

NEWSLETTER

4次元統合黒潮圏資源学の創成プロジェクト

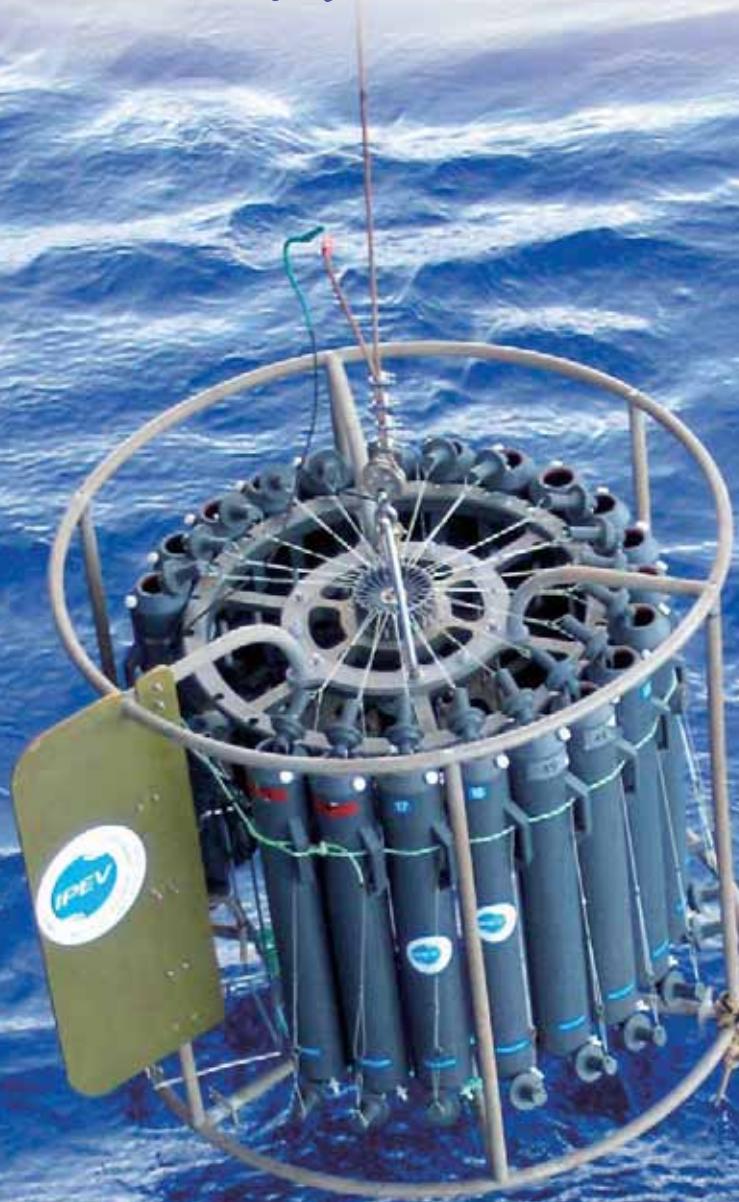
—総合的海洋資源管理新時代の幕開け—

2021 vol.5

海洋コアが語るもの



高知大学
Kochi University



CONTENTS

巻頭挨拶 徳山センター長	1
プロジェクト概要	2
I 黒潮圏資源研究の推進	3
I-1／海底鉱物・エネルギー資源の基礎研究	
I-2／海洋生物資源に関する基礎研究	4
I-3／黒潮の時空間変遷史の研究	5
II 総合的海洋資源管理の体系化	6
III 海洋人材育成および地域産業創出	
実施事業	7～

CTD-CMSを海に投入する様子

CTD (Conductivity Temperature Depth profiler) により海水の水温や塩分の鉛直構造を観測します。同時に CMS (Carousel Multisampling System) および搭載されているニスキン採水器 (テフロン製) により、研究船上から必要な深度で汚染なく海水を採取できます。

船名／マリオン・デュフレーム
機器所属／フランス極地研

ごあいさつ



センター長
とく やま
徳山 英一

令和2年度は「4次元統合黒潮圏資源学の創成プログラム」の5年次目となります。本年度は過去4年間で得られた各班の成果と、プログラム全体の目標との関連性を明確にし、最終年度に向けた本プログラムの取り纏めを実施しました。また、学部生および院生を対象とした4次元統合黒潮圏資源学の教科書出版に向けた準備を開始しました。一方、COVID-19の蔓延により制約を被った活動もありました。「I班：黒潮圏資源研究の推進」は比較的大きな影響を受けることはありませんでしたが、データ取得の機会が失われました。また、「II班：総合的海洋管理の体系化」では、平成28年度に入学した本学農林海洋科学部海洋資源科学科第1期生が新たに設置された農林海洋科学専攻海洋資源科学コースに入学し、研究者としての第一歩を踏み出しました。対面講義が困難な中、修士課程の共通科目である海洋資源学序論や、学部で開講している「総合的海洋管理（ICOM; Integrated Coastal and Ocean Management）」教育プログラムを、on-line授業により実施することが出来ました。一方、「III班：海洋人材育成および地域産業創出」では、大学院博士課程の東南アジア留学生を主な対象として、総合的海洋管理のコンセプトを持った人材育成を進めてきましたが、櫻井克年学長や受田浩之理事の出席によりフィリピンで8月に開催を予定していた博士課程修了生を中心とした同窓会の設立記念式典が中止となるなど、本年度は国費留学生プログラム等の一部の計画を実施する事が出来ませんでした。令和3年度はCOVID-19が収まり、外国との交流が再開することを期待します。

特筆すべき本年度の研究成果として、長崎他の「Chronological distribution of dinoflagellate-infecting RNA virus in marine sediment core」を挙げることが出来ます。本論文は高知県浦ノ内湾から採取された柱状の海底泥中に存在するウイルスに関する分子微生物学的な検出と多様性解析と鉛・セシウム年代測定を取り合わせ、RNA virusの時間変動を明らかにしました。本成果はvirusの時間変動を解析した極めてユニークな論文として高く評価され、環境関係の科学雑誌として高いIFのSTOTENに掲載されました。

