また、プレナリーセッションでは、新しい技術や分析手法の開発を行っている研究者による話題提供として、渡辺寛子氏がジオニュートリノ研究の紹介、桑谷立氏がビッグデータを活用した研究の可能性、板木拓也氏が人工知能を用いた微古生物学のツール開発、菅大暉氏（代読諸野氏）が放射光施設を用いた顕微分析の応用について発表を行いました。

全体セッションでは、次期計画のISPのパッケージングについての議論や、盛り込むべきキーワードについて意見を出し合いました。日本発のISPとして、マントル掘削をハイライトした章を提案する案などが出されました。



超深度ライザー掘削によって南海地震歪蓄積域から 検層データ・地質試料を採取！

廣瀬 文洋（海洋研究開発機構）・金川 久一（千葉大学）
木村 学（東京海洋大学）・木下 正高（東京大学）・山口 飛鳥（東京大学）

2007年（平成19年）に開始された、地球深部探査船「ちきゅう」による南海トラフ地震発生帯掘削（NanTroSEIZE）は、2009、2012、2013-14年のライザー掘削などを含めて、これまでに紀伊半島沖の東南海地震震源域付近で12航海を行い、16地点で掘削が行われてきました（図1）。一方2013年1月には、2010年にC0002地点に設置されたライザーレス長期孔内観測装置が、同地点に展開された地震・津波観測監視システム（DONET）に接続され、南海トラフ巨大地震震源域の海溝軸近傍において何度も繰り返し「ゆっくり滑り」が発生していることを明らかにするなど、順調にリアルタイム観測が進行しています。

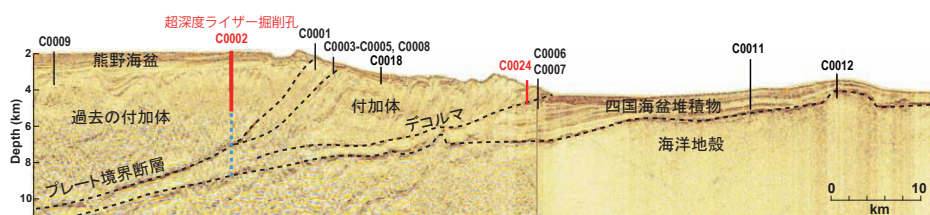


図1:南海トラフの地震探査断面図と南海トラフ地震発生帯掘削計画（NanTroSEIZE）によってこれまでに掘削された地点。2018年度（第358次航海）で掘削した2地点（C0002とC0024、C0025は図の範囲外）を赤線で示している。

2018年度に実施された第358次研究航海（2018年10月7日～2019年3月31日）では、超深度ライザー

掘削孔である C0002 孔において、NanTroSEIZE の集大成として、また世界初の挑戦として巨大地震発生帯（固着域）にあるプレート境界断層（海底下 5000m 付近）、及び巨大地震を引き起こすひずみエネルギーが蓄積されていると考えられるプレート境界上盤の高速度層（弾性波速度が高速になる層）を目指すライザー掘削を行いました。地震発生場の掘削同時検層による現場物性計測に加えて直接地質試料（コア試料）を採取して、その観察・分析から「地震発生帯には何があり、現在どのような状態にあるのかを把握する」ことが本航海の目的です。本航海では、2013-14 年に孔の崩壊を防ぐためのケーシングを設置した海底下 2890m 付近から横穴を開け（枝掘り）、地震発生帯を目指しました。当初は順調だったものの、11 月下旬にドリル編成を孔から引き揚げて再び孔に戻す際、ドリル編成が当初掘っていた孔に戻らず、新たな孔を掘り始めるという問題が発生しました。2 月中旬まで枝掘りをいくつかの深度で試みるも本航海でこの問題を克服することができず、C0002 孔における掘削は計画より浅い深度で終了することとなりました。しかしながら、検層による地層物性データの取得及びカッティングス（地層のカケラ）の採取を行いながら、海洋科学掘削として世界最深となる海底下深度 3262.5m（水深 1939m）まで到達し、世界最深となる海底下深度 2836.5 m から 2848.5m の区間で計約 2.5m のコア試料を採取することができました。南海地震歪蓄積域から採取された科学史上最深

度の地質試料・データを活用することで、今後歪蓄積の物理化学プロセスなどの解明が期待されます。

2月中旬にC0002地点でのプレート境界断層到達を断念し、予備プランとして計画していたC0024地点

とC0025地点に移動しました(図2)。プレート境界先端部に位置するC0024地点では、プレート沈み込み帯浅部において掘削同時検層によりプレート境界断層を貫く海底下深度869 mまでの付加体の物性データを取得するとともに、上盤プレート先端部(海底下深度319.5 mまで)のコア試料を計約247.7 m、より深部(海底下深度510 m~621.5 m)のコア試料を計約51.5 m採取しました。上盤プレート先端部とプレート境界断層の性質を明らかにすることで、今後巨大地震とスロー地震との関係を探る予定です。また、C0025地点では熊野堆積盆と付加体の不整合面が期待される400 mから580.5 mの区間で、計約123 mのコア試料を採取しました。採取したコア試料を用いて南海トラフにおける付加体の形成史を紐解き、プレートの沈み込みに伴う南海トラフ地震発生帯の形成プロセスの解明を目指す予定です。

