

世界に貢献する港湾空港技術

# PARI

港湾空港技術研究所

VOL.55

APRIL 2024

Airport

Technology

Port

## 2 \_\_ Front Line - 特集 -

沿岸・海洋環境の  
「形成」「保全」「活用」を考える

## 6 \_\_ Focus On 研究活動の最前線へ

GUIによる水環境生態系モデル運用システムの開発  
流動生態系シミュレーションシステム  
「EcoPARI(エコパリ)」で  
水環境データの標準化を目指す

生物多様性ビッグデータのオープンプラットフォーム開発  
海と沿岸の情報拠点「UMI-POCHI(海ポチっ)」の  
本格運用がスタート

## 8 \_\_ Close Up 現場からの報告

東京湾の再生活動の輪を広げる  
東京湾 UMI プロジェクト

## 10 \_\_ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち

生物調査を大きく前進させる  
環境 DNA の可能性とは

## 14 \_\_ CROSS LINE 国際交流レポート

港湾空港技術研究所との研究交流の歩み  
アンヒドワ  
安 熙道 韓国海洋科学技術院 研究顧問・(株)Oceanic 顧問

## 15 \_\_ TOPICS

第6回斜面防災世界フォーラムに参加しました

令和6年能登半島地震に伴い  
緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)を  
派遣しました

今号の見どころはコチラ



スマートフォンでアクセス

# 沿岸・海洋環境の 「形成」「保全」「活用」を考える

今後ますます注目を集めること必至の、沿岸域の環境価値。

その将来の展望を語り合いたいと、

沿岸環境研究領域の桑江朝比呂領域長が、産学官それぞれからメンバーを招集。

2024年1月1日より北海道・石狩湾新港で洋上風力発電所の商業運転を開始したばかりの

株式会社グリーンパワーインベストメント（GPI）本社を訪ね、

座談会の形で意見交換を行いました。

国土交通省 港湾局  
海洋・環境課  
港湾環境政策室  
室長 青山紘悦さん

東北大学大学院  
工学研究科 土木工学専攻  
教授 有働恵子さん

株式会社  
グリーンパワーインベストメント  
事業開発部門  
対外連携推進・運営室  
室長 宍石晴子さん

港湾空港技術研究所  
沿岸環境研究領域  
桑江朝比呂 領域長

## 洋上風力事業で取得する 環境データをオープンに

北海道・石狩湾新港で商業運転を開始した「石狩湾新港洋上風力発電所」は、日本で2つ目の洋上風力発電施設にして国内最大規模。高さ約200mの巨大な風車が14基並びます。

カ石「こういった海洋構造物について、どのような環境価値を見出し、いけるかということをもっと考えていて。桑江さんには4年ほど前から相談に乗っていただいているんです。洋上風力発電事業を行ううえで取る膨大な海象データや気象データを、国の防災や海洋環境把握に役立てられたらと考え、港空研とは連携協定を結ばせていただいています」

桑江「初めてお会いしたときから、なんで風力発電事業者が環境に取り組もうとしているのか、しかも風力ではないところに興味を示されているのか、非常に謎だった（笑）。そういう会社もあるんだなあと驚きましたね。もちろん事業者が環境影響評価を行うことは法律で決まっていますが、普通それは、基本的にはネガティブな側面の評価になる。それをポジティブのほうの評価をしたとか。もっとすごいのは、積極的にオープンデータにしたいって、初めから言われたことです」

カ石「私自身のバックグラウンドは環境コンサルなんです。各社それぞれが調査されていて、膨大なデータがあるものの、あまり社会に活用されていないということはずっと感じていて。GPIに入ったときにそういうことが必要だという話をしたら、社内みんなが賛同してくれたんですよ。もちろん、開発の競争阻害にならないのが前提ですけど、提供できるデータは提供して、社会に役立てていくこと」

桑江「生物のデータもオープンに？」





写真提供：株式会社グリーンパワーインベストメント

商業運転を開始した「石狩湾新港洋上風力発電所」

**力石**「そこは考えたことがなかったのですが、ジャケット式の基礎を施工したことによる漁獲効果などはしっかりと見ていったほうがいいなと思っただけで、研究機関とは意見交換したりしています。むしろ、どうやってデータを取りにいけばいいか、モニタリングすればいいかというのはご相談したいくらいです」

**桑江**「漁獲調査など従来のやり方ではお金もかかるし、スポット的なデータになってしまいう。洋上風力でいくつもジャケットが入った

場合にエリア全体としてどのくらい魚が増えるかというのは、ものすごく定量化が難しい部類の話になりますね。新しい計測手法が開発されないか、そういったいろんな環境価値をデータにするっていうのは、まだ難しいかもしれない。今号の情報誌PARIでは環境DNAについても紹介しますが、そういうものがどこまで使えるかとか。すぐ実用にはならないかもしれないですが、そのあたりも、研究所としては目指していきたいところです。今号のテーマに脱炭素やブルーカーボンは入らないのですが、いま脱炭素はかなり一般に認知され、ブルーカーボンのこともようやく浸透し始めてきた。次は必ず、生物多様性の分野に世の関心が向きます。生物多様性とはいかなること、それはなぜ重要か、具体的に何をどうすればいいか、そういう話にだんだんなっていく。そのときに、どうやって測るかという一つのツールとして、環境DNAは生きてくるはずですよ」

### 砂浜の環境価値の「見える化」を目指して

**桑江**「有働さんは砂浜の専門家で、以前、港空研の漂砂研究室に所属していたことも。砂浜の環境価値をどう高めていくかといった、現在取り組まれている研究のお話をお聞きしながら、環境の形成や保全、活用についてアイデアをいただければと思います。ちなみに、環境DNAについては？」

**有働**「私自身が取り組んでいるわけではないんですけど、周りにやっている人がいて、話は聞いています」

**桑江**「砂浜って見た目にはあまり植物も生えていないじゃないですか。でも実際は、アユなどの仔稚魚がいたりする。本当は、見える

化できると、そういう砂浜の価値の認知向上につながりますよね」

**有働**「そうですね。そういうのがやりたいなと思っただけで、生物の食物連鎖の図と、例えば水温などいろいろな要素との関係性といったものを、連鎖図のような形で可視化したい。どうすればできるか、まさにいま考えているところですよ」

**桑江**「砂浜の地形変化といったもとの研究テーマだけでなく、環境価値のほうまでやる気になった理由は？」

**有働**「気候変動の影響評価を行うとき、それぞれの価値を費用便益などの手法を使って貨幣換算して評価するんですけど、いまのやり方だと防災価値ではぼぼ決まってしまうんですよ。その海岸で何らかの対策をするかどうかというときも、防災の観点しか入らない。背後に守るべき人命や資産があるかどうかだけで決まるのは、魅力ある海岸整備はできないなと思っただけです。砂浜に価値があるとわかって、そんなにコストをかけずとも、グリーンインフラなどでその価値を高められる可能性があるとなったら、やってもいいねということになるんじゃないかと。例えば堆砂垣を設置して、自然の営力を使って人工的に海岸砂丘を造ってみようとか。環境とか利用とかを考慮できれば、そういうことも考えやすくなると思うんですよ」