また、地域と密着した研究成果として、奥村他の深海宝石サンゴの年代測定研究が挙げられます。足摺沖から採取された枯れ木の深海宝石サンゴの14C年代が、本海域でサンゴ漁が始まった西暦1871年より古いくことから枯れ木サンゴは人工的な攪乱ではなく、自然条件で枯れ木になったことが判明しました。本結果は、持続的宝石サンゴ漁の可否を判断する際に大変貴重な情報であることから、Radiocarbonに掲載されました。

本プログラムの達成目標に向けて令和3年度は最終年度となります。メンバー一同が研究活動を一層進展させ、プログラムの目的を達成したいと考えています。

What's “4D-Kuroshio Project”?

The Kuroshio is the western boundary current of the North Pacific Gyre. Our goal of the “4D-Kuroshio Project” is to make an innovation and renovation of marine resource sciences to realize the sustainable development of unutilized natural resources in the Kuroshio region, and also to establish educational chain promoting the sustainability. We are going to understand on the spatial and temporal variation of potential marine resources, such as marine mineral, microbial, and deep-water resources including with environmental change of Kuroshio region; 1) coastal to offshore crossing the Kuroshio (1st dimension), 2) variation of Kuroshio pathway (2nd dimension), 3) vertical profiles (3rd dimension) and 4) time variation from past to present (4th dimension).

プロジェクト概要

本プロジェクトでは、海洋資源について1. 沿岸域から沖合(1次元目)、2. 黒潮流路(北赤道海流域ー黒潮本流域ー続流域)(2次元目)および3. 水深(3次元目)という3つの次元で多角的な解析を進めるとともに、4. 過去から現在の様々な時間スケール(4次元目)を加えた4つの基軸で理解しようとする点が最大の特徴です。

第3期海洋基本計画における海洋の主要施策の基本的な6方針のうち、高知大学が得意とする「海洋の産業利用の促進」、「海洋環境の維持・保全」、「科学的知見の充実」および「海洋人材の育成と国民の理解の増進」の4分野に焦点を絞り、以下に示した研究や教育を推進します。

「4次元統合黒潮圏資源学」とは

黒潮圏を舞台にした統合型「海洋資源学」の創成



I 黒潮圏資源研究の推進

1. 海底鉱物・エネルギー資源の基礎研究
2. 海洋生物資源に関する基礎研究
3. 黒潮の時空間変遷史の研究

II 総合的海洋資源管理の体系化

III 総合的海洋管理人材の育成

I 黒潮圏資源研究の推進

I-1 海底鉱物・エネルギー資源の基礎研究

レアメタルを使った新しい分子を創り、その特性を調べる。

—ポリオキソメタレートの化学—

ポリオキソメタレート(POM)は、レアメタルに指定されているタンゲステンと硫黄等が酸素を介して結合した金属一酸素クラスターです。我々の研究室では、このタンゲステンの一部を別の遷移金属に置き換えたPOMの合成に関する研究を長年行ってきました。

その結果、既報の $[SW_{12}O_{40}]^{2-}$ を出発物質として、弱塩基によって処理することで、タンゲステンが欠損した $[SW_{11}O_{39}]^{6-}$ を合成し、さらに様々な遷移金属イオンと反応させることで $[SMW_{11}O_{39}]^{4-}$ (M=Mn, Ni, Cu, Co)が生成することを見出しました(Dalton Transaction, 2020, 49, 2766-2770に掲載され表紙にも採用されました)。これらは、導入された遷移金属に応じて、様々な化学的性質を示しています。また、POMは、多くの電子を可逆に授受できる性質(酸化還元特性)があります。しかも、還元される程度に応じて、溶液中の水素イオンやリチウムイオンと会合します。

この性質を利用して、燃料電池やリチウムイオン電池の電極材料としての研究も行われています。しかし、水素イオンやリチウムイオンと会合を伴うPOMの酸化還元反応機構の定量的な解析は、ほとんど行われていませんでした。

当研究室では、NMR、ESRおよびサイクリックボルタモグラムのシミュレーションを併用して、POMの酸化還元反応機構の定量的解析を行ってきました。2020年には、リチウムイオンが存在するアセトニトリル中における $[XVM_{11}O_{40}]^{4-}$ (X=P, As; M=Mo, W)のPOMの酸化還元反応機構の定量的解析に成功し、リチウムイオンとの会合定数などを算出することができました(Inorganic Chemistry, 2020, 59, 10522-10531に掲載されCover Articleに採用されました)。これらの値は、POMをリチウムイオン電池の電極材料としての研究において重要な基礎的データとなります。



〈新メンバー〉



● 経歴

高知大学総合人間自然科学研究科応用自然科学専攻博士課程修了。博士(理学)。2011年に学位を取得後、広島大学博士研究員、早稲田大学助教、科学技術振興機構さきがけ研究者を経て2020年3月より現職。

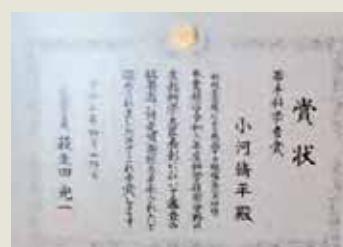
高知大学
複合領域科学部門 海洋資源科学科 講師
お ご う しゅう へい
小河 健平

現在の研究

レアメタルを含む高機能な触媒材料(レアメタル触媒)の合成と、レアメタル触媒を活用した高効率な物質変換について研究している。専門は触媒化学・無機材料化学・資源エネルギー化学。

小河健平講師が、「令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞」を受賞しました!