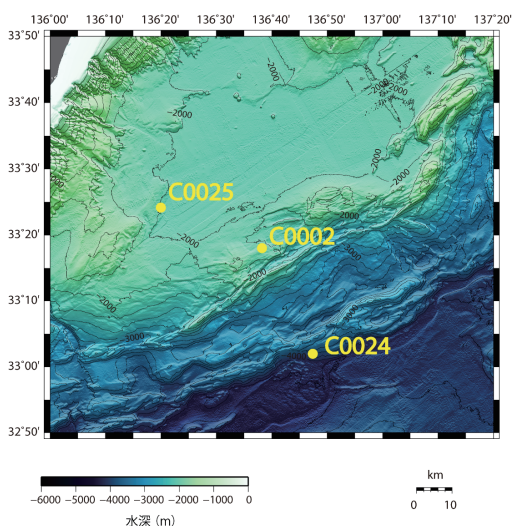


図2：本航海で掘削した3地点の位置関係

本年7月に、清水に停泊中の「ちきゅう」に再び研究者が集まり、航海中に半割・観察できなかったコア試料を記載しました。今後、本航海で得られたデータ・地質試料を用いて研究を進め、これまでの得られた南海掘削の科学成果と統合することによって、沈み込み帯巨大地震・スロー地震発生のメカニズムに関する新たな知見を得ることを目指します。



掘削と観測でスロースリップの謎を解け！

伊藤 喜宏（京都大学）・野田 篤（産業技術総合研究所）
橋本 善孝（高知大学）・Annika Greve（海洋研究開発機構）

国際深海科学掘削計画の掘削航海「ヒクランギ沈み込み帯の掘削と孔内観測：掘削と観測でスロースリップの謎を解け！」に参加しました。航海は2018年3月8日から5月5日の期間に実施され米国のジョイデス・レゾリューション号を用いた航海でした。本航海では、ニュージーランド北島東方沖のヒクランギ沈み込み帯で繰り返し発生するスロースリップが研究ターゲットでした。特に、スロースリップの発生域周辺の4地点で掘削を行い、陸側斜面下の堆積物、海側斜面の下の堆積物や基盤岩のコア試料を採取し、船上で様々な観察および計測を行いました。

航海のターゲットである、「スロースリップ」ってなに？とお思いの方のために、少しだけ解説。スロースリップは、非常にゆっくりと断層がずれ動く「スロー地震」と呼ばれる現象の一種です。どのくらい「ゆっくり」ずれ動くかということ、プレートの相対速度（～数cm/年）よりは速くて、通常地震（約1m/秒）よりは遅いくらいの速度（0.1-10 μ m/sくらい）です。この速度で、数週間から数ヶ月程度かけて断層が一時的にゆっくりとずれ動く現象がスロースリップです。また、その発生メカニズムやその周囲で発生する巨大地震との関係は未だ明らかではなく、多くの謎に

包まれている現象です。スロースリップは世界中の沈み込み帯で観測されていますが、特にヒクランギ沈み込み帯のスロースリップは発生頻度も高くまた、発生深度も浅いため掘削対象としては最適な場所で、スロースリップ発生域を直接掘削できる地域の一つとして注目されています（今回はできていませんが・・・）。

以下は参加メンバーの感想です。

普段はコア試料を手にする事のない地震学者、伊藤の感想：実際に取得されるコア試料を目の当たりにすると、事前にイメージしていたものとは大きく異なることが多く試料がラボに届くたびに、驚きの連続でした。特に地下数百 m から採取される堆積物がこんなに“やわらかいのか！！”と。一方、別の場所のより浅部ではカチカチの玄武岩が採取されたり。。地球、特に地面の下っておもしろいですね。

堆積学者として参加した野田の感想：海洋調査の経験はあったのですが、このような大規模で多数の研究者が参加する航海は初めてでした。勝手が分からず、ついていくのもやっとのことで、なかなか思うように動けなかった、というのが正直な感想です。最も印象に残っていることは、海洋プレートから海溝充填堆積物までの試料を連続的に観察できたことです。深度によって変化する岩相を見て、プレートは動いているんだということを実感しました。この経験をまたどこかで活かすことができればいいな、と考えています。

橋本の感想：私はIODPの米国船航海は3回目です。

数を重ねるごとに楽にはなりますが、やはり船上で2か月間の研究詰めの毎日は大変でした。それでも世界一級の研究者たちと毎日のように出てくる新たなコア試料を前に議論でき、楽しい時間でした。多くの異なる分野の専門家によって様々な角度から議論が発展し、研究がより深まっていくことをありありと経験できます。研究だけでなく、食事やコーヒーブレイクの雑談での異文化交流もIODPの醍醐味です。また機会があれば、参加したいと思います。

アニカの感想：私は特に地球磁場に興味があり、これまでニュージーランドのフレッシュな溶岩を調べてきました。今回、初めて掘削船に乗船し、沈み込み帯のコア試料の採取や解析を行いました。これまでとは異なる視点から研究を進めることができたことがすばらしい経験となりました。また、乗船研究者全員で同じゴールを目指し、様々な調査解析を一緒に進められたこともとても印象的でした。



写真：Exp.375 への参加者たち

今回の掘削域の周辺には日本側独自の取り組みとして、京都大学、東北大学及び東京大学により海底地震計・圧力計を用いた海底地震・地殻変動観測が2013年から継続して実施されています。今現在も海底地震計と圧力計が掘削孔周辺に設置されスロースリップに伴う地面の動きを観測しています。今後はコア試料の調査や孔内観測による温度・歪・圧力観測や水理学的記録に加えて、これらの海底に設置された海底地震・圧力計記録の解析を統合的に解釈し、未だ謎に包まれているスロースリップの発生メカニズムの解明を目指します。



海底熱水鉱床深部の物質移動と海底下生命圏 ～ IODP 航海には若いうちに参加すべし !! ～

野崎 達生 (海洋研究開発機構)・高井 研 (海洋研究開発機構)
Iona McIntosh (海洋研究開発機構)