### 適切に評価したい海ならではの環境価値

**桑江**「いまグリーンインフラという言葉が出てきましたが、いま青山さんは港湾局で、藻場干潟や生物共生型港湾構造物の呼称を『ブルーインフラ』という言葉に切り替えようと頑張っているんですよ」

**青山**「国交省では2023年度、グリーンインフラ推進戦略を見直したのですが、そこに初めてブルーの概念を入れたっていうのが、港湾局で頑張ったところですよ。自然の力で何か新しい価値を生み出しているところというのは同じ。ただ、グリーンインフラにない価値があるということで、ちょっと差別化を図ろうと、敢えてブルーと呼んでいます。じゃあ何が価値なのかというところは、確かに見えていない部分が多いと思う。そこがもっと見えるようになってくると、さらにいろいろな人の応援が得られ、できることが増えるはず。見える化というのは非常に大事なことで私も思っています」

**有働**「東日本大震災のあと、広範囲にわたる高い堤防を建てるという話が出て。宮城県の気仙沼などでは、計画の14mを超える防潮堤は高すぎるということで、結果的に10m弱になったところもある。砂浜をやっぱ残したいという意見がけっこう多かったんです。莫大なお金をかけて、震災前と同じくらいの規模の砂浜に戻しているところもある。そういうのを見たとき『ああ、防災だけじゃだめなんだな』と思いました。いろいろな思いをうまく反映していくためには、利用とか環境とこのを適切に評価していくことが絶対に必要だと思えます」

**青山**「難しいですよ。私は当時、東北地方整備局港湾空港部で防潮堤予算の担当課長でした。造るほう造らないほうで、それぞれに意見があったと思うんです。単に防災のことだけじゃなく、いろんな視点で議論したほうがよかったです。それが場合によっては足りなくて、なかなか合意形成が進まなかったのかないというのがありますね」

**有働**「そこに住んでいる人たちの考えも、1年2年と時間が経つと、震災直後とはやっぱり変わることもあるんですよ。私もこういう



ことをやっているけど、今回の熊登半島地震のようなことが起こると本当にそれでいいのかなど思っています。ちょっと揺り返されるような感じはある。一人の人間の中でも変化するので、当然、合意形成はすごく難しいことだと思います」

**桑江**「洋上風力発電所も、地域との共生というところが公募の際のポイントになっていたと思いますが、それぞれ求めることが違うなかで、地域貢献についてはどのようにお考えですか」

**力石**「そもそも貢献策って一律じゃないと思いますし、海の環境も陸の環境もそれぞれ違うので、地域に合わせて組み立てていくしかないですね。これから日本が風力発電を主力電源化していくというなかで、どんなことが起こるか、海の中がどうなるのか、今後5、6年かけてこの現場でみていくことが、よいサンプルになるだろうとは思っています。そういうふうを活用していただきたいなと思います。どうしても海に構造物を入れるネガティブなインパクトに注目されがちで、導入によるポジティブな価値にはなかなか目が向けられないので、この現場を使って将来的に考えていけるといいなって」

**桑江**「ものすごく大きいし、私も実際に現場で見せてもらって羽根（ブレード）のきれいさとかにもびっくりしたんで、観光的な価値が生まれるのは間違いない。一方で、海の中でどれだけの価値が生まれたかといったことも、近い将来見られたらいいなと思います」

### 膨大になる集積データをきちんと使えるものに

**桑江**「先ほどの話に戻りますが、今後、こういった環境の価値を調べに行ったりデータを

取りに行くということが、たぶん必要になると思うんですね。そのなかで、先述の環境DNAみたいな形が考えられる。あれも簡単に言えば、その場でバケツ一杯の水を汲んだら、そこにいる生物の種が全部わかるというようなものですが、実際にはDNAなので、膨大な遺伝情報。一種のビッグデータ解析になるわけです。同じように、風速のデータなども、すべてビッグデータ解析になる。私たちはこういったたくさんデータを新たに取りに行くことになるんですけど、一方でデータがあふれてしまっただけで解析できずに放置してしまっただけでしたら、結局は意味のある情報にならないんじゃないですか。ここがやっぱり、今後課題になると思います。地形のデータも、たぶんいままで以上に大量に取られていきますよね」

**有働**「そういうものを集めるデータセンタが必要ですよ。どこにどういうフォーマットで蓄積して、どういう形で誰が管理していくか」

**青山**「それは国がやることになると思います。例えば、全国のボーリングデータを集め、国が一定のフォーマットで揃えたいうえでプラットフォーム化し、データベースとしていつでもアクセスできるようにしていますよね。そういう陸でやっていることを、当然、海でもやったほうがいいと思う。それにはある程度一定のデータの信頼性がないといけませんので、たぶん基準をつくる必要があるでしょう」

**有働**「これから取られるようなデータを集めてうまく処理すれば、すごい価値のあるデータになりそうだけれど、とくに生物のデータとかだとフォーマットが全然揃わない。だから何でも載せられる基盤のようなものが欲しいですね。とはいえオリエティは担保されなければいけないし、そこをどうコントロール

ルするかというのは、なかなか難しいところなのかもしれません」

**青山**「データについては信頼性・安定性・網羅性の3つの要素を考える必要があります。全体として見ることでよって一つの価値を生み出すっていう、データの網羅性というのは不可欠で、これは国でやったほうがいい。データのクオリティは信頼性に関わる問題なので、提供する側にも、ある一定の基準をクリアしたものを出力してもらうことが必要ですね。あと、安定性ということでは、やっぱり定期的なデータの更新。1回取ってそれっきりではデータは生きてきませんから。陸と比べて海は広いコストもかかりますが、みなさんの力でデータを取っていただいで、そこに国が一枚噛んで使えるようにするというのが、これからの役目かなというふうには思っています」

### 民間事業者にとってのメリットも重要

**桑江**「公共で取るデータだけでなく民間の事業の中で取ったデータも、うまくフォーマットやクオリティを決めて集めて、国をはじめとしてみなさんが使える形にするというのは一つの理想ですね。GPIIの取り組みは、そのきっかけになるんじゃないかと期待しています。まずは民間がデータをオープンにすると言ってくれないと始まりませんから」

**青山**「そこは、企業にとってもこういうメリットがあるかというところを、うまくセットしないと」

**力石**「そういう意味で洋上風力の普及拡大のためにできることは何だろうと考えていて、そのうちのひとつという感じですね。事業者だと定期的なモニタリングができる。計画段階



から建設中、運転中と、経年変化も追ったデータが取れます。あと、港空研へのデータ提供の際も、ナウファスの波浪データと照合し、どの程度の差があるかも見たうえで精度検証ということも行ったので、クオリティコントロールもしたうえで提供も十分可能かなと思っております。でも確かに、事業者にとつてのメリットは何かというのをわれわれも常に考えながら、自分たちにとつて、これがどういう意味を持つのかというところは検討していますね。データを使ってもらうことで、環境価値のところは訴求できると思っています」

**有働**「観測ステーションとしての価値もありますよね。観測機器を取り付けさせてほしいとか、今後そういう話は出てきそう」

**カ石**「そういうのもありかもしれないですね。構造物の審査上、後付けできないものもありますけど」

**桑江**「みんな使いたいですよ。プラットフォームさえあれば、みんな思っていますから。場を貸すっていうのは一つの方法ですね」

**カ石**「あと、風車の上空150mくらいの気象データも毎日取っている、それもかなりのビッグデータになりますよ」

**青山**「気象・海象データをリアルタイムで見たいというニーズは多く、精度の高い予測データが求められている。GPIIさんでしかとれないデータを売るというのもありかもしれません」

**桑江**「そうか！ 海の中のことばかり考えていたけど、実は空中のほうも、環境価値を知らしめるにはいいかもしれません」

**青山**「本当は海底のことも知りたいですけどね。今回の熊登半島地震でもだいぶ隆起していて、船が港に入るのに必要な水深が確保されているかとか、災害対応の初期に情報が

なくて苦労している。そういうのがリアルタイムでわかっただら、もうちょっと対応が早くなったりするんですけど」

**カ石**「場貸しの延長で、例えば水中カメラを設置して常時観測みたいなことも、場合によってはできるかもしれません」

**青山**「それはありますよね。せっかく風車を建てたからには、海を使い倒していただきたい！」

**有働**「そういうふうに関各地に建てていけたら、それこそ全国の観測網にもなりますね」

**カ石**「本当はちょっとそれを目指しています。他の事業者にも参画いただき、将来的にぐると日本の沿岸のデータを取るようなものになりましたら、洋上風力の意義がますます高まるかなと思っています」

**桑江**「それは本当に期待したいところです。国の2030年までの洋上風力の導入目標は10GW。石狩湾新港の洋上風車で1本8MWですから、つまりあれが、あと1000本以上必要という計算になる。全国に1000本も建てたら、けっこうなネットワークになりそうです」

