

TOPICS①

透明な紙コップ！？海にやさしい透明な板紙を開発 ―深海プラスチック汚染の要因である包装容器の代替に期待―

海洋機能利用部門の磯部紀之副主任研究員らの研究グループは、板紙を透明にすることに成功しました。この透明な板紙は、通常の板紙と同様に木の主成分であるセルロースを用いているため、環境にやさしい素材です。板のような平面状の素材だけでなく、コップやストローといった立体的な形状に成形することも可能です。また、製造時に発生する廃液が再利用できるため、外部に廃液を排出せずに透明な板紙を製造することができます。くわえて、透明な板紙から透明な板紙を製造するマテリアルリサイクルも可能です。さらに、大雨や嵐などによって意図せず海洋へ流出してしまっても、海水中の微生物によって生分解されるため、海洋環境中に長期間残留することがありません。本研究で開発した海にやさしい素材は、海洋プラスチック汚染の要因である、容器包装プラスチックを代替する切り札として期待されます。



図 開発した「透明な板紙」

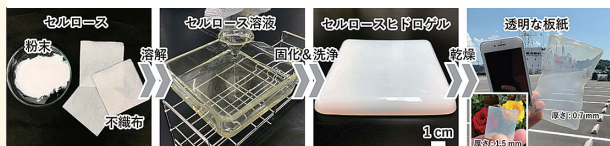


図 透明な板紙の製作工程。セルロースを原料として、溶解・凝固・洗浄・乾燥を行う。できあがった透明な板紙は、厚さ0.7mmという一般的な板紙の倍以上の厚みでも透明で、さらに最大1.5mmの厚みを持つものも、背後にある物体を視認することができる。

TOPICS②

沖合深海底の海洋保護区から15種の新種を発見 ―環境省委託事業「沖合海底自然環境保全地域調査概要」―

地球環境部門の藤原義弘上席研究員らは、2020年に指定された沖合の海洋保護区（沖合海底自然環境保全地域）において生物多様性に関する大規模なモニタリング調査を実施し、これまでに15種の新種動物を報告しました。また同調査中に発見した巨大なツノサンゴ類の年齢推定を行い、7000歳を超える長命な生物である可能性があることを明らかにしたほか、2千メートルを超える深海域のトップ・プレデターとして知られるヨコヅナイワシの新たな生息地を沖合海洋保護区内で発見しました。これまでに調査を実施した沖合海洋保護区の大部分は、人為的な影響が少なく、健全性の高い状態にあり、保護区と

しての役割を発揮していることがわかりました。今後も沖合海洋保護区をはじめとする深海域において、新種を含む生物多様性情報の収集や生物の分布、生態等を明らかにすることで脆弱な深海生態系の理解を促進し、地球環境変動が深海生態系に及ぼす影響を正確に評価することが期待できます。