本航海は、ニュージーランド北東沖のケルマデック弧に位置するブラザーカルデラ熱水サイトを対象として掘削しました。海底熱水鉱床を科学掘削対象とするのは、IODP としては 2010 年の IODP Exp. 331 以来 8 年ぶり、JOIDES Resolution 号 (JR) としては 2000 年の ODP Leg 193 以来実に 18 年ぶりでした。ブラザーカルデラでは、Upper Cone (Site U1528) および Lower Cone からはガス成分に富む強酸性熱水が、Western Caldera (Site U1527) および Northwestern Caldera (Sites U1529, U1530) からはブライン成分に富む弱酸性熱水が噴出しています。このように 1 つの熱水サイト内で明瞭に組成の異なる熱水が噴出していますが、海底下数百 m の深さで大元となる熱水が相分離を起こし、組成の異なる熱水に分かれていると考えられています。しかし、海底下で熱水の相分離する場所は、高圧・酸性・地下深部の未踏破の地であるため、本航海ではそこまで掘り抜いて揮発性物質などがどのように移動しているのか、また生物の生息限界はどこまでなのかを探ることが主なミッションでした。

強酸性熱水サイトを含む手強い地層が相手なので、掘削パイプが酸性熱水で損傷して破断したり、リエン

トリーコーンのロック解除機構が海底面で機能せずに寂しがり屋のリエントリーコーンが何度も JR 船上に帰ってきたり、低いコア回収率に悪戦苦闘したりしていましたが、バリエーションに富むコア試料が採取されました。具体的には、中性変質に特有の緑泥石・イライトに富むコア試料から、明礬石・葉ろう石・ダイアスポア・ズニ石に富む高温酸性変質に特有のコア試料などが採取されました。今後、これらのコア試料の記載・化学分析が進むことで、変質・鉱化作用に伴う地下深部からの物質移動や生物の生息限界などが解明されると期待されます。

3名の筆者のうち野崎は初めての IODP 航海への参加でした。Sulfide Petrologist として主にコア記載を担当しましたが、記載用語の使い方・定義を巡って乗船研究者で納得するまで延々と議論することや、研究プランを議論しながら繰り広げられるコア試料の争奪戦は、ボトムアップに基づく意思決定に欠かせないプロセスで感銘を受けました。もっと若い学生のうちから IODP 航海に参加してこの体験をしておけば良かったと強く思いました。Iona さんは Physical Properties Specialist/Petrophysics 班のリーダーとして参加していました。本航海は記載班の人数は充実している一方、PP 班はかなり手薄な陣容にも関わらず多くの測定項目をこなしていたので、八面六臂の大活躍をしていました。また、数日に1回の頻度で誰かの誕生日を祝うイベントが食堂で行われるのですが、Iona さんも航海

中に誕生日を迎え、恥ずかしそうに皆から祝福されていたのが印象的です。IODP 航海ベテランの高井さんは、Microbiologist のリーダーとして参加していました。持ち前の愉快的なキャラクターですぐに船上の人気者になっていましたが、シフト中の高井さんのイ〇キ音も皆の笑いを誘っていました。しかし、これは微生物班の過酷な作業のせいなのですが、微生物試料はコア採取後最も迅速に処理しないといけないため、コア試料が甲板に上がるたびに真っ先に甲板で作業しないといけません。そのため、1～2時間おきに甲板に行きながら微生物試料の処理をしつつ、メタンや水素などのガス測定も行っていただけでなかなかゆっくり休めなかったと思います。



写真：JOIDES Resolution号 建造40年記念を皆で祝福

初めてJRに乗船して思ったことは、とにかくもっと早くIODP航海に参加しておけば良かったということ

です。2か月の航海は流石に長いですが、大学院生から躊躇せずにトライしてみてください！ よりライブ感のある3名の船上からのレポートが、

「<http://www.j-desc.org/exp-376-brothers-arc-flux?postTabs=2#376report01>」のURLに掲載されていますので、こちらも是非ご覧下さい。Humpday partyでの怪しげな写真も掲載されています...



アムンゼン海の氷床縁辺掘削で探る 西南極氷床ダイナミクス

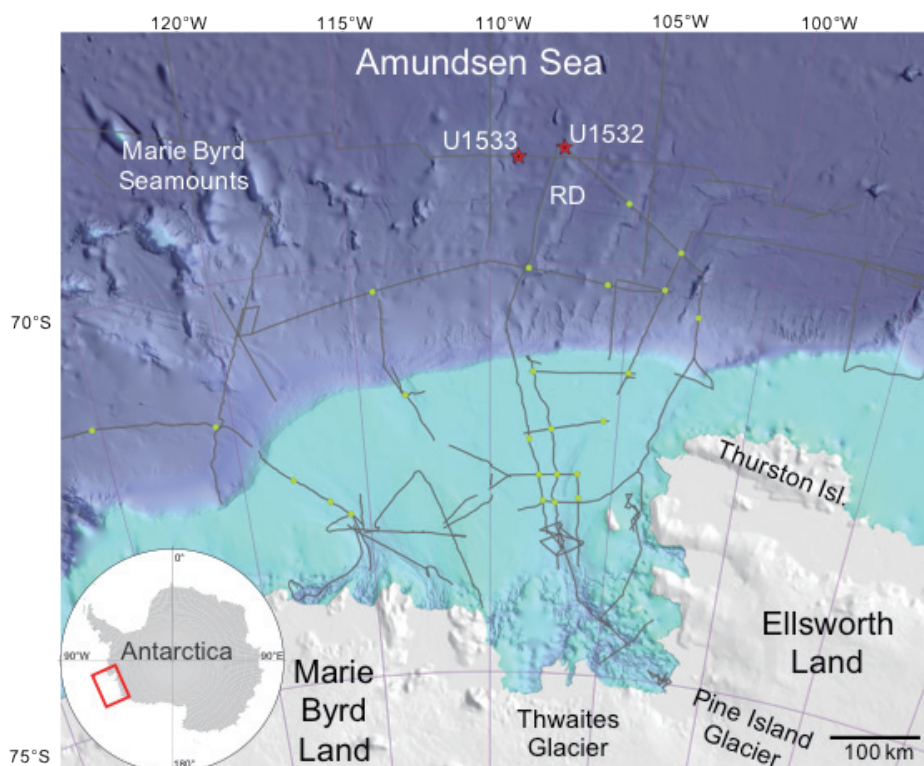
岩井 雅夫 (高知大学)・堀川 恵司 (富山大学)
山根 雅子 (名古屋大学)

