



高知コア研究所は、高知県南国市に居を構え、国立大学法人高知大学の海洋コア総合研究センターと共同で高知コアセンターを運営し、掘削コア試料の分析・研究・保管を行う中核的な研究拠点です。

本報告書では、高知コア研究所の活動について、ご紹介いたします。



高知コア研究所 所長 木下正高

1. 所長からごあいさつ

高知コア研究所は、掘削コアの分析・研究、そして保管まで一連のプロセスを行う拠点として2005年10月に発足しました。2008年からは統合国際深海掘削計画 (IODP) のもと、世界に3つあるコア保管拠点の一つとしてインド洋・アジア-オセアニア域を担当し、掘削コアの管理・提供を始めました。2014年4月現在、約100km、17万本に及ぶコア試料が保管され、世界中の研究者に利用されております。

また、地震断層の物理・化学的性質の研究、微量元素・同位体地球化学の手法を用いた海洋と地殻における物質循環の研究、分子生物学・生物地球化学の手法を用いた海底下生命圏の研究の3つの分野で世界の最先端を拓く研究を進めております。今後、これらの基礎研究をさらに進めるとともに、各分野を横断し東北地方太平洋沖大地震に関する調査研究や、海洋における資源・エネルギーに関する基盤的研究を発展させることが期待されております。

これらの活動は、高知大学海洋コア総合研究センターと共同して運営する施設「高知コアセンター」で行われています。

研究はもとより、最先端の分析機器や、コア保管庫の運営、人材育成のための分析手法を学ぶコアスクールの開催などを、高知大学と共同で実施しており、名実ともに掘削科学研究の拠点として充実してきました。今後も内外の研究者が魅力を感じ集う場となるよう運営していきたいと思っております。

2. 所長に聞きました

(1) コア試料から何が分かるのでしょうか？

大きく3つあると思います。1つ目は、コア試料を過去の出来事の語り部として、地球の歴史が分かることです。堆積物は年代の古い順に下から溜まっていきますので、円柱状に採取したコア試料には、昔の火山活動や環境変動の様子など、過去から現在に至るまでの出来事が記録されているわけです。コア試料を解析することは、過去の地球の歴史を紐解くということになるでしょう。

2つ目は、地震などの地殻変動や海底地滑り、マグマ噴出など、現在の地球上で起こっている変動現象のメカニズムの解明や予測が、コア試料を用いることで可能になります。例えば、大地震がどの位のサイクルでどのように起きているのかを解き明かす鍵が、コア試料に含まれています。

3つ目は、JAMSTEC の特徴的な研究活動かもしれませんが、地下にある有用な物質 (化学成分) や生命 (微生物) を探る鍵としてコア試料が用いられます。これらの研究を進めてレアアースやメタンハイドレートのように有用な物質や微生物が発見できれば、社会に大きく貢献できるのではないのでしょうか。

(2) コア試料はどのような研究に活用されていますか？

まず過去の状況を知ることが出来るので、地球環境変

動の解明に活用されています。地球上の元素の同位体比は、その時々環境により変動していますから、当時の生物が取り込んだ元素の同位体比は、現在のものとは異なります。つまり化石中の同位体比を測定することで、当時の環境が推定できます。このことを応用した研究の例として、JAMSTEC 高知コア研究所では、タヒチのサンゴ礁を掘削して酸素やホウ素の同位体比の測定をしており、最終氷期からの回復期に海水が酸性化していたことがわかりました。非常に微小な環境（気温や酸性度など）の変化を調べるには、微量元素濃度や同位体比を測定するための極めて精度の高い質量分析計が必要となりますが、高知コア研究所ではそのための設備があり、これまでよりもはるかに高い時間分解能での環境変動についても測定することが可能になってきました。