図 沖合海底自然環境保全地域より発見した新種

No.	種名	学名	動物門	採集海域	採集地	採集水深(m)
A	<i>Anthoplitum gnome</i> Kishida, Kise, Iguchi, Fujiwara & Tsuchida, 2024	ノームツルクミサボテン	列節動物門	西七海海溝	安永海山	988
B	<i>Asthenactis agni</i> Kobayashi, Yamamoto, Fujiwara, Tsuchida & Fujita, 2022	ミズカキヒトデ	棘皮動物門	西七海海溝	安永海山	1970
C	<i>Branchinotoglossa nikkoensis</i> Jimi, Chen & Fujiwara, 2022	ニコウツノダシワロコムシ	蛭形動物門	中マリアナ海溝・西マリアナ海溝北部	日光海山	458
D	<i>Dendrogaster nika</i> Jimi, Kobayashi, Moritaki, Woo, Tsuchida & Fujiwara, 2023	ミズカキヒトデシダムシ	節足動物門	西七海海溝	安永海山	1970
E	<i>Eiconaxius kaimei</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2024	カイメイヤドリアナエビ	節足動物門	西七海海溝	安永海山	888
F	<i>Eiconaxius latirostrum</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2024	カイサンヤドリアナエビ	節足動物門	西七海海溝	正保海山	456
G	<i>Genokunmerites obesa</i> Hookabe, Koeda, Fujiwara, Tsuchida & Ueshima, 2022	なし	蛭形動物門	西七海海溝	光輝海山	2084
H	<i>Goniopsis kaimei</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2023	カイメイチュウコソコエビ	節足動物門	西七海海溝	安永海山	456.9
I	<i>Lacydonia shohoensis</i> Hookabe, Jimi, Yokooka, Tsuchida & Fujiwara, 2022	ショウボウナドニア	蛭形動物門	西七海海溝	正保海山	2042
J	<i>Melinopsis shinkaiae</i> Jimi, Hookabe, Woo & Fujiwara, 2025	タケウマカザリゴカイ	蛭形動物門	伊豆・小笠原海溝	第1徳島海山	3623
K	<i>Periclimenes variabilis</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2023	ウスベニシシイカクレーエビ	節足動物門	中マリアナ海溝・西マリアナ海溝北部	宮冬海山	642-666
L	<i>Sternostylus spiniger</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2023	オニツノウラエビ	節足動物門	中マリアナ海溝・西マリアナ海溝北部	宮冬海山	657
M	<i>Tetrastemma shohoense</i> Hookabe, Kohitsuka, Fujiwara, Tsuchida & Ueshima, 2023	ショウボウカクバシモムシ	蛭形動物門	西七海海溝	正保海山	455
N	<i>Uroptychus medius</i> Komai, Tsuchida & Fujiwara, 2023	リットウクモエビ	節足動物門	中マリアナ海溝・西マリアナ海溝北部	宮冬海山	2001
O	<i>Vitrinanthus flosculus</i> Kise & Reimer, 2024	なし	列節動物門	西七海海溝	正保海山、安永海山	400

表 沖合海底自然環境保全地域で発見した新種

TOPICS③

日本に流れ込む大気の川の早期予測可能性を発見 ―熱帯変動の予測性能が鍵―

付加価値情報創生部門アプリケーションラボの馬場雄也主任研究員は、季節予測モデルSINTEX-F2を用いて、日本に豪雨をもたらす原因となっている大気の川（日本の上空に流れ込む豊富な水蒸気の流れ）が早期に予測可能か、その季節予測可能性についてJAMSTECが所有するスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用いて検証を行いました。

検証の結果、最大で7ヶ月以上前に大気の川が日本へ流れ込む季節的な頻度を予測可能であることを明らかにしました。さらに、大気の川の振る舞いは日本の南東に位置する太平洋高気圧と、東南アジアで発生する熱帯変動に影響を受けており、季節予測モデルがこれらをうまく捉えることで、大気の川が予測可能となることを示しました。本研究の成果は

大気の水の早期予測可能性とその背景にあるメカニズムを示すことで、一般的な数値予報モデルを用いても大気の水の早期予測が可能となることを示唆しており、将来的に日本における大気の水に由来する豪雨被害の低減に寄与するものと期待されます。

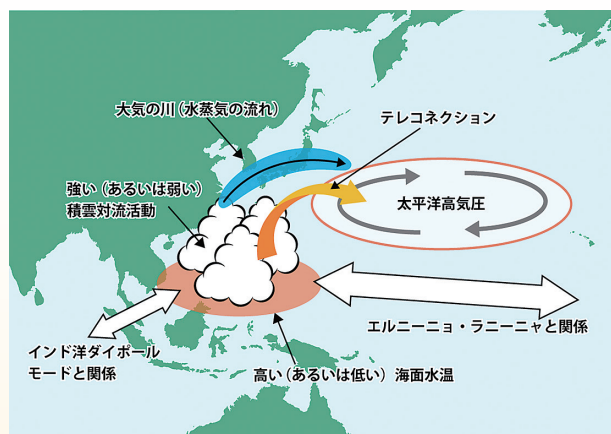


図 本研究で発見された、大気の水の季節予測が可能となったメカニズムの模式図
夏季の大気の水の振る舞いは、日本の南西からやってくる水蒸気の流れをコントロールする太平洋高気圧の影響を受けるが、太平洋高気圧はフィリピン付近の海面水温で決まる積雲対流活動による遠隔影響を受ける。この海面水温と遠隔影響はエルニーニョ・ラニーニャやインド洋ダイポールモードなどの時間・空間スケールの大きな気候変動と関係しているため、本来は予測が難しいと考えられる、大気の水の早期予測が可能となっていた。