西南極氷床は気候・海洋変動に極めて敏感で、過去に何度も崩壊した可能性が指摘されています。西南極氷床が融けると世界中の海水準を4 mほど押し上げると言われていますが、現在の科学的知見では西南極氷床がどうなっていくのか予測することはできません。そこでIODP第379次航海では、西南極氷床の温暖化に対する応答性を探るべく、アムンゼン海の氷床縁辺掘削を実施しました。2019年1月23日にプンタアレナス(チリ)を出港し、3月14日に同所へ帰港するまでの間に、アムンゼン海灣入域の沖合2地点(U1532およびU1533)で、合わせておよそ1200 mの深海底堆積物を掘削しました。海氷や冰山に阻まれ、当初予



写真：掘削を阻む冰山

定されていた陸棚掘削地点には、近づくことすらできませんでしたが、不幸中の幸いか、後期中新世以降のユニークな堆積物を入手することに成功しました。



図：Exp.379 掘削地点

サイト U1532 では、U1532A-G の 7 掘削孔（水深 3962 m）で、最大掘削深度 794 m（回収率約 90%）、サイト U1533 では、U1533A-D の 4 掘削孔（水深 4179-4184 m）で、最大掘削深度 383 m（回収率約 70%）の掘削にそれぞれ成功しました。珪質微化石ならびに古地磁気の船上分析により、前者は中新世メッシニアン期末期（～ 5.7Ma）以降、後者は中新世メッシニアン期中期（～ 6.5Ma）以降の、概ね連続した堆積物であること、堆積速度は当初の予想より遙かに速

く、1000年で最大20-60 cmを超えること等がわかりました。またサイト U1533 では、帯磁率など非破壊計測データや岩相の照合により、欠損のない上部更新統の地質断面が採取復元されています。いずれも従来の掘削地点に比べ堆積速度が速く、西南極氷床の拡大・縮小を反映した明瞭な岩相変化を記録していることから、航海後の詳細分析が待ち望まれています。

船上での協議により複数の国際共同研究グループが形成され、日本から乗船した3名は、各研究課題（特に鮮新世温暖期の氷床変動史研究）において鍵を握る分析に携わることになりました。2019年8月テキサスA&M大学で行われるサンプリングパーティで詳細分析用の試料が採取される予定です。



オマーンで掘削した「海洋プレートの化石」コアの 「ちきゅう」船上解析

岡崎 啓史（海洋研究開発機構）

ICDP Oman Drilling Projectにより掘削されたオマーンオフィオライトの岩石コア試料（コア）を「ちきゅう」船上の最新鋭の設備を利用して記載・解析するプロジェクト（Chikyu Oman Project 2018）の第2期が2018年7月から9月にかけて行われました。筆者は2017年度の第1期に引き続き physical properties specialistとして第2期の前半に参加し、2年連続で空調の効いたちきゅう船内で12時間労働をしつつ、夏を過ごすこととなりました。2017年の冬にオマーンの現地掘削サイトでのコア記載作業に参加したこともあり、今回の第2期船上記載は「コア愛」をより深めた上での参加となりました。

オフィオライトとはいわば地表に露出した「海洋プレートの化石」であり、海底に存在していた当時のモホロビッチ地震波不連続面を構成する岩石などを含みます。これらのコアを詳細に解析することにより、かつての海洋モホ面の岩石学的実態や海洋地殻形成過程の解明が期待されます。そのような魅力的なコアのおかげで日本からだけでなく米国、欧州、オマーンなどから大御所教授から学生まで80名以上の研究者が参加しました。幸運なことに学生時代の指導教官や後輩、

ポストドク時代のボスや友人とも話し合ったわけでもないのに船上で再会することになりました。



写真：船上での歴代指導教官との記念写真
(左から片山郁夫教授、筆者、Greg Hirth 教授)

船上での生活は通常の掘削航海と違い、コアがすでに 1700 m ある状態（しかもコア回収率ほぼ 100%）でスタートしたので、休むことなく働き続けるかなりタフなものでした。解析するコアは斑れい岩や蛇紋岩等で様々な変形・変質作用を被っており、特に記載チームは苦勞している様子でした。XRD 担当の後輩は無慈悲にくる大量の分析リクエストに時に悲壯感を漂わせていました。しかし、研究者ラボテクみんなのチームワークと継続的な激励のおかげでなんとか乗り切ることができ、面白い結果も見えてきました（船上ではリアル蟹工船などとボヤいてすみませんでした）。また、普段会話することのない「石を見る目を持っている」岩石学者との会話から次の研究のアイデアをたくさん練ることができ、貴重な夏を過ごすことができました。



写真：Chikyu Oman Project 2018 第2期前半組と後半組のクロスオーバーの際の集合写真



南アフリカに捧げた平成最後の夏

金木 俊也（京都大学）

ICDP DSeis Project (Drilling into seismogenic zones of M2.0-M5.5 earthquakes in deep South Africa gold mines、南アフリカ金鉱山震源近傍掘削計画) は、南アフリカ共和国 (南ア) の金鉱山の地下約 3 km に位置する深部坑道から掘削調査を開始し、地震発生帯からコア試料を回収した唯一の科学掘削です (詳細は J-DESC News vol.11 を参照)。当時、大阪大学博士課程の学生だった私は、DSeis の日本人研究者として、JSPS Core-to-core Program によって 2018 年 7 月 29 日から 9 月 9 日まで南アに滞在し、主にコア試料の記載に従事しました。