小河講師は、触媒化学を専門とし、化学反応を低温で進めるための触媒材料ならびに反応場の開発を行っています。受賞業績となった「新規反応場による低温での触媒反応の研究」では、希土類酸化物をベースとした触媒材料を活用し、新しく開発した反応場(少しだけ電気エネルギーを加える手法)を適用することで、メタンを効率的に水素やプラスチック原料に転換することに成功するなど、海底資源(レアメタル・メタンハイドレート)の利活用にも繋がる成果を挙げています。



若手科学者賞賞状



若手科学者賞メダル

I-2 海洋生物資源に関する基礎研究

海底堆積物コアが語る新種赤潮プランクトンの履歴

高橋迪子・高野義人・村山雅史・新井和乃・田中幸記・増田雄一(高知大学)・
和田啓(宮崎大学)・外丸裕司(水研機構)・松野恭平(JSM)・長崎慶三(高知大学)

1988年夏、高知県浦ノ内湾で赤潮が発生し、大量のアサリが
つい死しました。検鏡の結果、かつて見たこともない奇妙な遊泳運動
をする紡錘形のプランクトンが試水中から発見されました。これ
が、ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマと呼ばれる赤潮原因渦鞭
毛藻です。調査の結果、本種は魚類には毒性を示さないが、アサ
リ、カキ、アコヤガイといった二枚貝類を特異的につい死せると
いうことが明らかとなりました。

本種の有害性に鑑み、当初、赤潮対策の一環として本種を宿主と
するウイルスの探索が行われました。その結果、本種に感染する小
型1本鎖DNAウイルス(HcRNAV)が発見されました。宿主である
ヘテロカプサの増殖に伴いHcRNAV密度は増加し、赤潮の衰退後
に減少するというサイクルが明らかとなり、両者間の密接な生態学的
な関係性が示唆されました。しかし依然として、そもそも謎は残さ
れたままでした。「なぜ突如として浦ノ内湾で本種の赤潮が発生した
のか?」

この謎解きは、海洋資源・環境を「線・面・深さだけでなく過去
から現在の様々な時間軸で理解」しようとする本プロジェクトの概
念に合致します。ここでは、海底堆積物コアの解析による過去の
生物環境の推定事例を紹介します。

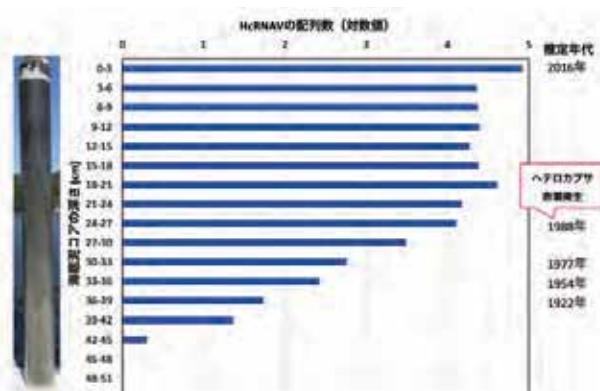
我々は浦ノ内湾の海底に堆積している泥に注目しました。一般に、
内湾域においては年間0.6~1cmの堆積物が海底に降り積もるとい
われています。浦ノ内湾は、湾口が浅く狭い、また大型流入河川もない、
きわめて閉鎖的で外洋との海水交換の少ない湾であることから、
降り積もった堆積物は年代順に層を成しており、そこに過去の環
境履歴が蓄積されている可能性が高いと考えました。

まず、海底堆積物コア各層ごとの年代を推定し、並行して各層の
HcRNAVの分布状況を調べました。その結果、ヘテロカプサに感
染するこのウイルスは、ヘテロカプサ赤潮が初めて起きた1988年

よりもはるか以前(少なくとも1920年代)から同湾内に存在して
いた可能性が高いと考えられました(図)。また、HcRNAVが増
加した時期は、浦ノ内湾での養殖が拡大した時期ならびにヘテロ
カプサの赤潮が発生した時期とほぼ一致しました。

すなわちHcRNAVの宿主である赤潮藻ヘテロカプサは、1900
年代はじめから浦ノ内湾に生息しており、養殖の振興に伴う環境変
化により徐々にその個体群を拡大していった可能性が高いと思われ
ます。1988年の赤潮のトリガーは不明ですが、その後も浦ノ内湾で
はしばしば本種による赤潮が起きていることを考えれば、個体群サイ
ズとしてはいつでも十分に赤潮を引き起こせるだけのポテンシャルを
有していたのでしょう。

本研究の結果から、堆積物中の層ごとの年代測定および標的ウ
イルスの探索を行うことで、さまざまな過去の生物現象の推定技術
となりうることが示されました。この手法は、今後、感染症の発生履
歴等を検証する際にも同手法が役立つ可能性が考えられます。



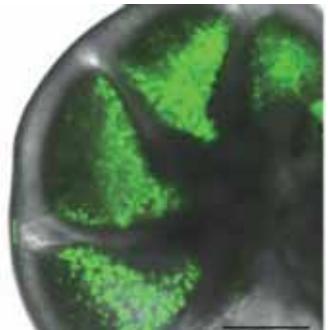
海底堆積物コア各層の推定年代(右)とHcRNAV由来の配列数(棒グラフ)

I-3 黒潮の時空間変遷史の研究

人工微粒子による海洋汚染と生物への影響

海洋コア総合研究センター 氏家由利香

多様な人工物から排出されるマイクロ・ナノサイズの人工微粒子(マイクロプラスチックを含む)は、その多くが難溶性・難分解性の物質であり、海上に残留し、黒潮圏のみならず全海洋生態系へ悪影響を及ぼすとして危惧されています。人工微粒子は、近年、認識された汚染物質であるため、生物への影響、特に生体内での動態や代謝メカニズムは未だ知見が乏しいのが現状です。そこで、日伊国際共同研究として、海洋性原生生物・有孔虫を用いて、人工微粒子の暴露実験を行い、生理的な応答・遺伝子発現の両側面から人工微粒子の毒性を評価する研究を行なっています。これまでの研究から、有孔虫は人工微粒子を細胞内へ取り込み、ストレス物質を発することが確認されました(写真)。さらに、経時暴露実験から、暴露24時間後には通常の代謝状態に戻り、生存することも分かりました。こうした特性から、有孔虫には人工微粒子に関する毒性の代謝だけでなく、解毒作用もあると考えられ、現在、発現遺伝子解析を進めています。