TOPICS④

物理法則を学習したAIにより南海トラフ域の複雑地下構造を反映した震源位置推定を手軽に ―震源位置推定ツール「HypoNet Nankai」の開発と公開―

海域地震火山部門の縣亮一郎研究員らは、地震波到達に関する物理法則と複雑な地下構造を学習したAIを活用し、南海トラフ域向けの手軽で正確度の高い震源位置推定ツール「HypoNet Nankai」を開発・公開しました。

南海トラフ域の地震研究において、正確な震源位置の把握は地震現象の理解と地震活動推移の予測の鍵となります。従来、複雑な三次元地下構造を考慮した正確な震源位置の把握には多大な労力と計算コストが必要なために容易に扱うことが困難で、現在でも多くの研究者は手軽に扱える単純化された地下構造に基づく推定方法（簡便ツール）を使用しています。

本研究では、AI技術を活用した革新的な震源位置推定ツール「HypoNet Nankai」を開発・公開しました。物理情報深層学習（PINN）により地震波到達の物理法則と南海トラフ域の複雑地下構造を学習させたAIが、従来の簡便ツールと同等の手軽さで、複雑な三次元地下構造に基づく正確度の高い震源位置推定を実現しました。このツール「HypoNet Nankai」が

地震データ解析の研究に広く活用され、南海トラフ域地震現象の理解やハザード評価の高度化に貢献することが期待されます。今後は、更新された構造モデルを逐次取り込むことに加え、南海トラフ域に限らず国内外の他のプレート沈み込み帯への展開も視野に入れています。

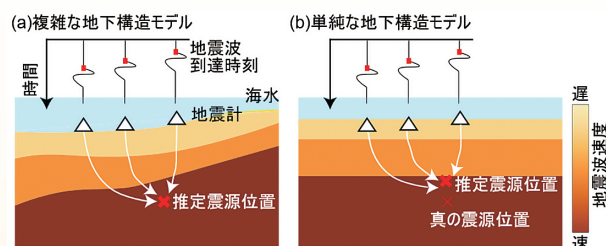


図 走時観測データを用いた震源位置の指定地下構造モデルの関係性。(a) 複雑な地下構造モデルを用いた震源位置推定。地震計での波形データから地震波の到達時刻を読み取り、走時データを準備する。現実にした複雑な地下構造モデルを設定。地震波の伝播経路と伝播の所要時間を繰り返し計算することで、震源位置を推定する。(b) 単純な地下構造モデルを用いた震源位置決定。地震波速度の深さ方向の変化のみを考慮した単純モデルを用いると、地震波伝播の所要時間の計算は大幅に簡略化。しかし、推定される震源位置（特に深さ）は、複雑な地下構造モデルを用いた場合と比べ大きく異なる場合がある。

TOPICS⑤

気候変動下で利根川からサケが消えたのはなぜか？

付加価値情報創生部門 アプリケーションラボのYu-Lin Chang（ユリン チャン）副主任研究員は、水産研究・教育機構水産資源研究所の本多健太郎グループ長、東京大学大気海洋研究所の森田健太郎教授とともに海洋の再解析データと20年間（2001～2020年）に及ぶサケ稚魚に見立てた粒子の追跡シミュレーションを行うことによって、利根川サケの近年の個体数減少の要因を調べました。

シミュレーションの結果、遊泳戦略の違いや致死水温の限界値の追加に関わらず、近年の個体数減少を再現するシナリオは存在しませんでした。一方で、個体群成長率の低下は、黒潮・黒潮続流と親潮の北偏による水温上昇とサケ稚魚の餌である動物プランクトン量の減少と相関していました。本州太平洋側のサケ稚魚の移動経路上では、冷たく栄養豊富な親潮に代わって、温かく栄養の少ない黒潮・黒潮続流が流入し、水温上昇と動物プランクトン量の減少を引き起こしていることがわかりました。平均水温と動物プランクトン量の偏相関分析では、後者の動物プランクトン量が利根川サケの個体群成長率と一貫して関連する主要因であることが示されました。動物プランクトン量の減少は、サケ稚魚の成長と生存に影響を及ぼし、個体群成長率を低下させたと考えられます。