最初の 2 週間は、DSeis の掘削現場の一つである Moab 鉱山に滞在し、全掘削が完了した直後に、コア試料の整理・地下流体の採取を行いました。地下での作業は初めての経験だったため、私にとって驚きの連続でした。坑道の入出に使うエレベータには電車のように運行ダイヤがあること、場所によっては気温が 50°C を超えること、一切トイレがないこと。特にトイレが無いことは胃腸が弱い私にとってかなりつらく、入坑する日は朝ごはんを抜いてなんとか対処していました。その後、首都であるヨハネスブルグに移動し、コア試料の記載・採取を 4 週間ほどかけて行いました。また 9 月 6-7 日には、プロジェクト全体の研究進捗を共有・

発展させるワークショップが開かれました（写真）。掘削科学に関わる研究者と議論を交わすことができたことは、私にとって非常に大きな財産です。

私にとって初めての長期海外滞在ということもあり、ここには書ききれない様々な出来事がありました。肉体的にも精神的にも大変なことがありましたが、終わってみればすべて良い経験になりました。ちなみに、私の南ア滞在期間は日本の真夏に当たりますが、南半球にある南アは当然真冬。私の平成最後の夏は、全て南アに捧げられました。最後に、このような国際プロジェクトへの参加機会を与えていただいた、プロジェクトリーダーである立命館大学の小笠原教授ならび J-DESC の ICDP 部会の委員の方々に厚くお礼申し上げます。



写真：ワークショップの参加者たち



巨大衝突クレーターの形成メカニズムと生態系復活のタイミングを解明

富岡 尚敬 (海洋研究開発機構)・後藤 和久 (東京大学)
山口 耕生 (東邦大学、NASA Astrobiology Institute)
佐藤 峰南 (千葉工業大学)
[IODP Exp. 364 Science Party]

今から約 6600 万年前の白亜紀末期にメキシコ・ユカタン半島の北部に衝突した小惑星は直径約 200km のクレーターを形成し、恐竜を含む生物の大量絶滅を招きました。月の表面にも見られる複雑な形状を持つチチュルブ・クレーターはどのように形成されたのか、生物や生態系の復活はどのようなものだったのか等、巨大クレーターにまつわる謎に答えるため、2016 年 4～5 月に第 364 次研究航海「チチュルブ・クレーター掘削計画」が行われました。2017 年のニュースレターでは、この最初の成果について報告しましたが (http://www.j-desc.org/jpn/wp-content/uploads/2017/05/JDESC_10_WEB.pdf)、その後も続々と新知見が得られています。今回はその続報です。

月や地球型惑星に見られる巨大クレーターは、その内部に「ピークリング」と呼ばれる環状の隆起地形を持ちます。チチュルブ・クレーターにおいても、衝突をうけた地殻岩石が隆起して、衝突後数分という短い時間でピークリングが形成されました。このようなキロメートルスケールの隆起構造を形成するためには、岩石の強度が一時的に大きく弱められるだけでな

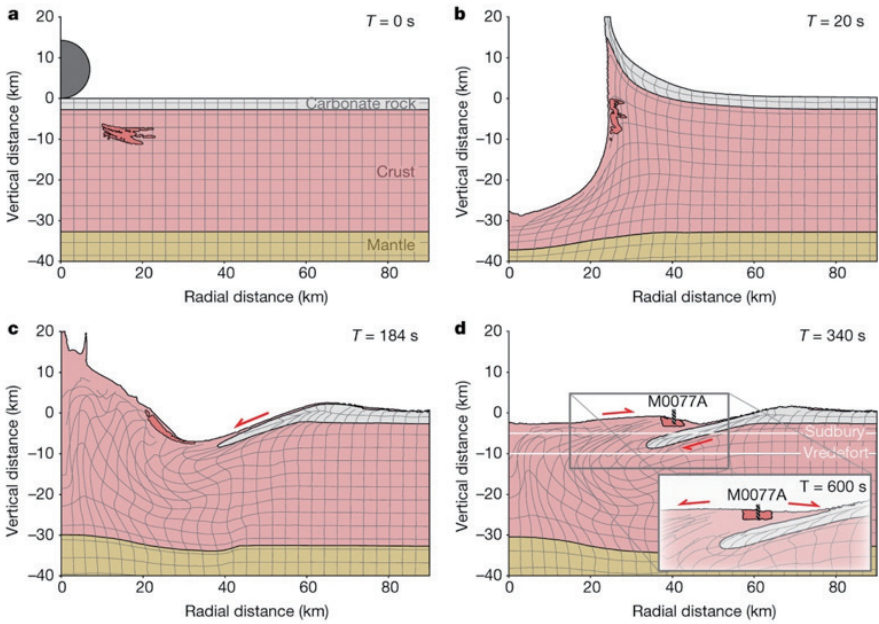
く、その隆起を維持するために、十分な強度を再び獲得する必要があります。しかし、力学的振る舞いが短時間で極端に変化するクレーターの岩石変形のメカニズムは、これまでほとんど分かっていませんでした。Exp.364 サイエンスチームは、Ulrich Riller 博士を中心に、掘削コアの海底下 747-1335m から採取した基盤岩（花崗岩）の変形組織を詳細に観察しました。この基盤岩コアには、全体にわたって複雑な脆性破壊（割れや断層）や、石英、長石、雲母といった鉱物の塑性変形が高い頻度で観察されました。これらの結果から、クレーター形成初期には断層形成時に発生する短波長の弾性波によって、「Acoustic fluidization」と呼ばれる岩石の流動化が生じ、大小様々な脆性破壊と塑性変形が組み合わさった結果としてピーキングが形成されたこと、クレーター形成末期には再び基盤岩の強度が増し、ピーキングが「凍結」されたこと、が明らかになりました。この成果は Nature 誌の 2018 年 10 月 25 日号に発表されました。