**カ石**「今後、海に建てるのは13〜15MWのものが主力になりそうなので、本数はもう少しと少なくても大型になると思います」

**有働**「水深はどのくらいなんですか？」

**カ石**「石狩湾新港で14mくらいです」

### 環境の潜在的な価値を高めて 未来につなぐ

**桑江**「どうデータを集めて解析するかという話は、どの分野にも共通の課題で、データサイエンティストというのはやっぱり今後必要

になるでしょうね」

**青山**「水質の問題でも、まずわれわれとしてはファクトを知りたいっていうのがあります」

**カ石**「海のデータって流動性が高いので、すぐつかみづらいですよ」

**桑江**「物理や化学は、あるインプットに対して唯一解としてのアウトプットが出てくるので予測しやすいですけど、海は生物まで入ってくるので。そうすると反応は気まぐれで非常に不確実性が高い。これをどうすればいいか。漁師さんなどが経験値で対処してきたことを考えると、親和性が高いのもしかすると機械学習かもしれません」

**有働**「ただ、物理モデルにおいても、インプットデータが足りていないからうまくできないということも、まだ結構あるんですよ。機械学習でやるにしても難しいと思う。学習データとしてインプットしなければいけないであろうデータが足りないの。そういう意味でもいろいろなデータを取らないと。土砂についてはとくにそう感じます」

**桑江**「データを取ってアーカイブしつつ、解析を進める。これが、国も研究者も事業者も、全部にとっての課題になります」

**有働**「私たちが環境について考える潜在的な価値といったものを、できるだけ可視化していけるといいですね。あと、最近よく言われるウェルビーイングという意味でも、海岸や沿岸域、海域を、豊かなものにしていきたい。多様な分野のコベネフィット(相互利益)に、うまくつながっていくといいなと思います」

**青山**「できることから、小さいところからでも少しずつ広がっていく。それが一番大事かもしれないですね」

**カ石**「風車ってそもそも脱炭素の文脈で語られますが、それだけでなく、地域の強みになるようなものになるといい。環境価値の形成とか活用というところで役立てるように頑張

ります」

**桑江**「カーボンの次は、他の環境価値が必ず来る！ その潜在能力は10倍とか、それくらいあると思っけていて。まだビジネス化とかは見えていないけど、それは10年前のカーボンも一緒。常に半歩先くらいを、港空研としてリードしていければと考えています」



GUIによる水環境生態系モデル運用システムの開発

流動生態系シミュレーションシステム「EcoPARI (エコパリ)」で水環境データの標準化を目指す

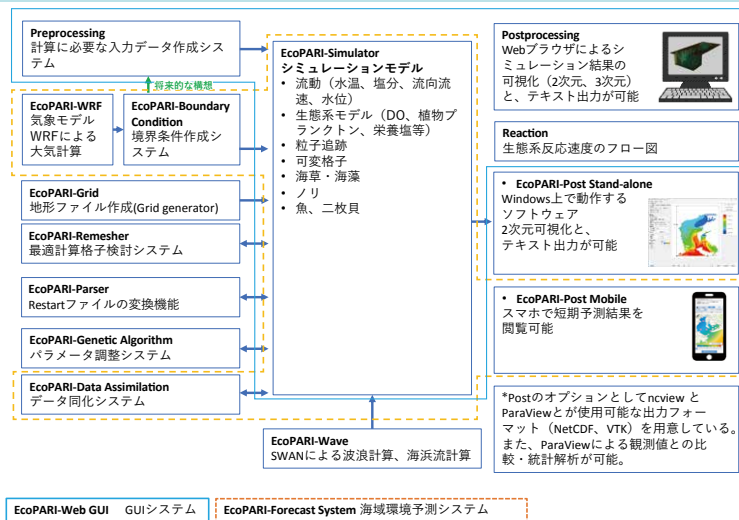
「ただ、伊勢湾シミュレータを用いて計算するには、さまざまな計算条件を用意する必要があります。作業も難しく、誰にでも使えるというものではなかった。例えば大阪湾で近畿地方整備局の人にも計算したいとか、関東地方整備局の人が東京湾を対象にした計算結果を見ながら議論したいとか、さまざまな要望をいただくようになってきたのに、それに対してなかなかパツと計算できるような状況になくて。そういうのを改善したいと思ったんです」と、松崎義孝グループ長。

2007年に策定された伊勢湾再生行動計画に則り、港空研が開発してきた閉鎖性内湾の水質環境を再現・予測するための数値解析モデル「伊勢湾シミュレータ」。「EcoPARI」は、この伊勢湾シミュレータを核とした、計算条件作成から計算、結果の可視化までを一連で行える統合環境です。研究開発の趣旨や、広い活用への期待を取材しました。



海洋環境制御システム研究領域  
海洋汚染防除研究グループ  
松崎義孝 グループ長

EcoPARIの全体像

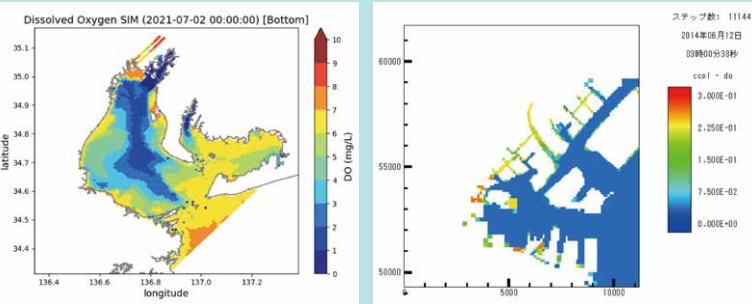


スペシャリストでなくても使えるシミュレーションシステム

計算条件の設定は、例えば気象庁のシミュレーション結果や地方整備局のモニタリングポストの観測データなどを用い、河川流入の影響や、外洋と接続する部分の水温や塩分の状態といった多岐に渡る情報をもとに行うのですが、EcoPARIではあらかじめ3大湾（東京湾・大阪湾・伊勢湾）のデータセットを用意。境界条件データの作成ツールとともに、計算結果の解析・可視化ツールも開発し、それらを一貫して使うためのGUI（※1）システムもつくりました。「クリック＆クリックで計算結果の確認まで進めるので、例えば地方整備局の職員が『ここに浅場を造成したらどうなる？』といったシミュレーションを行うことも比較的容易になりました。