次に地震研究に対する活用です。地震は地下の断層がずれることにより発生しますが、地震発生メカニズムを知り、予測するためには地震を起こす断層のコアを採取し、過去に地震が発生した証拠があるのか、そして今後地震が発生する状況があるのか、調べます。海底巨大地震の断層物質は、JAMSTEC の地球深部探査船「ちきゅう」により、3.11 東北地震震源域や、南海トラフから採取されました。これを用いた研究の例として、断層の岩石の摩擦係数を調べるというものがあります。摩擦係数の計測は、実際の地震が発生する時の断層滑りの速度を再現することが重要です。地震発生時には断層を構成する岩盤は秒速約 1m 程度で滑るのですが、今まではこれを実験室で行うことが出来ませんでした。しかし、近年、地震発生時の摩擦係数を計測することが可能となり、高知コア研究所でもこの計測を行っています。その結果、大きな被害をもたらした東日本大震災が発生した断層の摩擦係数は低いことがわかりました。南海トラフについてもどうやら摩擦係数が低いことが分かってきており、注視されています。

3つ目に有用な物質や生物を調査するということですが、これについてもコアが活用されます。高知コア研究所での研究から、海底下の地下深くにも数は少ないけれども生きた微生物がいることがわかりました。これらの微生物は、非常に活性が低く、微生物の数が少ないため、その試料から微生物を分別して活性（生きているか）分析するためには非常に高度な技術が必要となります。高知コア研究所の持つ世界トップクラスの技術をもって初めて可能となりました。さらに、地球深部の生命圏がどのような機能を持っているのか、人間にとって役に立つものとなりうるかどうかとも研究しています。

その他にも、高知コア研究所には世界各国から多数の研究者が訪れてコアを用いた研究を行っていますので、コア試料は多くの研究分野で有効に活用されています。

(3) JAMSTEC がコア試料を保管するという役割を担う意義とはなんでしょうか？

高知コア研究所は高知大学海洋コア総合研究センターと共に、「高知コアセンター」を運営します。高知大学とコラボレーションすることで、効率的にコアの保管や分析を行うことが出来ます。また IODP（国際深海科学掘削計画）や、高知大学が行っている全国共同利用の制度の中で、コア試料を多くの研究者に利用してもらうこともできます。IODP の実施機関として、JAMSTEC では、地球深部探査船「ちきゅう」を運用しています。運用に加えて我々がコア試料を保管し、研究に対するいろいろなサービスを行うことで、IODP を積極的に推進し、国際的な研究に貢献できるということに、JAMSTEC が受け持つということについての意義があると思います。

(4) これからの高知コア研究所の方向性や目指すところを教えてください。

今後についても高知大学と研究者に対するサービスをより強化していきたいと思っています。また、研究についてはこれまでの研究を軸に継続していくことは勿論ですが、それにとどまらず、地震防災や環境変動・海底資源など、社会に貢献できるような出口を見据えた研究を JAMSTEC の他の部署とも歩調を合わせて進めていくつもりです。また、高知コア研究所が持っている精度の高い分析装置、そして、それを扱うことのできる高い技術を持ったスタッフは大きな資産です。ですから、研究以外にも、海外からコア保管・分析を受託したり、外国の技術者に対する技術の移転などを通じて海外でのコア試料保管についてのノウハウが向上すれば、日本の世界に対する貢献はより大きなものとなると思いますので、これらの事にも力を入れていきたいと思っています。

(5) 地域社会への貢献について、どのような活動をしていますか？

高知コア研究所は室戸ジオパークの事業を行う上で包括連携協定を結んでおり、室戸ジオパークの普及・啓発、研究の推進、ガイド等の人材育成などのお手伝いをさせていただいています。また、年に一回、施設の一般公開や講演会を実施していますし、地元のイベントでの展示や各種学校での出前授業など、海洋科学の研究活動やその成果を一般の方々に知ってもらうための活動もしています。

それと、ここ高知県南国市は海に近く、南海地震の震源域にも近いので、南海地震による津波対策を考えなければいけません。高知コア研究所の付近は、高台や津波から避難できるような高い建物が少ないため、高知コア研究所の屋上を津波の避難場所として開放できるよう、整備をしています。今後も、我々が持つ資源を有効に活用して、地