暴露実験時の有孔虫の共焦点レーザー顕微鏡の画像
緑色はストレス物質(活性酵素)を示す。スケールは50 μm
引用元: Ciacci et al. (2019) Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56037-2> 氏家共著

国際深海科学掘削計画(IODP)Exp.379航海オンライン会議

国際深海科学掘削計画(IODP)Exp.379(アムンゼン海西南極氷床発達史)の航海後会議(当初2020年9月北欧での開催が予定されていたもの)は、コロナ禍の影響で延期となり、代替え措置としてオンライン会議が2020年6月25日に開催されました。11カ国(米、独、英、NZ、仏、印、日ほか)からの乗船研究者29名(時空変遷史グループの岩井雅夫教授を含む)とその学生15名ほかが参加。最大17時間の時差がある中3時間にわたり、航海後研究の進捗状況

況や予察的結果について闊達な情報・意見交換が行われました。南極辺海の掘削では、過去に起きた地球温暖化に伴う氷床崩壊と、海洋循環や生物物質循環へのインパクト理解が進むと期待されていますが、南極は深層水の形成や深層大循環の駆動に重要な役割を果たしており、マンガン鉱床の形成を左右する海中の酸化還元環境にも影響を与えると考えられます。



オンライン会議の様子

The meeting is scheduled for Thursday, 25 June at 13:00 UTC (Zoom details below).

Time Zone	Location	Meeting Time
PDT	Pacific US	6:00
MDT	Western US	7:00
CDT	Mid-US	8:00
EDT	Eastern US	9:00
BST	UK	14:00
CEST	Europe	15:00
IST	India	16:30
CST	China	21:00
KST	Korea	22:00
JST	Japan	22:00
AEST	Australia	23:00
NZST	New Zealand	1:00

<-26 June!

各タイムゾーン(計12)における会議開始時間

II 総合的海洋資源管理の体系化 III 海洋人材育成および地域産業創出

大学院設置による海洋人材教育体制の充実

今年度新たにスタートした農林海洋科学専攻(修士課程)には、海洋資源科学コースが設けられ、18名の学生が修士(海洋科学)の修得を目指して学びを開始しました。海洋資源科学コースでは、「持続可能な水産生物資源の生産と活用」、「海底資源学序論」、「海洋生命科学序論」の3科目が必修科目となり、海洋資源に様々な角度から取り組む研究の最先端に触れることができます。

新型コロナウイルスの感染拡大防止策の影響で、対面での国際交流による2020年度の人材育成活動はすべて中止となりました。また、2019年度より検討を進め、2020年9月3日、4日にフィリピンビコール大学において、ビコール大学および高知大学の両学長や理事の招へいにより開催を予定していたフィリピン人修了生に



赤池慎吾コーディネーターと参加者

よる同窓会の設立記念式典も開催が見送されました。しかし、オンラインを通じた同窓会の活動推進の議論(右写真)を皮切りに、修了生や本学教員によるセミナーの企画や発表、国際学会での発表などの国際交流活動は活発に行われました。

また、修士課程の学生の学年進行に合わせた2022年度開始の博士課程について、黒潮圏総合科学専攻内に海洋資源科学コースと総合科学コースを設置することが正式に決定し、カリキュラムの検討などが開始されました。



国立台湾海洋大学の产学研民連携による人材育成の取り組み紹介



オンラインによる同窓会打ち合わせ

「4次元統合黒潮圏資源学」出版計画

平成30年11月に実施した外部評価委員会による中間評価では、プログラム全体の方向性や個別研究の関連を明確にすること、研究成果を学部・大学院教育へ還元することの必要性が指摘され(中間評価報告書、令和元年2月)、プログラム全体会議(令和元年10月)において、「黒潮圏資源研究の推進による研究成果をもとに総合的海洋資源管理の体系化を実現し海洋人材の育成を目指す」という基本方針が共有されるとともに、その実現にむけ「4次元黒潮資源学に関する教科書を作成すること」が

目標として掲げされました。令和2年度には、本プロジェクトによる研究教育活動の成果を教科書にとりまとめる基本方針を合意し(令和2年4月)、目次構成や執筆要項について検討(10月)、各節の執筆者と執筆タイトル最終案(令和3年1月)に基づき初稿を執筆・収集しました(～3月)。令和3年度マスタープランの重点実行計画として教科書出版を位置づけ、事業最終年度完成と授業での活用を目指しています。

実施事業(研究)

2020年度の主要な活動や成果をご紹介します。

「土佐沖メタンハイドレートの実用・商用化にむけて」 2021年版の提言

2015年9月に土佐経済同友会「メタンハイドレート推進委員会」より『土佐沖メタンハイドレートの実用・商用化に向けての提言』を受け、本構想を実現化するために、県内の産官学を中心とした関係機関の連携により、「土佐沖メタンハイドレート実用・商用化プラットフォーム研究会」は、2018年3月よりスタートしました。昨年には、当会で実用・商用化を実現するために、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)が公募をした『国内石油・天然ガス基礎調査(基礎物理探査)調査候補地の提案募集』へ産官学が連携をし、新規調査候補地として土佐沖で応募しました。

世界初のメタンハイドレートの実用化を目指し、県内では、地産地消のエネルギー源としての実用・商用化を目指す2021年版の提言について、県内外に周知すべく報道発表を行いました。