また、このシステムが、現場をよく知るフィールド主体の研究者などにも利用されることで、現場の肌感覚とシミュレーション結果の違いから、モデルの改良や現地観測項目の検討といったフィードバックも期待しているんです。港空研でデータセットを用意した3大湾以外の港湾については、シミュレーションする人が自ら集めたデータでできるようなソフトウェアをEcoPARIの中につくる予定とか。「同時に、データ作成の指針となるようなマニュアルをつくるつもりです。私たちはこれを『標準化』と呼んでいるんですけど、正しく環境影響評価を行うためには、標準的なデータのつくり方や、シミュレーションの仕方などを定めていく必要があると強く感じていて。それにはコンサルタントを巻き込んでいかなしとということで、伊勢湾シミュレータの使用経験のある環境系コンサルにはすべて枠組みに入っていたとき、連携して進めているところです」。

EcoPARI-simulatorによって検討可能な現象の例



伊勢湾の底層DO(底層溶存酸素)の水平分布 青色は酸素濃度が低い状態を表す  
詳細地形による横浜港内の底層DOの水平分布 地形を詳細に表現することで、浅場造成などの局所的な地形変化が水質に与える影響を予測できる。

「ただし、一つ課題があつて、精緻になつたぶん、計算速度が遅いんですよ。あるコンソールの方から、『自分たちのモデルよりもEcoPARIは計算時間がかかる』と言われてしまった。これは、スパコンを使うことで相当短縮できるはず。実際に枠組みの中で使っていたら好評です。あとは、GPU（※2）を使って抜本的に解決できないかという検討もしています」

EcoPARIの機能を活用することで、先述の浅場造成の効果の検討をはじめ、湾口防波堤の建設の影響検討、下水処理場管理運転の影響検討なども容易に、「産学官に広く活用していただけるシステムを目指し、今後さらに研究開発を進めていきます」

さまざまな仕組みを組み合わせ、統合的なシミュレーションシステムで、これからは客観的かつ精緻なシミュレーションが可能になります。

「伊勢湾のみでスタート。続いて東京湾でも、同じような短期予測システムがつくられるように働きかけている状況だといえます。」

Webブラウザでシミュレーションを回せるのも、EcoPARIの一つの特長になります。「いま構築しているWebシステムに、例えば途上国の技術者がログインし、ここでシミュレーションを回すことも可能になるわけです。こういう技術を海外に移転するときに、一つの武器になるかなと思つていて。港湾局の技術基準にも載せてもらつてを想定して、研究開発を進めています」

また、EcoPARIには、計算値に観測値を融合させるデータ同化システムも導入。本誌35号（2019年4月発行）Focus Onでその試みを紹介した「海の天気予報」も「伊勢湾海域環境予測システム」として、来年度から試験的に、スマートフォンでの閲覧が可能に。まずは伊勢湾のみでスタート。続いて東京湾でも、同じような短期予測システムがつくられるように働きかけている状況だといえます。」

さまざまな仕組みの組み合わせで総合的に水環境を診断

※1 Graphical User Interfaceの略。マウスなどの入力デバイスを用い、ユーザが画面上で視覚的に捉えてコンピュータに命令が出せるインターフェース。従来のシミュレーションの基本だったコマンド入力で行うCUI (Character User Interface) に比べ、直感的な操作が可能。  
※2 Graphics Processing Unitの略。画像処理装置。大量の数学的計算を高速に実行できる。



生物多様性ビッグデータのオープンプラットフォーム開発

海と沿岸の情報拠点「UMI-POCHI(海ポチっ)」の本格運用がスタート

本誌5号(2023年1月発行)の「Hot People」で港空研独自のビッグデータとして紹介した、研究データ公開プラットフォーム「UMI-POCHI」の名称で本格運用がスタートしています。

本間「今後ますます社会的にも生物多様性が注目されるようになっていくなか、たぶん重要になるのが、それをいかに評価していくかというところ。そのためには生物や環境のデータ・情報が不可欠です。港空研で取り溜めているデータを、わかりやすく、使いやすい形で公開することで、そういった分野に貢献できると考えています」

大倉「単純にデータをそのまま置いて、オープンにするだけではないんですよ。例えば地図上に表示したり、グラフ化したり。ただ、現段階ではまだ見てもらえる人は結構限定されてしまうとと思うので、さらにわかりやすい形にできればと。例えば、一つのデータから「この場所は生物が豊富にいますよ」とか、そういったことが指標のような形で示せるようになったら、もっと見てもらえる人が増えるんじゃないかと思っています」

環境データの発信だけでなく、収集も可能なプラットフォームに

近年、護岸の一部に干潟や藻場等を付加するなど、環境に配慮した生物共生型



海洋環境制御システム研究領域  
海洋環境情報研究グループ  
大倉翔太 主任研究官

インフラDX研究領域  
ビッグデータ研究グループ  
本間翔太 研究官

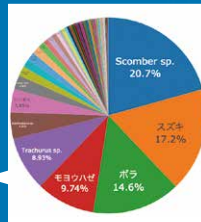
港湾構造物の研究も進んできています。大倉「いまはまだ『こういうふう』に造れば生物共生型港湾構造物になる」という明確な基準はなくて。技術基準に追加すべく、いろいろ議論がなされている段階です。前提として、生物がどれくらい増えているか、生物が多様になる構造とはどういうものなのかという情報が必要。それには環境や生態系のデータをどれだけ溜めることができるかが鍵になります。われわれだけでは限界があるので、外部の人からも広くデータが収集できるようにしたい。その第一歩として、プラットフォームの中の『漂着した海草・海藻の写真』というコンテンツに、一般の人が

いまや港湾分野における環境政策の要であり、社会的な注目度も高まりつつある生物多様性。その評価に役立てるべく、港空研では、長年蓄積している大量の環境データなどを入れたオープンデータプラットフォームを開発。2023年10月に本格運用が始まったこのプラットフォームについて、公開の意義や課題、今後の展望取材しました。

現場の需要に応えられるよう、生の情報を継続して蓄積

ら写真をアップロードしてもらえよう。機能を追加している最中なんです」

本間「有益な事前の情報がたくさんあればあるほど、データを使った先の信頼性は上がっていく。そういうところに活用できるデータが現場から掘り上げられるような仕組みをつくって、充実したデータベース構築につなげていきたいですね」



グラフ化された生物種

生物多様性データベース



過去に行った生物調査や環境DNAの結果のデータベースを公開し、調査地点の場所、生物種などを可視化している。

漂着した海草・海藻の写真



海岸に漂着した海草・海藻の写真の分布などを閲覧できる。

UMI-POCHI(海ポチっ)で閲覧可能な情報の例 URL : <https://pari.mpat.go.jp/bdhome/>

■トップページ



「生物多様性データベース」「漂着した海草・海藻の写真」「海草・海藻文献情報」「海表面水温分布」「フェリーによる海洋環境データ」「net-OILPARI(ネットワーク対応型リアルタイム油漂流予測)」の閲覧が可能。

ラットフォームにしていきたいですね」

本間「このオープンデータプラットフォームの役割としては、設計や事業の計画に活かせる、事前情報として使えるというところがたぶん一番大きいはず。過去の文献などから調べ出すより、ある程度情報がまとまったプラットフォームがあれば、効率よくスピーディに計画ができるでしょう。データが多ければ、選択肢も増えるし、より確かな設計につながるかもしれない。現場でそういうふうに使っていただけたらいい。価値あるものにしていきたいと思っています」

大倉「公開している環境データをAIに組み込むことで、即時的な情報発信も可能になるはず。さまざまな要望にしっかりと応えられる、みんなに必要とされるプラットフォームにしていきたいですね」