域社会に貢献していけたらと思っています。

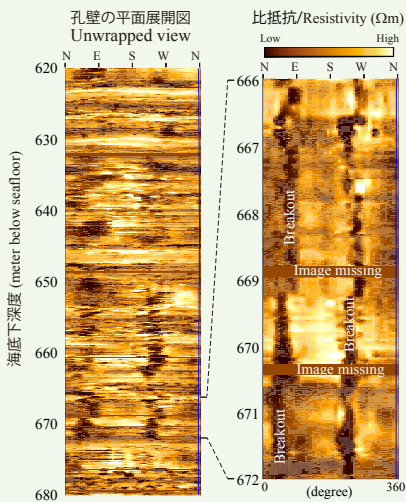
3. 業務の紹介

(1) 断層物性研究グループ

断層物性研究グループでは、プレートと断層の運動に伴い発生するプレート境界型地震等の現象を解明するために、次の研究を実施しています。

- 断層岩等の摩擦特性を実験的に解明
- 断層岩等の流体移動・拡散特性に基づく地震サイクル過程の評価と地震性活動履歴調査
- 断層帯の構造地質解析・化学分析に基づく断層滑り挙動解明と掘削孔内の連続的物性評価
- 断層帯を含む沈み込み帯の応力状態の時空間分布の解明

2012年に行われた東北地方太平洋沖地震緊急掘削(JFAST掘削)では、大津波を引き起こした断層近傍付近の地震発生後の応力状態を明らかにしました。その結果、地震前には逆断層型(圧縮の場合)であったのが、地震発生後には正断層型(伸張の場合)に変化したことを突き止めました。



JFASTから得られた掘削孔壁の比抵抗イメージ(円柱状孔壁イメージを平面に展開した図)。地層中の応力状態と岩石の強さの関係によって、孔壁に局所的な圧縮性破壊であるブレイクアウト(Breakout)が発生することがあります。比抵抗値が低い領域の黒色帯状の模様(向きがほぼ180°異なる2本)がブレイクアウトです。このブレイクアウトを解析することによって、JFASTで断層上盤内の応力状態を決定しました。

今後は、断層のすべり特性を決定する断層岩の物理・化学性質を総合的に解明するために、沈み込み帯掘削のコア試料等の摩擦・力学挙動や流体移動・拡散特性の実験的研究と構造解析・化学分析を行うとともに、沈み込み帯の応力状態の時空間分布を解明する目的の掘削コア試料等による応力測定を実施予定です。

(2) 地球深部生命研究グループ

地球深部生命研究グループでは、地球深部探査船「ちきゅう」によって海底から採取されたコア試料などを用いて、地球内部に生息する生命および生命圏に関する多くの謎を解明するために、次の研究を実施しています。

- 海底下深部の堆積物に生息する微生物の地理的空間分布に関する研究：科学海洋掘削などによって蓄積さ

れている膨大な地球科学的データと、次世代シーケンサーなどによって得られる生命科学のビックデータを活用し、「ジオバイオインフォマティクス(地球生命情報科学)」による「海底下のセンサス」プロジェクトを実施。地球内部環境における生命生息可能条件や、生命活動の種類や規模を規定する環境要因を追究する。

- 地球深部生命の生理・生態学的機能に関する研究：単一細胞から群集レベルの同位体地球化学・分子生物学融合分析手法の開発および適用により、地球深部生命の代謝機能や環境適応・進化、長期生存戦略等に関する生理・生態学的機能を解明する。

今後は、世界各地の海洋底より採取された堆積物コア試料から網羅的に環境ゲノムDNAを抽出・精製し、海底下微生物の多様性や群集構造の全球規模のマッピング、地球深部生命の単一細胞・単一系統の選択分取・濃縮技術・遺伝子解析・元素同位体分析手法の開発、単一細胞レベルの超高感度元素・遺伝子分析により、地球深部生命の代謝機能や進化プロセスを明らかにする等を実施する予定です。