黒潮・黒潮続流と親潮の北偏は、気候変動の影響によって今後も継続するのか、あるいは南側へ戻る可能性もあります。このことは、利根川サケの今後の個体群成長率、とりわけ、再び親魚の遡上が見られるかどうかに大きく影響するでしょう。

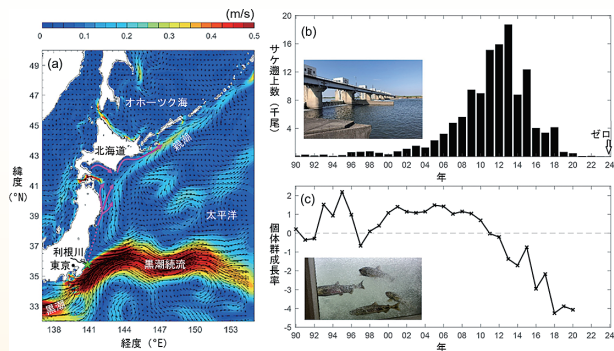


図 (a) 研究海域と粒子の追跡期間(2001年2月中旬から2020年7月中旬)における5m深の平均流速。利根川(緑の星)を起源とするサケ (*Oncorhynchus keta*) の潜在的な移動経路をマゼンタ色で示す。実線は先行研究による、破線は推定による経路。(b) 1990年から2024年までの利根川河口の上流150kmに位置する利根大堰で計数されたサケ親魚の数。(c) 1世代を4年と仮定した利根川サケの個体群成長率。写真はそれぞれ2018年11月に撮影された (b) 利根大堰、(c) 魚道の観察窓で撮影されたサケ親魚。

TOPICS⑥

サンゴに取り込まれたマイクロプラスチックの可視化手法を確立

海洋生物環境影響研究センターの高橋朋子研究員らは、英国サウサンプトン大学と共同で、サンゴの体内に取り込まれたマイクロプラスチックを、取り込まれたそのままの状態ですぐに可視化することに成功しました。サンゴは、「年輪」のような成長層を伴い骨格を成長させます。そのため、マイクロプラスチックが骨格に取り込まれていると、その位置からいつごろ取り込まれたかが推定でき、汚染の変遷をたどることができます。実験室では、色をつけるなど特徴のあるプラスチックを用いることで実験ができますが、環境中に流出しているプラスチックは必ずしも特徴があるとは限らず、分析には光を使ってプラスチックの分子に特有の信号を発生させる、FT-IR・ラマン分光分析手法などが用いられています。しかし、これらの手法では原理上測定に非常に長い時間がかかり、サンゴに取り込まれたマイクロプラスチックを広い範囲で面的に調べるのは困難で、実際にサンゴ骨格から汚染の変遷をたどるには課題がありました。

そこで本研究では、生きた細胞中の成分などを迅速に可視化する技術として主に用いられているCARS・TPEF複合型顕微鏡法を応用することで、サンゴ体内に取り込まれた数マイクロメートルサイズのポリエチレン(PE)粒子の三次元的な可視化に成

功しました。この手法では、標的の物質をサンゴの骨格や組織と明確に分離して取得できるだけでなく、従来手法で1点の計測にかかっていた数秒の間に、 10^6 (100万)点以上もの計測をすることが可能です。本研究では、新たな手法の有効性を示すため、PE粒子が高濃度に含まれる環境で飼育したサンゴ(*Acropora polystoma*)に取り込まれたマイクロプラスチックを定量的に分析しました。過去の研究から、健康なサンゴの組織にはマイクロプラスチックが取り込まれにくく、白化が見られるサンゴの組織に蓄積しやすいことが示されています。本研究での分析によって、白化や組織欠損の兆候が見られたサンゴには、組織にくわえて骨格にもマイクロプラスチックが集中して蓄積することを確認しました。

本成果は、マイクロプラスチックの迅速な検出技術を提案するとともに、サンゴ骨格を海洋プラスチック汚染変遷のアーカイブとして活用する道を大きく開きます。また、白化などサンゴの組織状態が悪化すると、組織からさらに骨格にまでマイクロプラスチックの取り込みが加速されるという知見を提供し、海洋プラスチック汚染の長期的な影響評価に貢献するものです。