本間「われわれが基礎研究でやっていることをプラットフォームにフィードバックして発信していくというの、一つの役割かなと思っています」

大倉「いまはオープンデータの時代。思い切って公開していくことが大事なんだと思います。コンテンツの一つとして出している東京湾口部のフェリーによる海洋環境データも、どういふふうに使われるか予測しきれなかったのですが、水温がわかればそこにいる魚がわかるというので、漁業者が結構見ているというので、漁業者が結構見ているという話も聞くようになりました」

本間「このオープンデータプラットフォームの役割としては、設計や事業の計画に活かせる、事前情報として使えるというところがたぶん一番大きいはず。過去の文献などから調べ出すより、ある程度情報がまとまったプラットフォームがあれば、効率よくスピーディに計画ができるでしょう。データが多ければ、選択肢も増えるし、より確かな設計につながるかもしれない。現場でそういうふうに使っていただけたらいい。価値あるものにしていきたいと思っています」

大倉「公開している環境データをAIに組み込むことで、即時的な情報発信も可能になるはず。さまざまな要望にしっかりと応えられる、みんなに必要とされるプラットフォームにしていきたいですね」



# 東京湾の再生活動の輪を広げる 東京湾 UMI プロジェクト

千葉県館山市の沖ノ島周辺で始まった  
アマモ場再生に向けた協働プロジェクト取材しました。



## 東京湾に豊かさを取り戻す 「東京湾 UMI プロジェクト」

2001年、「都市再生プロジェクト」において大都市圏の「海の再生」を図ることが決定し、関係省庁や地方自治体が連携して「東京湾再生推進会議」を設置。そのなかに国土交通省港湾局を中心とした「海域対策分科会」が設置され、干潟・浅場の保全再生など東京湾の海域浄化対策に関わる施策が進められています。そして、東京湾の環境を改善し藻場などの造成を推進する施策の一つとして、2013年度から「東京湾 UMI プロジェクト」が実施されています。このプロジェクトは、アマモ場の再生活動に取り組む団体・企業を募集し、企業、NPO、学校、市民など多様な主体と協働しながら人々の海への理解や関心を高めていくことを目的としています。アマモは浅い海底に育つ海藻の一種で海水を浄化する特長があり、小魚など海の生き物を育む「海のゆりかご」といわれています。東京湾の豊かさを取り戻すためにはアマモ場を再生させ、生物の多様性を確保することが必要です。

今回は、港空研の細川グループ長、本間研究室とともに、新たな UMI プロジェクトの活動の場となった千葉県館山市の沖ノ島に赴き、プロジェクトに携わる方々にお話を伺いました。

## 沖ノ島周辺の海域の現状

伊勢「東京湾 UMI プロジェクトは、官だけでなく、NPO、市民団体など多くの主体が一体となった取り組みで、現在8社の団体・企業に参加していただいています。これまでは横浜港内の海浜や人工浅場等でアマモ場の再生活動に取り組んできましたが、2022年からは新たな活動の場として千葉県館山港での UMI プロ

ジェクトが始まりました」

沖ノ島は、波が穏やかな館山湾の南側に位置する周囲約1kmの無人島です。陸続きで砂浜を歩いて渡れる自然豊かな島で、900年以上前に建てられた神社や、戦時中に掘られた洞窟などもある神秘的な場所となっています。取材時はNPO法人たてやま海辺の鑑定団の竹内さんに島を案内していただきました。

竹内「ここは重要な自然資源。海水浴場にもなるし、多くの人が訪れる場所です。僕らはアマモ場の再生活動だけでなく、沖ノ島をフィールドに自然体験活動を行い、海に親しみながら環境のことを知ってもらう活動もしています」



食害による被害



かつてのアマモ場（2008年頃）

かつて館

山湾にはアマモ場が広く分布していましたが、2014年頃からその多くが消失しているそうです。原因として考えられているのは、大型台風にもなう砂の移動流出と、魚やウニに食べられる「食害」です。これらの現象が進むと海藻や海草が極端に減少し、海の中

が砂漠のようになる「磯焼け」が起こります。この「磯焼け」の原因は食害や海水温の上昇も影響していると推測されています。

## 三位一体で進められる 館山港 UMI プロジェクト

館山港における UMI プロジェクトの目的は、館山港の資源や特性を活用し、環境対策を通じて地域活性化に取り組むことです。具体的には、下記の3つになります。

- ①ブルーカーボン生態系の保全・再生（アマモ場再生など）
  - ②みなとアメニティの向上（釣り文化振興など）
  - ③地域振興（みなとオアシスの活性化など）
- 栗原「この①②③のサイクルを循環させ、時には逆回転もさせながら、館山港の特性を活かした循環型の地域経済振興につなげていく」ということで、関東地方整備局さんにお声がけいただいたり始まりました。港湾管理者である千葉県、私たち館山市役所、また港空研の桑江領域長をはじめとした専門家の方々、地元で活動されている竹内さんや釣り具メーカー、日本釣り振興会、漁協などさまざまな分野の方々に参加していただいています」

アマモ場再生の具体的な活動内容としては、館山湾内の近隣の港からアマモの種を採取し、沖ノ島やその他湾内のアマモ場再生予定地に移植します。苗床づくりは、お茶の水女子大学湾岸生物教育研究所 清本正人先生の協力を得て、研究所の敷地に水槽を設置して実施。花枝採取、種子選別、苗床づくり・種まき、苗移植などはイベントとして地域住民も参加しています。移植したアマモは経過観察が行われていますが、食害による消失など、うまくいかないことが多いようです。

竹内「これまでも全国各地でアマモ場再生に取り組んでいますが、アマモ場再生の成功例は多くは





国土交通省  
関東地方整備局  
事業継続計画官  
伊勢 勉 さん



館山市 経済観光部  
観光みなと課  
副課長・みなと係長事務取扱  
栗原隆太 さん



NPO法人  
たてやま・海辺の鑑定団  
理事長  
竹内聖一 さん



港湾空港技術研究所  
海洋環境制御システム研究領域  
海洋環境情報研究グループ  
細川真也 グループ長



港湾空港技術研究所  
インフラDX研究領域  
ビッグデータ研究グループ  
本間翔太 研究官



なく、難しいものです。海の変化の速度に僕らの活動が追いついていないという感じです。でも、いろいろな人たちが関わり、ああでもないこうでもないと考えることが大切だと思いますし、そのなかで子どもたちにも学んでもらうなど可能性を広げていくことも重要です。楽しみながらがんばって取り組み続けることが大事だと思います」

栗原 「現在、それぞれワーキンググループをつくって活動しています。例えばみなとアメニティのグループでは試みに有志で釣りをして、その釣れた魚を地域のお店で調理してみんなで食べて意見交換するなど、まずは小さい規模から試みています。また地域振興のグループでは、みなとオアシス沼津でのグルメイベントを視察するなど、勉強しながらサイクルができはじめているという段階です。竹内さんのところでは、地元和学校とも連携してイベントを開催していますよね。ちょうどこの間も、市内の小学生がアマモや海のゴミ問題について自分たちで調べたリーフレットを作って、みなとオアシス沼津の駅 たてやまに展示していただんですよ」

本間 「子どもたちも積極的に参加しているんですね」

竹内 「自然環境を未来に伝えることも僕らのミッションだと思っています。子どもたちが楽しみながら地域のことを知り、その子たちが大きくなって主体的に考えられるようになることが重要です。海と関わる方法としては、自分で釣った魚を食べることで学ぶことも大きいと思います。小さいサイクルを少しずつ回していくことで、このプロジェクトがモデルになると思います」