本研究では、衝突地点での生物への影響についても重要な成果が得られました。これまでの研究によると、チチュルブ・クレーターに近い場所では生態系の復活が遅く、衝突後約 30 万年もかかったと考えられてきました。巨大衝突クレーターが形成された際の熱で生じた大規模な熱水活動によって、基盤岩（大陸地殻）から重金属のような毒性をもつ元素が、海に大量放出されるためです。このことが正し

ければ、衝突地点に近い場所ほど生態系の復活は遅れ、クレーターの内部が最も遅かったこととなります。そこで、天体衝突直後の環境の変化を高時間解像度で復元するため、Chris Lowery 博士を中心に、古第三紀最初期を含む海底下 616–617 m からの堆積岩（K-Pg 遷移層）に対し、微化石（有孔虫、円石藻）や生痕化石の分析、さらに Ca、Mg などの元素分析、He 同位体分析を組み合わせ、詳しい研究を行いました。その結果、チチュルブ・クレーター内では、衝突後 2～3 年以内という想定外とも言える極めて短い期間で生物が再生し、少なくとも 3 万年以内には生態系が多様化したことを突き止めました。クレーター内の生態系は、同時代の地球上の他のどの地点より早く衝突前に近い状態に戻ったこととなります。小惑星の衝突は生物の大量絶滅を引き起こしはしたが、その復活を長期間にわたり妨げるものではなかったわけです。この成果は Nature 誌の 2018 年 6 月 14 日号に発表されました。

これからも掘削試料の分析は続きます。衝突した小惑星からもたらされた物質が「爆心地」を中心どのように拡散・分布したのか、衝突で生じた巨大津波やクレーターの地下で生じた熱水活動はどのような規模だったのか等、地球環境への多岐に渡る影響が精力的に調べられています。また、小惑星衝突後の堆積物からも、当時の海洋環境や元素の生物地球化学循環の変遷をより詳しく復元する試みが進め

られています。



図：チチュルブ・クレーター形成の数値シミュレーション (Riller et al. 2018)。M0077A はピークリング上の掘削サイト (四角で囲まれた部分がピークリングの領域)。



オクラホマの赤い土埃に吹かれて

濱村 奈津子（九州大学）

2019年3月6日から10日にかけて University of Oklahoma のあるオクラホマ州ノーマンで ICDP ワークショップ ‘Deep Dust: Probing Continental Climate of the Late Paleozoic Icehouse-Greenhouse Transition’ が開催されました。本ワークショップでは古生代の最後の紀である Permian（ペルム紀）の地層への掘削を目指し、幅広いバックグラウンドの科学者がアイデアを持ち寄り熱い議論を繰り広げました。参加者は世界10か国から、専門分野は古環境、堆積学、地質年代学、地球化学そして微生物生態学、また大学院生やポストクの若手研究者も多い総勢60名以上で、日本からの参加者は私と海洋研究開発機構の諸野祐樹主任研究員の2名でした。私の専門は微生物生態学で、特に鉱物と微生物の相互作用や元素挙動に関与する微生物代謝の進化について研究を行っていますが、本プロジェクトで初めて掘削に関わることになり、Co-PIとして参画しています。ペルム紀末には地球史上最大規模とも言われる大量絶滅が起こったこともあり、本掘削により大規模気候変動の生物圏への影響の実態を明らかにできることも期待できます。フィールドトリップでは、牧場の中にある地層見学の際に、沼に嵌って動けなくなった牛を腰まで泥水に浸かりながら十数名の科学者が一丸となって救出するハプニングもありましたが、その



写真：牛の救出ハプニング

おかげで連帯感が生まれ強いチームワークが築かれました。少人数のグループでの分科会とその後の全体での総括を含め、プロポーザル提案に向けた具体的なサイエンスプランから調査地点の選定、さらに本プロジェクトを広く社会に還元・アピールするためのアウトリーチ教育や資金調達計画に至るまでの議論は非常に実り



写真：フィールドトリップにて

多きものでした。また、PIの Lynn Soreghan 教授を筆頭に女性研究者が半数以上占める国際的プロジェクトへの参画は、個人的にとっても刺激的であり、研究者ネットワーク形成にも有意義でありました。今後、掘削プロポーザル申請に向けて進んで行くこととなりますが、本プロジェクトにご興味のある方の参加を歓迎いたしますので是非ご連絡ください。



「地球惑星科学 学生と若手の会'18」 開催報告 - 若手のための分野横断型スクールイベント -

泉 賢太郎 (千葉大学)

昨年 2018 年 11 月 10 日および 11 日に早稲田大学にて「地球惑星科学 学生と若手の会'18」を開催しました。当スクールは 2002 年に「2001 年度 第 1 回地球システム・地球進化 冬の学校」として開催して以来、事務局メンバーや開催形態などを変えながら、昨年のスクールにて通算で 17 回目の開催となります。当事務局の最大の特徴は、学会等とは独立した自主的な組織で事務局員も学部生から若手研究者と幅も広く、かつ専門分野も多岐に渡ることです。当事務局は、「スクールを通じ、参加者自身が意見・考えを伝え、参加者間で意見・考えを共有することができ、そこから新たな考えを模索する」を目指して、スクールを開催しています。また、参加者が普段会えない様々な世代・分野・立場の人々と交流することにより、視野を広げ将来について考えたり、新たな研究を始めたりする「きっかけ」づくりの場を提供することも目指しています。