サンゴ中マイクロプラスチック(MP)可視化技術の開発

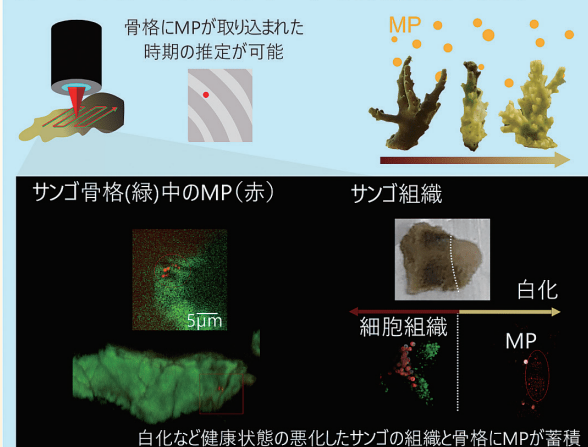


図 本研究の概念図

TOPICS⑦

黒スケ・白スケだけじゃない! 8地点のスケリーフットで解き明かす、深海熱水域をつなぐ「海流」と隔てる「断層」—集団ゲノム解析によるインド洋熱水域群集の分散史解明と保全優先域への示唆—

超先鋭研究開発部門 超先鋭研究開発プログラム
のChong CHEN (チョン チェン) 主任研究員、高井研プログラム長を含む国際共同研究グループはイ

インド洋の深海熱水噴出域に生息する鱗を持つ巻貝「スケーリーフット」を対象に、8つの熱水域間の遺伝的連結性を、現在から過去にさかのぼって再構築しました。

スケーリーフットは食道腺の細胞内に化学合成細菌を共生させて栄養を得て、さらにはその硫黄代謝物を鱗に排出して解毒する唯一無二の生存戦略を持つ生物として知られています（2019年9月10日既報）。スケーリーフットの群集としては硫化鉄の鱗を持つKaieiフィールドに棲む通称「黒スケ」と、硫化鉄に覆われていないSolitaireフィールドに棲む通称「白スケ」（2010年12月13日既報）が広く知られています。近年、インド洋で立て続けに新たな熱水噴出域が発見された結果、現在は少なくとも8か所の熱水域からスケーリーフットが採取されています。深海の熱水噴出域にはスケーリーフットを代表とするユニークな固有種による化学合成生態系が形成されている一方、熱水鉱床の資源開発も見込まれています。特にインド洋の熱水域はほとんどが公海にあり、国際海底機構（ISA）が承認したドイツ・インド・韓国・中国の鉱区になっています。そのため、科学的根拠に基づく保全・環境影響評価のための情報整備が急務ですが、熱水固有種を対象とした調査・研究はいまだ十分ではありません。とりわけ、熱水域に対して保全対象としての優先度を評価するために不可欠な熱水域間の連結性は不明なままです。

本研究は、インド洋で初となる熱水噴出域固有種の集団規模でのゲノム解析と海洋物理モデルシミュレーションを組み合わせ、熱水域間の遺伝的交流を支配する要因を明らかにしました。スケーリーフットは最も南の南西インド洋海嶺・Longqiフィールド付近から、20～40万年の時間をかけて南→北の方向で最も北にあるカールスバーグ海嶺・Wocanフィールドにたどり着いたと推定できました。現生のスケーリーフットは5つの遺伝集団に分かれ、その形成には、南大洋から北向きに流れる深層流、海嶺を隔てるトランスフォーム断層による分散障壁、そし

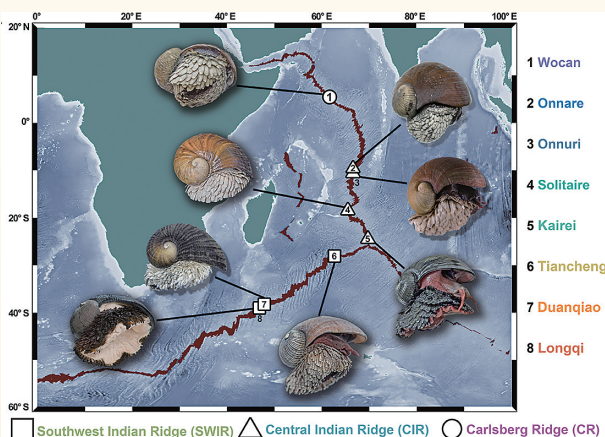


図 スケーリーフットが生息する8熱水噴出域の地理的分布と、各地点の代表的な個体の写真。8つの熱水噴出域は、南西インド洋海嶺・中央インド洋海嶺・カールスバーグ海嶺に分布している。