また、青森県八戸沖の海底下深部石炭層生命圏や南太平洋遠流域等の極限的な地球深部環境における生命圏の限界・規定環境要因を明らかにする事や、南海トラフ室戸沖の沈み込み帯生命圏に関する掘削プロポーザルの策定・立案を予定しています。

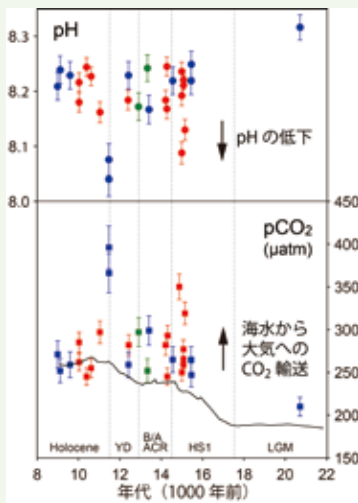
(3) 同位体地球化学研究グループ

同位体地球化学研究グループでは、海洋底から得られた掘削コア試料等に記録された化学的な情報を最先端の質量分析機器を用いて読み解くことで物質循環や地球環境変動の謎を解明するために、次の研究を実施しています。

- 高精度同位体分析研究開発：掘削コア試料が持つ化学的情報を最大限に引き出す高精度金属同位体分析・解析技術の開発研究、及び「流体岩石化学」研究の展開
- 微小領域分析研究開発：高知コア研究所ならではの極小量・極微小領域の高精度同位体・微量元素分析・表面観察技術の研究開発

今後は、軽元素(ホウ素、リチウム)・重元素(ストロンチウム、レアアース等)の安定同位体高精度分析法の開発やその他の金属元素の高精度同位体分析に基づき、地震時の断層内物理化学過程(JFAST掘削等)、グローバルな地球環境変動(海洋酸性化等)、流体が関係した地球内部循環等に関する研究を実施する予定です。

また、ナノメートルサイズの微小領域の同位体イメージング・同位体比測定・超微細構造観察技術や局所高精度同位体分析法の開発に基づき、マグマや地殻の形成等地球内部の様々な化学的素過程や物質循環、海底下微生物の活性・代謝等に関する研究も実施する予定です。



IODP タヒチ掘削で得られたサンゴの高精度ホウ素同位体分析により見積られた表層海水の pH と CO₂ 分圧の変化。最終氷期からの回復期において、中央赤道太平洋域の表層海水が 2 回に亘って顕著に酸性化していたこと、この海域が深海から大気へ CO₂ を輸送する経路となっていたことが明らかになりました。

(4) 科学支援グループ

科学支援グループでは、とても貴重な科学サンプルである海底コア試料（海底から掘削して取るサンプル）を研究者のニーズに応じた分析を進められるように最先端の高度な分析機器を駆使して分析データの品質（精度）を一定に保ちながら分析及びその手法を開発しています。主に次の業務を実施しています。

- 分析機器群の保守運用および活用支援
- 新保管庫棟に係わる整備
- 若手育成・アウトリーチ事業：地球科学分野の未来を担う研究者を育成するための「コア解析スクール」などを開催
- キュレーション：
 - ・IODP キュレーション：冷蔵保管庫における試料の適切な保管と管理、世界中から寄せられる試料利用申請の受け付け、申請内容の評価、コア試料からのサンプル採取とその梱包・配送手配など
 - ・DeepBIOS キュレーション：地球深部探査船「ちきゅう」で採取された掘削試料の一部を極低温状態（▲80～▲160℃）で凍結し、遺伝子多様性の解析や分子生物学的な解析等、新たな研究に供することが出来るように保管・管理し、試料提供するなど
 - ・JAMSTEC コアキュレーション：JAMSTEC 研究船等の研究航海により採取した海底堆積物試料を保管・管理し、試料提供するなど