昨年のスクールでは、学部生からポスドク研究員までの幅広い年代の方々に御参加頂き、地球惑星科学の様々な分野を代表とする第一線の研究者による講義および参加者同士が発表・質疑を行う研究交流会などを行いました。スクールでは「地球惑星科学の最先端研究を知る」をテーマに宇宙惑星・堆積学・固体地球物理学・生態学

などの各分野の第一線の研究者による講演、大学院生や若手研究者による講演、および大学院修了後のキャリアパスに関する講演という多岐に渡る講演を頂きました。また、参加者も自身の研究内容を発信・質疑をして頂く「研究交流会」の企画なども開催しました。昨年のスクール開催期間中には地球深部探査船「ちきゅう」が熊野沖南海トラフで掘削中でしたので、JAMSTEC-CDEXのご協力を得て、「ちきゅう」との船内中継を行い、船内見学や乗船研究者との質疑応答を行いました。質疑応答の際には参加者からも多数の質問が出て、多くの参加者に海洋調査や地球掘削科学に興味を持って頂けたのではないかと考えています。

以上のように昨年のスクールは成功裡のうちに終了できました。そして今、事務局メンバーは、今年度はどんなスクールを開催するか、今から楽しく頭を悩ませています。



SAKIGAKE-JpGU Hard Rock Drilling Focus Group Kick-off Workshop 開催報告

森下 知晃（金沢大学）

現存する太平洋マントル掘削申請提案（805 - MDP）の3つの候補地点の一つであるハワイ沖での海洋プレート構造探査調査が行われたことを受けて、日本地球惑星科学連合の固体地球科学セクション内にハードロック掘削科学フォーカスグループが設立（名古屋大学・道林が代表）、海洋掘削科学を中心とする金沢大学戦略的研究推進プログラム—SAKIGAKE プロジェクトの採択（金沢大学・森下が代表）の波に乗り、金沢大学主催、日本地球惑星科学連合の共催で2018年11月6 - 7日に海洋深部岩石掘削申請に向けた国際ワークショップが開催されました。本プロジェクトの目的は、マントル掘削およびマントル掘削へとつながる深部岩石掘削で解決できる科学課題の再設定と国際研究コミュニティとの連携強化でした。特に、ハワイ沖の掘削候補地点をターゲットとした具体的な科学目標の構築について欧米から主要研究者を招へいし、国内の研究者・学生らと議論を通し、連携を深めました。会議では、ハワイ沖の構造探査の最新成果を中心に、ハワイ沖の地殻内、地殻—マントル境界（モホ面）の多様性が報告され、海洋プレート岩石掘削の新たな研究課題が明らかとなってきました。また、ハワイ沖は従来の国際海洋掘削でターゲットとなってきた海域

と比較して、海洋プレートの拡大速度と形成年代において欠けていた海域であることが紹介されました。これに加えて、ホットスポットや、明らかに新しい時代の火山活動がハワイ近傍の海洋プレートにどのような影響を与えている可能性があるか、またそれをどのように検出するのかについて議論がなされました。これらの個別の議論をもとに、太平洋プレートは将来的に日本列島の下に沈み込むことから、我々、プレート沈み込み帯で社会を形成しているものとして、海洋プレートの時間変化に対応する改変過程の理解が重要であることが認識されました。深部岩石掘削に達する前の研究課題として、ハワイ近傍では、しばしば大規模な海底地すべりによる津波被害が発生した可能性が指摘されていることから、調査海域の堆積物から地すべり・津波履歴の解読について紹介されました。さらに、対象海域ではモホ面近傍でも 150°C程度の温度が推定されることから、岩石生命圏の限界とその制約条件など、深部掘削に付帯する研究案も議論されました。口頭発表だけでなく、ポスター発表も行い、学生と海外研究者らの交流も積極的に行いました。これらの成果を受けて、金沢大学の海野進を研究リーダーとして、ハワイ



写真：会議中議論の様子

沖の下部地殻深度までの新たな掘削申請を 2019 年 4 月に国際海洋掘削コミュニティに提案することができました。今後は、本申請課題の内容を広く紹介し、多くの研究者らと多様な研究課題を解決していく方法を議論していきたいと思います。



写真：参加者集合写真



「地球を掘ってわかること ～古地震、気候変動、地球の姿～」

池原 実（高知大学）

2018年11月30日から12月1日に、高知大学海洋コア総合研究センターの設立15周年を記念する公開シンポジウムが行われました。同センターは、文科省から地球掘削科学共同利用・共同研究拠点として認定されており、高知大学と海洋研究開発機構による共同運営体制の下、IODPのコア保管や解析の拠点、海洋コア研究を主軸とした地球惑星科学分野の研究拠点として様々な研究教育活動を展開しています。シンポジウムでは、センターの多様なファシリティを活用して行われている共同利用・共同研究の成果（40件）が報告されました。一般聴衆も多数来場し、会場がほぼ満席となるほどの盛会となりました。また、フリーディスカッションやビジネスミーティングでは、J-DESC関係者（木村会長、益田IODP部会長、小村ICDP部会長）からもIODPやICDPに関わる最新情報を提供していただくとともに、IODP/ICDPをさらに盛り上げていくための方策や、海洋コア総合研究センターの今後の発展戦略、コミュニティへの貢献策、コアスクールを始めとする若手育成・支援策等に関して議論が展開され、国内コミュニティからセンターに対して多くの意見や改善策が提言されました。センターでは、寄せられた意見と情報を参考にしながら共同利用・共同研究拠点