て未発見もしくは過去に活動したが今は活動を停止した「ゴースト集団」といった要因が重要だったと考えられました。5つの遺伝集団のうち、LongqiフィールドとWocanフィールドはとりわけ遺伝的独自性が高く、保全優先度の高い熱水域であることも示唆されました。本研究で得られた知見は、深海における生物多様性の形成メカニズムの一端を解き明かすだけではなく、インド洋での将来的な海底資源開発に伴う環境影響評価と保全計画に重要な基盤情報を提供するものです。

TOPICS⑧

遠くアラスカ・カナダの陸地からやってきた孢子が北極海上で雲の種として働く？ —電子顕微鏡によるエアロゾル粒子の詳細解析から—

地球環境部門の木名瀬健特任研究員らは、国立極地研究所の當房豊准教授及び気象庁気象研究所の足立光司主任研究官と共同で、陸域生態系に由来する孢子が北極海上まで輸送され、気候変動に強く関係する氷晶核として働くことを明らかにしました。また、海上での輸送中に海塩粒子と混合することで、孢子の氷晶を作る能力（氷核活性）が低下することを発見し、海上での輸送中に起こる氷晶核としての性質の変化も明らかにしました。

大気中に浮遊するエアロゾル粒子は、雲粒の核として働き水滴や氷晶を作ります。水滴でできた雲と氷晶でできた雲は性質（太陽光の反射率など）が異なるため、雲中の水滴と氷晶のバランスの変化は気候に影響すると考えられています。北極の気温は0℃以下になることが多く、「エアロゾル粒子がどのように北極海上で水滴や氷晶からなる雲を作り、気候に影響するのか」は重要な課題となりますが、これまで見解は定まっていませんでした。その原因の一つが、氷晶の核として働くエアロゾル粒子の現場観測による情報の不足でした。

そこで、2022年の海洋地球研究船「みらい」による北極海観測航海で海上のエアロゾル試料を採取し、特に氷晶の核となるエアロゾル粒子のタイプを一粒ごとに重点的に調査しました。また、地球シミュレータを用いて採取した粒子がどこから飛んできていたのかについての解析も行いました。その結果、アラスカ・カナダにまたがる海岸から100km以上も内陸の森林を含めた陸域に由来する孢子が北極海上へと運ばれ、氷晶核として働くことを発見しました。さらに、孢子が海上での輸送中に海塩粒子と混合することで、孢子の氷核活性が低下することを見出しました。これにより雲の形成への影響評価をする際には、輸送中に起こるエアロゾル粒子の状態変化も考慮すべきであることが示されました。温暖

化が進むことで、陸上では積雪期が短くなる一方で植生に覆われた領域と緑化期間が拡大し、海上では結氷期が短くなり開水域が拡大するため、孢子と海塩粒子の双方の大気への供給量が増加することが予想されます。そのため、本研究で得られた知見は北極気候変動を理解するうえで重要性を増していくと考えられます。