高知県浦ノ内湾における 人新世以降の底質環境変化の解析

2019年3月に、浦ノ内湾において音波探査による海底地形調査、海洋コアの採取などを学内調査船「ねぶちゅーん」をもちいておこないました。特に、環境汚染の負荷が大きい湾奥の鳴無(おとなし)神社前で採取された海洋コア(4M)には、過去数千年の環境史が記録されています。浦ノ内湾における自然環境の歴史から、「人新世(Anthropocene)」とよばれる1800年代の産業革命以降、さらに1950年代以降、人口の増加が著しくなり人間の自然への影響を解明する上で貴重な試料です。

「人新世」における底質環境の変化から、海洋汚染の実態とその履歴の解明をおこなう必要があります。特に、内湾の汚染物質の環境への負荷とそれらの挙動、生物相の変化を明らかにすることが必要です。現在、海洋コアの物性や重金属、有機物、貝化石の変遷、環境DNAなどの解析が進行中です。これらの研究は、本学が取り組むSDGs（持続可能な開発目標）の1つである「海の豊かさを守ろう」に関連するプロジェクトの一つです。



写真1：調査船「ねぶちゅーん」による海底コアの採取の様子

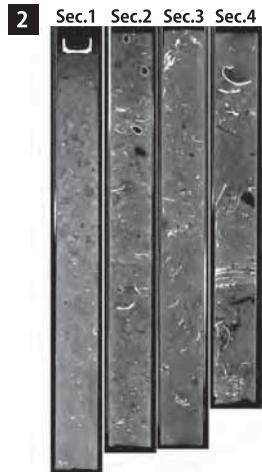


写真2: 浦ノ内湾奥の鳴無神社前で採取された海洋コア(4M)のX-CT画像。各セクションの長さは約1メートル。多くの貝殻片が白く写っています。

黒潮圏がほこる謎の温泉資源を探る

地下の水の動きを知ることは、鉱物やエネルギーの資源や地震といった地殻変動の理解につながります。四国をはじめとする西南日本の太平洋に面した地域(黒潮圏)が、地下深くから上昇する水の恩恵を受けている場所であることはあまり知られていません。図は、日本の温泉の分布です。地下の岩石と高温で反応した結果である温泉水の湧出は、熱源となるマグマが地殻上部にある火山周辺に多く見られます。一方、火山がなく、温泉水を作り出す高温場が地下深くにしかない海溝に近い地域(前弧域)では、東北日本のように温泉が少ないことが特徴です。しかし、図のように、西南日本の太平洋側(黒潮圏)には温泉が多い。西尾研究室では、地下深部の水に関して、温泉水の研究で伝統的に用いられてきた化学ツールに比べて桁違い高感度で新しいツールであるリチウムの同位体指標を軸に用いて、日本の前弧域の温泉の調査研究を進めています。2020年度から科学研究費の基盤研究(B)として、研究計画『湧水の多元素同位体から西南日本と東北日本の沈み込みプレートの脱水様式の違いを探る』が開始されました。温泉というと風呂のイメージが強いですが、温泉成分が希薄な湧水は、飲用水や農業用水、さらには神社などの信仰に日本人は利用しており、地球科学・水文学・生命科学・地形学等の理学分野から、農学や人文科学を含めた広い学問分野に新しい『つながり』をもたらす可能性をもっています(西尾嘉朗)。

図：日本温泉協会出版「温泉」より大山正雄氏作図に追記。

神奈川県温泉地学研究所web掲載

[https://www.onken.odawara.kanagawa.jp/hotspring/onsen_kouza/20200511-03.html]

日本の火山分布と温泉分布の比較



ヘドロでエビ養殖! ～食物連鎖で“厄介者”を“資源”に～

東南アジアのエビ養殖は、たいてい過密養殖な上に人工配合飼料(ペレット)を大量に与えて速やかな成長を期待するものです(これを“ブロイラーエビ”と呼ぶことにします)。このため近年では養殖池底泥の環境悪化が著しく、疾病の発生による大量斃死が起こるなど、大きな問題となっています。そこで本研究では、エビ養殖池に自然発生する赤虫(ユスリカ幼生)やボウフラ(蚊の幼生)およびGutweedと呼ばれるアオサ類緑藻を代替飼料としてうまく利用し、ペレットの給餌量削減と環境保全を両立させることを目指しました。

研究の結果、エビは赤虫を速やかに取り込み、極めて速やかに消化されることが明らかになりました。またエビの成長も生残率も、ペレットと全く遜色ないことも分かりました。ボウフラは赤虫よりは悪いものの、無給餌の時よりははるかによく成長すること、またGutweed表面は赤虫の生息場所となり、成長を助けることも分かりました。赤虫やボウフラは養殖池底泥の有機堆積物を餌として利用しています。またGutweedは養殖池の栄養塩を利用して成長しています。このことから、昆虫幼生をエビ養殖の代替飼料として利用する事で、ペレットの給餌量が削減可能であるのみならず、養殖池に長年蓄積された、エビ養殖の残餌や糞による底泥有機物(ヘドロ)や無機栄養塩を、赤虫やボウフラおよびGutweedを経由した食物連鎖を利用して消費し、再びエビのバイオマスに転換(これを“放し飼い地鶏エビ”と呼ぶことにします)できることが明らかになりました。

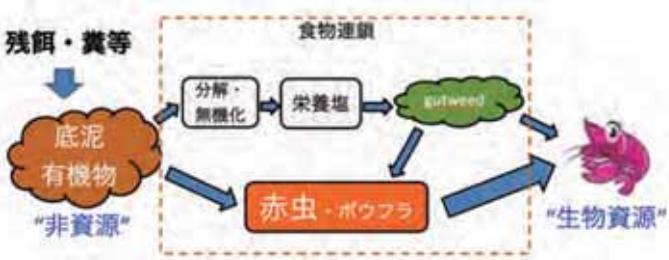


図:エビ養殖の残餌や糞により養殖池に長年堆積している底泥有機物(ヘドロ)を、昆虫幼生や海藻類を経由した食物連鎖を利用して、再びエビのバイオマスに転換する養殖の考え方。