の今後の活動方針の再検討や改善アクションプランを策定し、さらにコミュニティに貢献できる研究拠点となることを目指して活動していく計画です。



写真：シンポジウム集合写真



「検層データからわかる地球の姿 ～南海トラフ地震発生帯掘削計画から得られたデータをもとに～」

桑野 太輔（千葉大学）

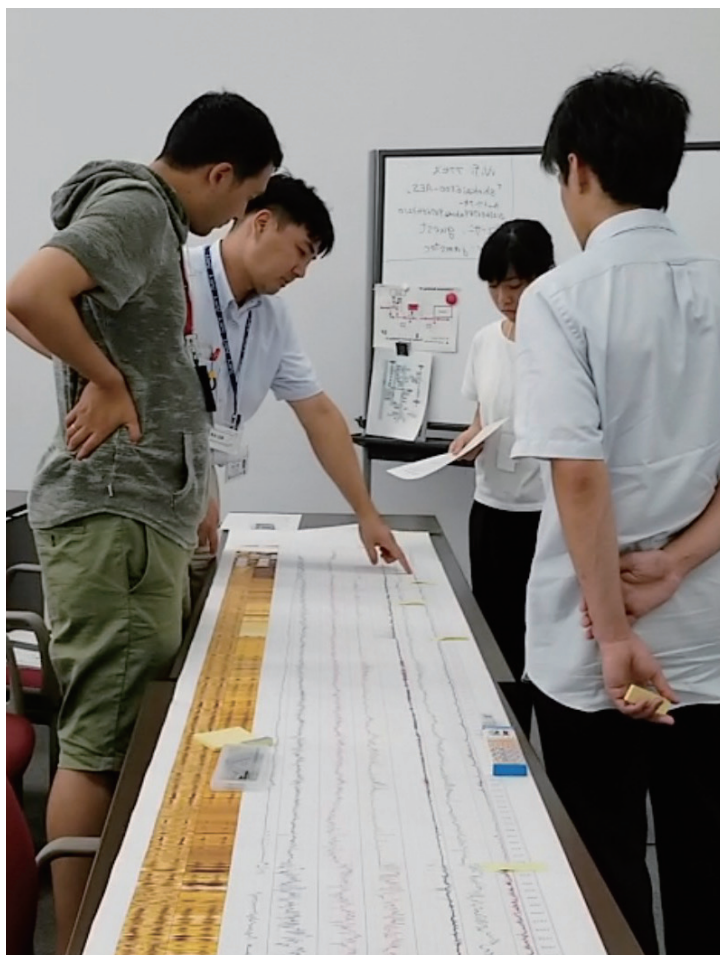
私は、2018年7月18日から20日に開催されたコアスクールロギング基礎・アドバンスコースに参加しました。私は、陸上の地層を対象として石灰質ナノ化石の研究を行っていますが、今後、国際深海掘削計画の研究航海で得られたコア試料を用いる予定であるため、掘削される際に行われる物理検層に対しての知識を有しておきたいと思い、このスクールに参加しました。

1日目に行われた基礎コースでは、物理検層の基礎を学び、ロギングデータを用いて岩相の解釈を行いました。各種ロギングデータにはベースラインやトレンドの違いが見られるため、これらのデータの違いによって区分されたロギングユニットを認定することができます。当初、私は初めてロギングデータを取り扱ったため、ベースラインのシフトやトレンドの違いになかなか気づくことができず苦戦しました。しかし、最終的には少しずつ違いを捉えることができるようになりました。ロギングデータから推定された岩相は、実際に採取されたコア試料の岩相と比較しても大きな相違がないことから、物理検層の有用性について改めて実感しました。

2・3日目に行われたアドバンスコースでは、ロギングデータに加えて、コア試料やカッティングス、反射法地震探査のデータを複合させることで、海底面下約3,000 mまでのロギングユニット区分やそれらの地質学的な解釈を

各々の班でまとめ、発表を行いました。これらの解釈はより詳細な変動から褶曲を認定している班や、地下構造を図で示している班などがあり、各班ともに独自性に富んだ発表で、非常に実りのある時間でした。

今回のコアスクールを通して、物理検層の基本的事項、ロギングデータの見方や、それを用いた岩相や地質構造の解釈についてなど他では学ぶことができないことを系統的に学ばせていただきました。講師の方には、充実した講義、および演習をご準備いただき、非常に貴重な経験をさせていただいたことを心より感謝申し上げます。



写真：ロギングデータを解釈している様子



炭酸塩岩の世界へダイブ！

高橋 凧（琉球大学）

2019年3月31日から4月2日の3日間、東北大学で炭酸塩岩の岩石コア記載技術コースが開催されました。このコースは、特に大学カリキュラムでは体系的に学ぶ機会のほとんどない岩石コアの岩相記載の方法や構造解析に関する記載の方法などについて、レクチャーと実習を通じて理解し実体験することを目的としています。

このコアスクールにはお手伝いとして参加した東北大学の学生も含めて8人の大学生、大学院生、ポスドクなどが参加しました。最年少は学部4年生でした。

初日の前半は現世炭酸塩生物殻・骨格、非骨格粒子や石灰岩の岩相区分などの基本的なことの解説を実際にサンプルを見ながら受けました。後半は炭酸塩岩の薄片を観察し、造礁生物および粒子の同定をしました。2日目、3日目は様々な石灰岩のサンプルを観察した後、実際に沖縄の読谷村や白亜紀の炭酸塩岩のコア試料を観察し、先生から観察の要点と記載法を受けながらコア記載をしました。

私はこのようなコアスクールへの参加は初めてで、最初はどんなことをするのか、ついていけるのかどうかなど分からずとても不安でした。しかし、受けしてみると分かりやすい説明で、先生方も質問に丁寧に答えていただき不安はすぐにはなくなりました。3日目には

もっと受けていたい、詳しく学んでいたいと思い、終えるのがとても惜しかったです。

このコアスクールでは他大学の学生とも交流ができ、その交流の中で私は自分の研究への向きあい方を考え直すきっかけをもらうなど、とても身になる経験をすることができました。不安なことも勇気をもって挑めば必ず身になると改めて感じ、参加して良かったと心から思いました。



写真：岩石記載技術コースの参加者たち