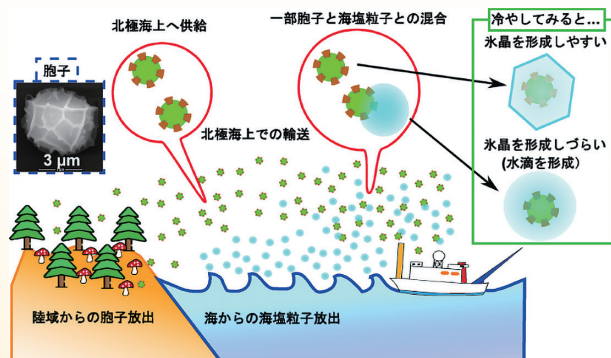


図 本研究で観測した、陸域から北極海上への孢子の供給、輸送過程で起こる海塩粒子との混合と、氷晶核としての機能の変化を表した概念図。

TOPICS⑨

日本の豊かな深海生物多様性が明らかに—JAMSTECとOcean Censusの共同航海・ワークショップの成果—

国立研究開発法人海洋研究開発機構はNippon Foundation-Nekton Ocean Census（英国、ディレクター Oliver Steeds、以下Ocean Census）と共同で、2025年6月4日から6月23日にかけて、深海潜水調査船支援母船「よこすか」および有人潜水調査船「しんかい6500」を用い、海洋生物多様性のベースラインデータを構築することを目的とした深海調査を実施しました。巨大地震が発生する可能性が高まっていると考えられている南海トラフと、未踏の海山が残されている伊豆-小笠原諸島海域の七曜海山列の海底に生息する生物の調査が行われ、528ロットを超える生物標本が採集されました。2025年9月29日から10月10日にかけて、国内外の研究者が参加するワークショップを開催し、これらの標本の分類・同定作業を行ったところ、新種38種と新種の可能性が高い28種を確認することができました。これらの情報は学術論文として取りまとめられるだけでな



図 本航海で南海トラフの冷水域から得られた生物サンプルの一部。環形動物、紐形動物、節足動物（甲殻類）、刺胞動物、棘皮動物など多様な生物を含む。

く、「Ocean Census 生物多様性プラットフォーム」を通じて公開され、広く一般に共有される予定です。これらの成果は、日本の深海には多くの生物が未発見のまま残されていることを明らかにしただけでなく、今後の海洋保全に向けた重要な科学的基盤を提供するものとなることが期待されます。

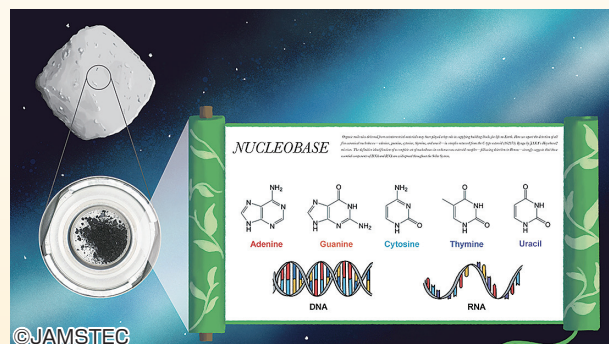
TOPICS⑩

小惑星リュウグウ試料から5種すべての核酸塩基を発見 ～炭素質小惑星にはDNA/RNAの素材が普遍的に存在～

海洋機能利用部門 生物地球化学センターの古賀俊貴ポストドクトラル研究員および高野淑識センター長・上席研究員／慶應義塾大学先端生命科学研究所・特任准教授、北海道大学低温科学研究所の大場康弘准教授、九州大学大学院理学研究院の奈良岡浩教授、ヒューマン・メタボローム・テクノロジー株式会社共同研究グループは、小惑星リュウグウ試料中の核酸塩基について、高精度な解析評価を行いました。

小惑星リュウグウ試料を用いた初期分析では、RNAに含まれるピリミジン塩基であるウラシルが検出されていましたが、試料量の制約により、他の核酸塩基の網羅的な探索は、未踏の科学課題として残されていました。そこで本研究では、JAXAの国際公募（AO3）で採択・分配されたリュウグウ試料を用い、同試料に含まれる核酸塩基の精密な評価を行いました。

その結果、リュウグウ試料には、DNAおよびRNAを構成する5種すべての核酸塩基（プリン塩基：アデニン、グアニン、ピリミジン塩基：シトシン、チミン、ウラシル）が、存在することを明らかにしました。これら5種の核酸塩基の存在確定と分子多様性の評価は、初めての報告です。本成果は、炭素質小惑星には、水-鉱物-有機物の相互作用により、多様な核酸塩基分子群を内在させること、生命誕生以前には、遺伝物質の基本構成要素がすでに存在していたこと、を示す一次情報を提示します。



概念図 小惑星リュウグウから発見された5種すべての核酸塩基（A, G, C, T, U）の存在を新たに記載する「リュウグウ絵巻物」の様子