「間崎の枕状溶岩」高知県の天然記念物に指定

高知県西部の四万十川河口近傍に露出する「間崎の枕状溶岩」(四万十市天然記念物)は、白色粗粒な斜長石斑晶(比重2.62-2.76)が濃集するという特異な岩相を有する玄武岩質枕状溶岩で、近年の道路改良工事により新鮮な巨大露頭を道路脇で簡単に観察できるようになりました。斜長石斑晶と玄武岩質マグマ(比重2.65-2.8)は比重に差がないことから単純な「マグマ重力分化結晶作用」では説明できず、これまで国内外を通じても報告例が確認されていませんでした。こうした稀少性や有用性が高知県文化財審議会において高く評価され(2021年1月25日)、高知県の天然記念物に指定されました(2月24日)。時間変遷史グループの岩井雅夫教授は審議会委員の一人として現地調査を実施、審議・指定に関わりました。



写真1:「間崎の枕状溶岩」の新露頭 写真2:斜長石斑晶の濃集構造

黒潮の流路と沿岸水位

約30年ぶりに改定された日本の土地の標高「2000年度平均成果」に、地盤変動分の補正を施して、日本の沿岸水位の標高を初めて高い精度で決定しました。このデータセットにより、太平洋沿岸よりも東シナ海・日本海沿岸の水位が高いこと、黒潮が非大蛇行時に接岸する潮岬の東西で水位に段差があることなどが描き出されました。また、黒潮が潮岬から離岸する大蛇行時の沿岸水位の変動が明らかになりました。

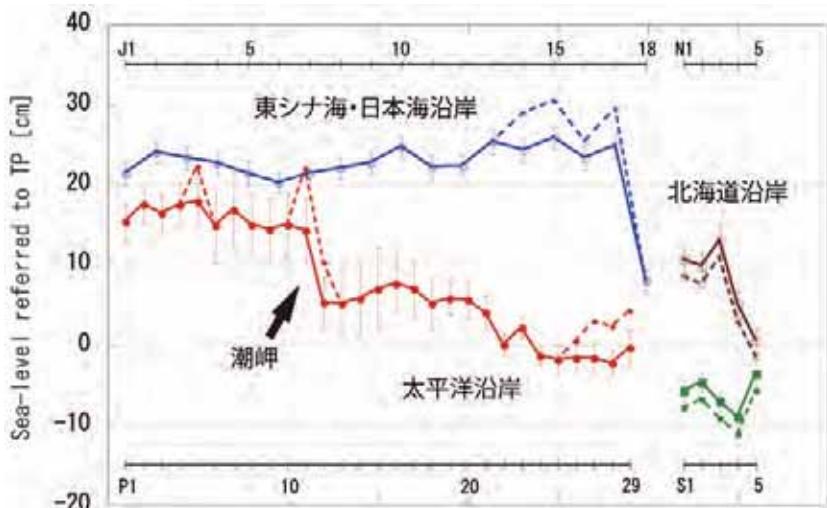


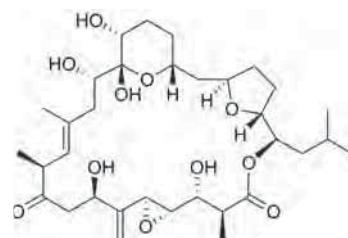
図:日本の沿岸水位の標高(寄高・花輪, 2020).

実施事業(研究)

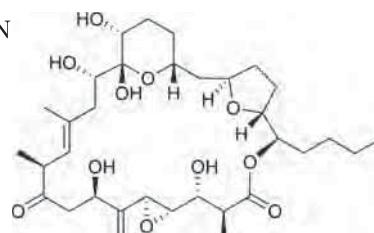
渦鞭毛藻由来、最強抗腫瘍性物質の構造を解明

アンフィジニウム属の海洋性渦鞭毛藻からこれまでに、多くの培養細胞に対して細胞毒性を示す二次代謝産物が発見されており、その特徴的な化学構造と強い活性から、国内外の有機合成化学者や薬理学研究者らの注目を集めきました。その中でアンフィジノリドN(またはカリベノリド-I)は、nMを下回る低濃度で50%細胞増殖阻害(IC50)を示す、アンフィジニウム属渦鞭毛藻由来の二次代謝産物では最強の細胞毒性物質です。これまで構造解析や合成研究をなどによる構造解析研究が行われてきたが、その化学構造は明らかにされていません。我々は、アンフィジノリドNの塩素付加体と類似した関連新規化合物(イソカリベノリド-I)と単離し、定量的な空間距離解析を駆使してこれらの化学構造を推定しました。あわせてこれまで未決定であったアンフィジノリドNの化学構造も推定できました。本研究は日本薬学会英語誌(Chem. Pharm. Bull.)の2021年1月号に掲載されました。

イソカリベノリド-I

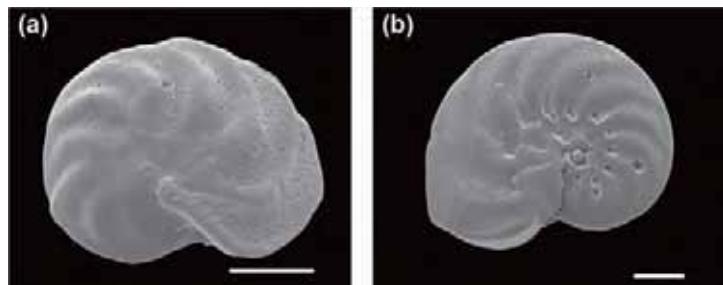


アンフィジノリドN



浅海底生有孔虫の酸素同位体平衡を検証

土佐湾の表層堆積物から抽出した現生(ローズベンガル染色)の底生有孔虫*Hanzawaia nipponica*の酸素同位体比、および、海水の水温、塩分、酸素同位体比等の分析データを再解析した結果、*H. nipponica*の炭酸塩殻には周囲の海水から同位体平衡で酸素同位体比が記録されていることが明らかになりました。また、*H. nipponica*の酸素同位体比と水温の関係は、浮游性有孔虫の飼育実験から求められた関係式(Bermis et al., 1998)と一致することもわかりました。*H. nipponica*は、黒潮や対馬暖流の影響が強い西南日本から東シナ海の大陸棚から大陸斜面上部に生息しており、鮮新世の浅海性堆積物からの化石の報告例も多い。今後、唐ノ浜層群穴内層のボーリングコア等から産出する*H. nipponica*の酸素同位体比データを用いた黒潮変動を復元する研究等への応用展開が期待されます。