市内の小学生が製作したリーフレットの展示

細川 「われわれ研究者がこのプロジェクトのお手伝いをするのであれば、どのようなことができるかをお伺いしたいなと思うんですが、例えば館山港周辺で調査を行った環境DNAのデータを見ていただきましたが、何か要望などはありますか？」

竹内 「アマモが消失した原因にしても食害を防ぐ方法にしても、こちらとしては感覚でしかわからない。だから、研究所の専門的な調査によって裏付けが得られるようになるといいですね」

細川 「環境DNAはまだ10年程度の技術ですが、そのなかで魚についてはデータ分析が進んでいます。今回お見せしたデータでも、館山港でアマモを食べるアイゴという魚の存在数が明確に出せたのは、そうした技術の成果です。他の生物や植物でもニーズが多くあればデータを取ることができるようになると思います。取得したデータが積み重なっていけば知りたいことが明確に見えるようになるかもしれません」

本間 「官民が参加して、三位一体でやっていくというのは素晴らしいプロジェクトだと思います。研究者としてできることは、まず調査・分

専門家と市民が連携した研究も視野に



アマモの花枝



花枝の採取



移植



水槽内で育成中の苗床



水槽内で育成中の苗床(2年目)

析した成果を知っていただくことだと思いましたが、それと最近『市民科学』(※)に興味があります。専門家が調査して得られたデータでなくても、科学に組み込んで情報として活かせるか、どうやってその情報を使うかを考えることも必要だと思っています。例えば将来的には地元の人が取ったデータなども使い、連携して研究するなどの関わり方もしていければと思います」

※一般の人々によって行われる科学研究活動。例えば、市民が研究者とデータやサンプルなどを共有し、研究に参加していくこと。



# 生物調査を大きく前進させる 環境DNAの可能性とは

この15年ほどで急速に発展した環境DNA分析技術。

海域や河川1地点につき1リットル程度の水を汲めば、

その周囲に生息している生き物の情報が得られる、というものです。

いまは、この新技術を現場でいかに使っていくかを探る段階に。

それぞれの立場で環境DNAと関わってきた面々にお集まりいただき、

現状や期待、思い描く将来像などを伺いました。



国立研究開発法人 国土交通省  
国土利用・都市政策研究所  
流域生態チーム  
特任研究員 村岡敬子さん



神戸大学大学院  
人間発達環境学研究所  
教授 源利文さん



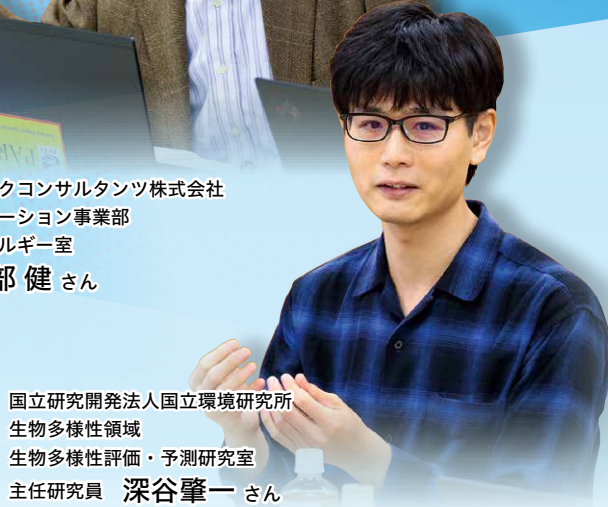
港湾空港技術研究所  
海洋環境制御システム研究領域  
海洋環境情報研究グループ  
細川真也グループ長



いであ株式会社  
環境創造研究所  
遺伝子解析室  
主査研究員 白子智康さん



パシフィックコンサルタンツ株式会社  
社会イノベーション事業部  
環境・エネルギー室  
主任 渡部健さん



国立研究開発法人 国立環境研究所  
生物多様性領域  
生物多様性評価・予測研究室  
主任研究員 深谷肇一さん

## 水中の生物調査が 劇的に変わる 革新的な技術の登場

**細川** まず最初に、あらためて環境DNAとは何かという話を、この研究のバイオニアである源先生からお願います。

**源** 水の中の生物は、普通に生きてるだけで、糞もすれば、魚なら体表の粘液を体の外、つまり水中に放り出します。その糞や粘液の中には、その生き物自身のDNAが多量に含まれているんです。例えば川に行ったら水を一杯汲んでくれば、その水の中には周囲に生息している生き物のDNAがかなりたくさん入っているということがわかってきた。そういうことを利用して一杯の水からどんな生き物がそこにいるかを把握する技術が、環境DNA分析とか環境DNA技術というふうに使われています。最近は水中に限らず、空気中や土の中の生き物のことも、同様に調べられるようになってきています。

**細川** いつ頃から研究に手を着けられたんですか？

**源** 2009年頃だったと思います。その端緒になったのは、もう少し遡って2007年、総合地球環境学研究所在籍時に取り組んでいたコイヘルペスウイルスの研究。水槽に入れた病魚が出すDNAウイルスの数を調べようとしたら、水中からコイ自体のDNAがたくさん出た。ただ、僕自身は、そのときはこれが生き物の調査に活かせるなんていうと



ころにまで発想が飛ばせなかつたんです。あるとき、現在は龍谷大学にいる魚類学者の山中裕樹さんにその話をしたら、生き物の体の外にあるDNAを調べられるなら、野外での生物調査に使える革新的な技術になるんじゃないかと言われて。じゃあ、面白いからやってみよう」ということ。

**細川** 実務の立場から見ると、環境DNAの登場はどうでしたか。

**渡部** 僕自身、生物調査の現場で、投網を打ったりタモ網で掬ったりして魚類調査を行っていたので、「これは時代が変わる！」というくらいインパクトがありました。具体的には、まず労力が全然違う。従来の方法では、さまざまな漁具を使い、手を尽くして、そのエリアの生物を調べ上げるといふ状況だったんですけど、それが水1杯汲めば、かなりの生息種を把握できてしまうわけです。もう一つの観点としては、調査にかかる時間がかかり減る。一カ所何時間もかけて頑張って調査していたものが、水を汲むだけなら数分で終わります。逆に言えば、もっと多くの地点で水を汲んで、そのエリアの調査のアプローチとして精度を上げていくこともできるのかなという期待も出てきました。あと、捕獲調査と違って環境を攪乱せず、湿地のような場所の脆弱な生態系へのダメージが少ないのもいい。いっぱいメリツトが考えられるので、生物調査にその技術を取り込むべく、技術開発が進んでいる状況だと思えます。

**村岡** 実は国交省で30年くらい続けている生物調査があるんですよ。

「河川水辺の国勢調査」といって、国交省が直接管理している全国109水系等を対象に、5年または10年に1回行う、河川の生物相を把握するための調査。魚類では5年かけて109水系全部の調査をしているわけです。これがけっこうな努力で、今後ほとんど人手が足りなくなっていくなか、いまのやり方で調査体制を維持することはたぶん難しい。環境DNAを使ってそれを補うことで、現場の労力を抑えられるんじゃないか。そうすることによって、10年先、20年先もこの調査が続けられるんじゃないかという声が出てきていました。さらにもう一つ、環境DNAの感度の高さで、これまでの調査では見えなかったものが見えてくるんじゃないかという期待もあります。

**細川** 村岡さんはどちらかという陸側、僕は海側。やることは一緒なんですけど、海側の調査の一つの問題として、方々への調整が難しいということがあつた。それが、水を汲むだけでいいとなると、圧倒的にやりやすくなります。それも環境DNAのメリットの一つだと思えますね。