今後は、生物多様性条約（CBD）の目的の一つである ABS（Access to genetic resources and Benefit Sharing（遺伝資源の利用から生じた利益の公正で衡平な配分））問題があり、この国内法整備に基づく試料提供の方法を JAMSTEC 全体的として検討する予定です。

また、今後増加する試料の保管・管理についても、新保管庫棟の運用と合わせ引き続き検討する予定です。

4. 高知コア研究所巡り（施設紹介）

高知コア研究所（高知県南国市）は、高知龍馬空港に隣接した高知大学農学部（物部（ものべ）キャンパス）の敷地内にあります。物部キャンパスの入口から 10 分ほど歩くと、近未来的な雰囲気の高知コア研究所の建屋が見えてきます。



高知コア研究所正面

高知コア研究所の建屋の中央部は実験室や事務室などがあり、西側にはコア試料を保管するコア保管庫が設置されています。また、これまでのコア保管庫が満杯になったため、2014 年に実験スペースを併せ持つ新保管庫棟が建屋の東側に建設され、現在は実験設備の設置などの作業が進められています。

入口を入ると、明るい雰囲気のエントランスホールがあり、研究に関連した展示が行われています。



エントランスホールの様子

高知コア研究所は、公立大学法人高知工科大学とともに室戸ジオパークの監修を行っており、ジオパークに関連した展示も見ることが出来ます。

西側に設置されたコア保管庫（広さ 1,978m²）には第 1～第 4 コア冷蔵保管庫（庫内温度 4℃）と冷凍試料保管室（室内温度▲20℃）があり、インド洋とアジア・オセアニア域で採取された約 17 万本のコア試料が保管されています。



コア保管庫の入口



防寒衣を着用して庫内の作業を行います



棚に保管されているコア試料

コア試料は、地球の歴史が記録された極めて貴重な試料であるため、個別に容器に収納され、採取場所や採取年月日などをデータベースに登録して保管するとともに、世界の研究者の求めに応じ試料としても提供されています。

ところで、高知県南国市は南海地震の震源域に近く、また、高知コア研究所は海から2kmほどしか離れていないため、この巨大地震に伴う津波による被害が想定されています。この津波の被害からコア試料を守るため、通常の保管容器に収納するだけでなく、防水性の袋でパッキングすることで海水に浸った場合でもコアを守れるような対策を施しています。



津波の浸水被害からコア試料を守るため一つ一つパッキングされている

また、高知コア研究所周辺には津波発生時に避難できるような高台や高層の建物が少ないため、高知コア研究所では津波発生時の地域の避難場所として開放できるよう、整備を行っています。



津波の避難場所として整備されている屋上

高知コア研究所では、巨大地震・津波の発生メカニズムを解明する断層物性研究、海底下の生命と機能を探る地球深部生命研究、化学的な視点から物質循環や地球環境を探る同位体地球化学研究、コア試料の管理・利用審査・配布を行うキュレーション業務を行っています。それらの研究・支援業務を行うための実験室や研究室、各種分析機器類が設置されています。



X線による透過映像を利用し、コア試料などの内部構造を非破壊で調べることのできるX線CTスキャナー



コア試料からサンプル採取を行うサンプリング室



岩石の物性を計測するためのリング式高速剪断摩擦試験機



外来研究者のための居室

2013年度には、地球深部試料の微小空間を構成する無機鉱物、有機物、水、生命物質等の正確な元素・同位体組成、分子生物学的分析を行うため、高精度大型2重収束セクター磁場質量分析計(IMS-1280HR)、収束イオンビーム極微試料加工システム(FIB)、透過型電子顕微鏡(TEM)、生体高分子質量顕微鏡などの最先端の分析機器を導入し、既存の超高空間分解能二次イオン質量分析装置(NanoSIMS)などと併せ、世界最高クラスの超高感度・高精度微小空間分析機能を有する研究所となりました。



高精度大型2重収束セクター磁場質量分析計(IMS-1280HR)