写真：土佐湾から産出した底生有孔虫*Hanzawaia nipponica*の電子顕微鏡写真
(スケール:100μm)

深海底堆積物から微生物の単離研究

サリニスピラ属の細菌は、主に浅い熱帯および亜熱帯の海洋生息地から報告され、有用な生理活性物質を生産する微生物です。本研究では、白鳳丸KH16-6航海に採取された四国盆地の深海底の堆積物から新奇 *Salinispora* sp. H7-4株の単離に成功しました。さらに、ゲノム解析を行い、この株は様々な生理活性物質の生産に必要な遺伝子を持つことを明らかにしました。この成果は、四国盆地の深海堆積物から初めての報告であり、創薬シード化合物の探索に応用することが期待されます。本研究は Microbiology Resource Announcements (American Society for Microbiology)に掲載されました。



写真：*Salinispora*株の個体培養

黒潮の円石藻の多様性を探る

土佐湾の生物群集は、黒潮の影響を大きく受けています。土佐湾の円石藻の調査では、形態観察に基づいた群集調査に加えて、円石藻の培養実験を行いました。その過程で、*Umbilicosphaera anulus* という円石藻の培養株の確立に、世界で初めて成功しました。培養株が確立できることにより、同種の系統学的位置や分歧の歴史を、分子(遺伝子)情報と化石記録の両方に基づいて検証出来るようになりました。また、黒潮の円石藻の多様性への理解が進みました。



写真：*Umbilicosphaera anulus* の培養株

実施事業（論文）

竹内 啓晃

掲載論文:Drinking Refined Deep-Sea Water Improves the Gut Ecosystem with Beneficial Effects on Intestinal Health in Humans: A Randomized Double-Blind Controlled Trial.Nutrients. 2020 doi: 10.3390/nu12092646

内容紹介:産官学民連携プロジェクトとして、海洋深層水の健康への利活用を目的に、調整海洋深層水飲料(硬度1000)と市販ミネラル天然水飲料の2群で飲用試験(1L/1日、12週間)を実施しました。飲用前後で各種項目を比較解析しました。本臨床試験で得た深層水飲料の生体効果は以下です。1)便秘症の改善効果、2)便中短鎖脂肪酸量の増加、特に酢酸の増加が顕著。腐敗産物とsIgAは減少。3)短鎖脂肪酸量が増加した人数(効果割合)は全9種類で深層水飲料群が高値(効果に性差もあり)。4)全3種類の尿中イソフラボン類も深層水飲料群で増加。5)深層水飲料は酢酸と吉草酸に特に影響。以上より、調整海洋深層水飲料は腸内環境の改善効果を有し健康維持増進に有益であると報告しました。

浦本 豪一郎

掲載論文:Global diversity of microbial communities in marine sediment. PNAS. 2020 doi: 10.1073/pnas.1919139117

内容紹介:浦本豪一郎講師を含む研究グループの論文が米国科学アカデミー紀要(IF=9.412)(令和2年10月20日付け)に掲載されました。本研究では地球規模での海底堆積物中の微生物多様性を世界で初めて調査しました。その結果、海底堆積物内の環境は生命維持に必要なエネルギー供給の極めて乏しい環境であるにもかかわらず、そこに生息する微生物の多様性が、エネルギー供給の多い陸上土壤や海洋などと同等であること、地球上に存在する全微生物群集において、バクテリア(真正細菌)がアーキア(古細菌)よりも圧倒的に多様であることを初めて示しました。

深見 公雄

掲載論文:Effects of the monomeric components of poly-hydroxybutyrate-co-hydroxy hexanoate on the growth of *Vibrio penaeicida* in vitro and on the survival of infected kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*). Animals 2021
<https://doi.org/10.3390/ani11020567>

内容紹介:石油系プラスチックの流出による海洋環境汚染が問題となっており、自然界で分解される生物系プラスチック(生分解性ポリマー)の開発が、現在、世界中で行われています。PHBHもその一つです。本研究は、さらに先を見据えた、PHBHの樹脂以外の用途について検討しました。短鎖の脂肪酸や水酸化脂肪酸が制菌性を持つことに着目し、PHBHを構成する3HBおよび3HHという2種類の β -hydroxyalkanoateが、クルマエビの疾病原因となる*Vibrio penaeicida*への感染予防効果を示すかどうかを検証しました。その結果、3HHが*V. penaeicida*の増殖を著しく阻害することを世界で初めて明らかにしました。またPHBHを餌料に5%程度添加してクルマエビを飼育したところ、*V. penaeicida*に感染したエビの死滅率が有意に低下しました。これらのことから、餌に含まれたPHBHがエビ腸管内で3HBと3HHに分解され、それが*V. penaeicida*を阻害するために、エビの生残率が上昇したものと推察されました。PHBHといえども、樹脂として利用する限り廃棄物を生み出しが、本研究結果は、“破棄物”を“生物資源”へ転換するという意味で、4次元資源学の趣旨に合致するものと考えられます。