**まずはみんなでも使いながら 技術の精度を上げていく**

**白子** DNAの分析をずつとやってきた人間からすると、当初は半信半疑だったんですよ。組織からDNAを抽出したつてうまくいかないことが多々あるのに、水に入ったわずかなDNAがPCR（※1）で増や

せるわけないだろうくらいに思っていた。それでも面白そうだからやってみようということで水槽で実験してみたら、びっくりするくらい増えて。「これは使えるぞ」とテンションが上がって、それからいろいろ検討実験も含めて進めていきました。従来のDNA分析つて、まず現場で何かを捕まえて、それをより深く知るためにやるもので、調査の一番基礎のところにはわれわれ「分析屋」はあまり係わつてこなかったんです。環境DNAではその部分に二階に入つて、現場調査をしながらわれわれのデータを活かしていけるというのが非常に大きなことだと思えます。とくに現場調査は難しく、行う人の経験値で結果が変わるところがあるんですけど、あらかじめDNA分析をしておくことで、その精度も上げられる。調査全体としての精度が上がつて、現場の人の精度も上がつていくということ、すごくウィンウィンな関係ができていっていると思います。

**源** いま半信半疑とおっしゃいましたが、本当に、日本生態学会で2011年に発表した当時は見向きもされませんでしたね。十数年経つて、随分と信じてもらえるようになってきました（笑）。流れが変わるきっかけになったのは、2015年に発表した環境DNAを使ってオオサンショウウオの分布がわかるという論文。新聞やテレビでも取り上げられたことで、一般にも広まってきたように思います。

**渡部** 2015年に行われた、日本生態学会の環境DNAに関するシ

ンポジウムでの発信も大きかったですね。業界的にはそこで多くを受け取つた感じですよ。他の研究分野よりも社会実装しているという研究者の意識が高く、われわれからの相談にも熱心に乗ってくれるというスタイルもよかったです。

**村岡** ほとんど使つて結果が出て、一気に広がつていった感じですよ。本来ならまだまだ詰めてから実装を考えようところも、ブラックボックスはそのままだに、やりながら潰していく感じで進んできたように思います。

**源** 環境DNAつて、どこまでいってもブラックボックスはつと残る。環境DNAと呼んでいるものの正体すら、いまだにわかつていないんですよ。細胞がそのままあるのか、それとも裸のDNAなのか、或いはそれが混ざっているのか、だとしたらどういう割合で？とか、誰も知らない。ブラックボックスはブラックボックスでもいいじゃないかと割り切つてしまつたのは、結果としてよかったのかもしれないですね。並行して潰れてきて、いまはそれも、だいぶ減つてきたと思えます。

**村岡** みんなが使つているから、それだけ早く潰せるつていう感じですよ。

**細川** 環境政策を担う立場からは、環境DNAにどんな期待を？

**深谷** やっぱり生物多様性がいまだどういう状態にあるのか、それに対してどういうプレッシャーがあるのかを知るのすごく大事です。環境DNAによって調査が簡単になることで、いろいろな場所でも調査できるよ

うになるとか、定期的かつ頻繁に調査するなど調査努力量を格段に増やせるところが大きな利点ですね。それによって、例えば絶滅のリスクがある生物の生息地をピンポイントで特定したり、侵略的外来種の拡がりを広範囲で把握したり。そういうことができるようになってきたのは、環境DNAによって大きく前に進んだところだと思えます。

**細川** 僕も生物多様性の評価を行う立場なんですけど、多点で調査できるよつたつたことで、逆にデータの取り扱いが難しくなつたところがあるんですけど。

**深谷** いろんな種のDNAを一度に検出するような方法だと、データのばらつきも大きかったり、本当はいるのにDNAが検出されない種もでてきたり。そういうなかで、どうやって環境DNAのデータを解釈していくか。分析のステップのなかで、どこが一番種の取りこぼしをしやすいつころなのかを評価できるよ

うな、データ解析の方法というのを考えたりしています。ポトルネットワークの調査時により多くの注意を向けるなどフォローも検討できるように。どうしても出てきてしまつたばらつきをコントロールすることで、環境DNAのデータに基づく評価をより精度よくできると思えます。

**細川** いろいろな欠点も踏まえたうえでやり始めた技術を、いろいろな立場からみんなで、総合的にうまく使つていこうとしている。そういう意味でも、これまでになかった新しい技術なのかもしれないですね。

※1 Polymerase Chain Reaction（ポリメラーゼ連鎖反応）の略で、DNAポリメラーゼというタンパク質の動きによってDNAの特定領域のみを数百万〜数十億倍に増やす方法。もともとは基礎研究でDNAの増幅やDNA配列の決定、遺伝子変異誘導のために開発された。



## 研究者と利用者の コラボレーションが鍵に

**源** 水の中の生き物調査では、例えば水生昆虫とかがとても重要。でも、今日(2024年)までオオサンショウウオ以外は魚の話しか出てこなかったことからわかるように、環境DNAを使った水生昆虫の調査というのはすごく遅れているんです。水を一杯汲んだら、そこには魚のDNAだけでなく、植物や微生物も含めてありとあらゆる生き物のDNAが入っているのに、まだまだそのポテンシャルのパーセントも活かしていないのが現状。情報が少ないとか研究が進んでいないとか、いっぱい課題がある。もっとそこに力を注いでいけたらいいなというふうに思っています。

**村岡** そこはすごく期待するところ。従来の生物調査だと、魚を調査する人、鳥を調査する人、植物を調査する人、水生昆虫を調査する人とそれぞれ別で、調査方法も違うので、同時期の生物情報ってなかったんですよ。環境DNAなら、いろんな生物の同じタイミングの情報がある中にあるわけで、この先、全然違う生態系の知見が集まるんじゃないかと思うんです。

**渡部** いろんな分類群をなるべく包括的に網羅的に知りたい。そういう業務をやっていると、得られるデータがどれだけ網羅できているかが、やはり気になるんです。魚類はけっこう把握できている実感がありませんが、底生動物とかになってしま

うと、これまで捕獲して取ったデータの多様性を環境DNAでどれだけカバーできるかどうか。やや力不足なのではないかと思っています。

**白子** 水生昆虫に関していえば、時期によって大きさが変わったり、羽化してしまったり。社内の底生動物を専門にやっている人間と話したこともあるんですが、餌になりやすさも影響しそうです。水生昆虫の量だけでなく、そこに生きている魚の種類、そのせいで水生昆虫から出るDNAの量が変わってくることも当然あります。いろんなバイアスがかかってしまう状況なのは間違いない。とはいえ、専門家でも同定が難しかったりする水生昆虫も、環境DNAならはつきりわかったりするので、プラスの面もあるわけです。そこは、現場に詳しい人間と、分析をやっている人間と、いろいろ組み合わせて一緒にやっていくことで、この先どんどん解決できていく問題だろうと思います。

**細川** 環境DNAの照合元となるものとのDNAのデータベースに、水生昆虫のデータが足りていないのもネックになっていますね。

**白子** 環境DNAはすごく先進的な印象がありますが、ひたすら虫を捕まえて、それを同定して登録して、という一番基礎の泥くさいところはどうしても外せない。その重要性はこれまで以上に増していると思うので、着実に進めていかないといいなと思います。

**深谷** 環境DNAは需要が高いところに対する解決策を与える技術になっていっている。そういう意味で環

境DNA技術の基礎研究が進むと、それがそのままブレイクスルーになるようなところが結構大きいような気がします。あと、DNAの分析技術自体もいろいろ発展していますよね。RNA(※2)を分析できるようなになるなど、どんどん応用の広がりが出てくるので、かなり大きな可能性を感じています。