透過型電子顕微鏡 (TEM)



超高空間分解能二次イオン質量分析装置 (NanoSIMS 50L)

さて、前述のとおり、これまでのコア保管庫が満杯になったため、新しい保管庫棟が高知大学により研究所の東側に建設されました。新しい保管庫棟は1階、中2階、2階となっており、1階、中2階までがコア保管庫、2階が実験スペースとなっています。この保管庫棟の建設により、新たに150km分のコアの保管が可能となります。なお、この新保管庫棟についても津波対策がなされており、厚い防水扉が出入口部分に設置されています。



新保管庫の内部の様子



新保管庫に設置された津波対策用防水扉



新保管庫棟の屋上も津波の避難場所として整備されている

2階部分には、各種実験室や分析装置が設置される予定で作業が進んでおり、さらなる研究の推進が期待されています。

5. 環境配慮の取組み

高知コア研究所では、コア試料の冷蔵・冷凍保管を行う関係から、相当量の電力を消費しています。このため高知コア研究所では最大需要電力(デマンド)の監視を行って使用電力の抑制を行っているほか、クールビズの徹底、電灯の間引き、コピー機、プリンター、パソコン等OA機器のこまめなスイッチOFF、空調機のこまめな温度調整を行って節電に努めています。

高知コア研究所の電力使用量は、コア試料の増加に伴いコア保管庫の稼働率が増加したため上昇傾向にあり、さらに昨今の分析機器の新規導入や、新しい保管庫棟の建設に伴いこれまで以上に電力使用量の増加が見込まれます。高知コア研究所では今後とも各種の対策を行い、効率的な電力使用を心がけていく予定です。

6. イベント紹介

高知コア研究所では、施設一般公開や講演会などのイベントを実施していますので、是非お出かけください。イベント情報については逐次次のURLでご案内しています。

<http://www.jamstec.go.jp/j/pr/event/>

また併せて、高知コアセンターのホームページでもご案内していますのでご覧ください。

<http://www.kochi-core.jp/>

(1) 高知コアセンター1日公開



高知コアセンター1日公開の様子

2013年度は「見る、さわる、わかる地球掘削科学の世界」をテーマに、地球深部探査船「ちきゅう」や小惑星探査機「はやぶさ」の模型の展示や、海洋・掘削コアの説明、さらに水圧実験や海底資源の体験など、最先端の科学を紹介しました。

※本公開は、高知大学物部キャンパス1日公開の一環として行われたものです。

(2) 高知コアセンター講演会



講演の様子



パネルディスカッションの様子

高知コアセンターでは毎年一回、一般の方々向けに高知コアセンター講演会を実施しています。2013年度は高知県立県民文化ホールで、「海からの め・ぐ・み」をテーマに JAMSTEC 及び高知大学の研究者 4 名による講演と、パネルディスカッションが行われました。

*** 高知コア研究所沿革 ***

- 2000年4月：前身となる海洋コア研究センター設立（高知大学内共同利用施設）
- 2003年4月：海洋コア総合研究センターへ改組（全国共同利用研究施設）
- 2005年10月：高知コア研究所設立
- 2007年3月：2～4番保管庫に移動棚設置
- 2012年度：二次イオン質量分析計（IMS1280HR）等の導入開始
- 2014年10月：新保管庫棟竣工披露式典【予定】

*** アクセス ***

独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所
 住所：〒783-8502 高知県南国市物部乙200
 電話：088-864-6705（代）

<航空機をご利用の場合>

- ・高知龍馬空港から徒歩約15分
- ・高知龍馬空港から空港連絡バスで約5分「農学部前」下車
- ・高知龍馬空港からタクシーで約5分

<鉄道をご利用の場合>

JR土讃線「高知駅」より「高知龍馬空港」行きバスで40分「農学部前」で下車

<自動車をご利用の場合>

高知自動車道「南国IC」から約20分

詳しくはこちらをご覧ください。

<http://www.kochi-core.jp/aboutus/access.html>