奥村 知世

掲載論文:Radiocarbon dating of precious corals off the southwest coast of Kochi prefecture, southwest Japan. Radiocarbon, DOI:10.1017/RDC.2020.114

内容紹介:宝石サンゴの年代測定に関する論文発表

海洋コア総合研究センターの奥村知世特任助教と徳山英一センター長を含む研究グループは、高知県足摺岬沖から採集された化石宝石サンゴの生息年代を放射性炭素年代測定によって調べた研究成果をRadiocarbonに発表しました。この研究では、日本でもトップクラスの宝石サンゴの漁獲高を誇る足摺岬沖の漁場から採集された化石宝石サンゴ全54試料を調べた結果、もっとも古い試料では紀元前約5600年前に生息していたことがわかりました。また、試料全体の85%は高知県で宝石サンゴの漁業活動が開始されたとされる1871年より古いために生息していたことが明らかになりました。この結果より、化石宝石サンゴの大半は漁業活動によって破壊されて死滅したものではなく、寿命や捕食、環境変動などといった自然要因で死滅し、海底に蓄積してきたものであると推察されます。本研究は、宝石サンゴを化石資源として適切に漁獲管理をする必要性を提起するとともに、高知沖での宝石サンゴの生息史を理解する重要なデータとなると期待できます。



紀元前約600年前に
生息していた化石アカサンゴ

長崎 慶三

掲載論文:Chronological distribution of dinoflagellate-infecting RNA virus in marine sediment core. Sci. Total Env. 2020. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145220

内容紹介:高知県浦ノ内湾から採取した海底堆積物コアを層ごとに切り分け、各年代層に含まれる赤潮プランクトン感染性ウイルスを調べました。その結果、同湾で1988年に初めて赤潮を起こした渦鞭毛藻ヘテロカプサ・サキュラリスカーマが、少なくとも1920年代には存在していたことが明らかになりました。こうした環境遷移的解析は、過去の生物環境を知るうえできわめて有用な戦略であることが示されました。



渦鞭毛藻
ヘテロカプサ・サキュラリスカーマ



渦鞭毛藻
ヘテロカプサ・サキュラリスカーマに
感染するウイルスHcRNAV.

実施事業(教育)

竜串海岸ビジターセンター“うみのわ”で企画展および一般向け講演会の開催

時空変遷史グループの長谷川精講師は、2020年3月に高知県土佐清水市にオープンした竜串ビジターセンター“うみのわ”で、「竜串海岸にある まんまる石のヒミツ」という題目の企画展(10月30日～11月30日)と一般向け講演・野外講座(11月22日)を実施しました。竜串海岸の地層には茶褐色の丸い石(コンクリーションやノジュールと呼ばれています)が多数見られます。研究室学生(浅井沙紀さん)の卒業研究で、その成因を調べた結果、この丸い石は太古の生物遺骸が関係して形成されたことが明らかになりました。さらに火星の地層にも似た特徴の丸い石が見られることが分かり、その“ヒミツ”について地球科学の面白さも交えながら分かりやすく紹介しました。



一般向け講演会の様子



竜串海岸の地層を前にした集合写真

ジオパークを活用した持続可能地域創成の試み

「ジオパーク(大地の公園)」は、地域の地質や自然環境、そこで育まれた風土・文化など地域の資源とそのつながりについて理解し活用することで、持続可能な地域を創成していくとする地域やその取り組みです。I-1班の村山雅史教授やI-3班の岩井雅夫教授は室戸ユネスコ世界ジオパーク推進協議会顧問として参画、地域の天然物・文化財資産を生かした地域振興や地域人材育成に取り組んできました、岩井教授が運営指導委員会副委員長を努める室戸高校の「地域との協働による高等学校教育改革推進事業グローカル型」では、国内外ジオパークとの交流や課題探究をしてきた高校生が「Glocal High School Meetings 2021(2021年 全国高等学校グローカル探究オンライン発表会)」(主催:文部科学省指定グローカル型地域協働推進校探究成果発表委員会、共催:文部科学省、2021年1月30日オンライン開催)で成果を発表、日本語発表部門で銀賞を、英語発表部門では最上位の金賞・文部科学省初等中等教育局長賞を受賞しました。



グローカル探求発表会の様子

日本堆積学会論文賞を受賞

浦本豪一郎講師が、堆積学の発展に貢献する研究論文を発表したことを評価され、日本堆積学会論文賞を受賞しました。

受賞対象の論文は「Significant contribution of subseafloor microparticles to the global manganese budget」(Uramoto et al., 2019, Nature Communications掲載)で、外洋域の深海堆積物中に膨大な鉄マンガン酸化物の微粒子(微小マンガン粒)を発見し(海底下全体で約10の29乗個のオーダー)、その形成モデルを提示し、海底地下の金属賦存量の認識において、実態が不明だった海底下マンガンについて微粒子状態で保持されている実態を突き止めました。これらの成果は、堆積学に加え、鉱物学や鉱床学、物質循環等に関わる幅広い分野に大きな影響を与えたものと評価されました。



受賞の様子



論文賞状

「高知大学×SDGs (Sustainable Development Goals:持続可能な開発目標)」

「Super Regional University(SRU)」として、地域、高知県、全国および全世界におけるSDGsの達成を目指す本学の取り組みにおいて、国際深海科学掘削計画への参画、海底鉱物資源の生成環境の解明、歴史的大規模自然災害の調査と防災教育への活用、環境に優しい

養殖技術の開発や黒潮流域圏の国際教育・研究ネットワーク構築など、13.「気候変動に具体的な対策を」や14.「海の豊かさを守ろう」の項目を中心に多くの取り組みの推進によって貢献しています。



海洋コア総合研究センター事務室
TEL.088-864-6712

〒783-8502 高知県南国市物部乙200 <http://www.kochi-u.ac.jp/4d-kuroshio/>

NEWSLETTER 編集委員
岩井 雅夫 久保 文子
久保田 賢 伊吹 和子