**源** 環境DNAの分野って、基礎科学のなかではかなり実用に近いところにあつて、研究者と、応用する人、使う人との距離もかなり近い。そこをもう少し活かせないかと思っっているんです。実際、今日のようなメンバードを合わせる機会もあるし、学会に行けば基礎研究をやっている人から実際に調査を担っている人までが一堂に会する。すごくいい条件が揃っている。あとは実際にコラボレーションして何かをつくり出すところを、いま以上に活性化させられたらいいですね。

**渡部** 時代的には、いままさに、民間企業も生物多様性に関する情報を欲しがっている状況にある。自分たちの企業活動が環境や生物多様性に対してどういった影響を与え、それに対してどういう責任を持った活動をしているかを開示していくことが必要な時代になっています。国交省が行っている調査も、データを利用する人たちのニーズが5、6年前とは違うフェーズに移っていると思いますね。フロンティア技術なので、従来の発想にない仕方で技術・データを利用する人たちが現れるというの新たな側面。これまではどちらかというと研究者と行政の調査と

いう仕組みの中でおさまっていたのが、社会に直接紐づけられる時代に入ったという印象です。

## データの活用で、高精度な 生物ポテンシャルマップ作成へ

**村岡** 環境DNAのデータをみんなが使えるようなデータベースは、いずれつくつていかなきゃいけないだろうという認識は、みなさん共通していると思います。そのとき問題になるのが、希少種の扱いをどうするか。例えば国交省の調査では、希少種の保全を優先し、その情報は除いて公開するんですよ。その合意がとれないと、なかなか踏み込めない。ただ一方では、誰でも水を汲んだら環境DNAがわかる、情報が取れるという時代になるのなら、もう希少種の情報もオープンにすることを前提に対策を考えないといけないのかなと、先日、国の研究機関の研究者らとの意見交換の場でもそういう話がありましたね。

**深谷** そこに希少種が生息しているところによって、その場所が保全されるという側面もある。両面持ち合わせていることなので、結構難しいですね。

**白子** 地域の方との協同ということが、非常に重要になると思います。

**細川** 利用する側の立場として、データベースの在り方に希望などはありますか？

**渡部** 環境アセスメントでいえば、まず最初に事業計画の段階で、調べるとして地域概況調査があるん

※2 Ribonucleic acid (リボ核酸) の略。DNAとともにすべての生物の細胞の中にあり、遺伝の動きを担う物質。



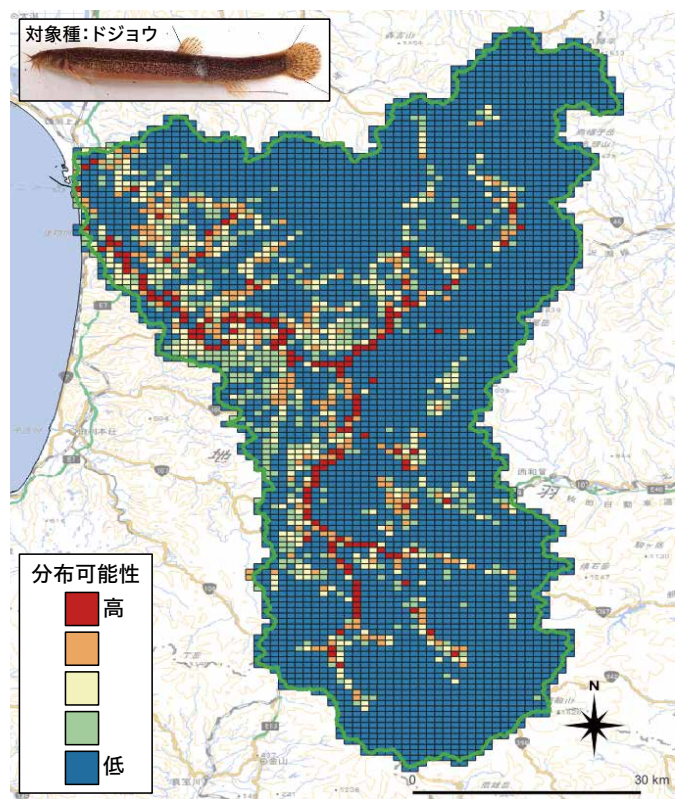


です。そのときに、生物に関する情報の調査も行われる。環境アセスメントの歴史も長いので、全国で多くの調査が行われ、地域や地点に紐づいた生物情報というのは、既にかなり蓄積されているはずなんです。いまはそれぞれの管轄事務所の倉庫に眠っている状態で、アクセスするのもひと苦労が多い。環境DNA調査のデータについては、そういう各地域の生物ポテンシャルみたいなものを評価するのに、利用できるようになってほしいですね。

**村岡** 国交省の人たちにとり、どういった環境DNAを使うならメリットがあるのかをプレゼンするために、ポテンシャルマップをつくったんです。河川水辺の国勢調査の地点と水質調査地点で汲んだ水を使って環境DNAの調査を行い、そこに通常入手可能なレベルの物理環境情報のデータを入れることで、ドジョウを例に、この地点に多くいるんじゃないかという分布予測を示してみた。ポテンシャルマップを作成するときって、「ここにドジョウがいた」という情報と同じくらい地点数の「ここにドジョウはいなかった」という不在情報が要るんですけど、捕獲調査でその不在を証明するのはすごく大変なんです。その点、環境DNAは感度がよくて、面的に生物情報が得られるので不在地点が稼げる。ポテンシャルマップをつくることに向いている調査方法だと思います。

**渡部** しかもそのデータの精度も年々更新できますよね。だから本当に、こういった感じで国土全体が描かれていくような時代も、そんなに遠い夢ではないのかなと思います。

**村岡** もう一つ、環境DNAにはメリットがあって。国交省が河川の本川の調査をしているように、例えば農林水産省や環境省もそれぞれ農地だったり自然環境だったりの調査を行っているのに、調査する方法が違うので、一つにできなかったんです。まだこの先に標準化というステップは必要なのではしよけど、環境DNAで取った生物情報というところは横並びにしやすいはず。国交省が管理していない地点も含めたデータを集めることで、すごく精度のよいポテンシャルマップに繋がるんじゃないかと思っています。



ドジョウを対象種とした環境DNA調査のデータと物理環境情報のデータから作成されたポテンシャルマップ  
作成者(国研) 土木研究所 菅野一輝

**源** 現段階の環境DNA分析では、基本的に「どんな生き物がいるか」という情報しか得られません。従来の調査なら、捕まえば大きいか小さいか一目瞭然だったし、オスカメスカもわかった。環境DNAにはそれができないので、そこを一段ステップアップしたいんですよ。例えば年齢構成ってすごく重要で、オオサンショウウオの研究でも「DNAが出たから万歳！」では終われない。長いと100年以上生きるもので、その場所で繁殖しているのか、ちゃんと

「いる、いない」を超えた  
生き物の情報を求めて

育っているのかというところまでわからないと、保全につながる情報としては不十分なんです。いま、生き物を捕獲すれば、そのDNAのメチル化(※3)を解析することで年齢がわかるようになった。ごく最近の論文では、鯨類の糞のDNAから年齢推定が可能になったとも。糞は環境DNAのもとですから、水を汲んでそこにいるオオサンショウウオの年齢ピラミッドを描くことも、きっとできると思っています。また基礎研究の段階ですが、メチル化の状態を水から把握できるのかという技術開発をしているところ。水槽実験レベルでは、メチル化状態を測定することが可能だということまでできていて、学会でも発表しています。

**渡部** 環境DNAで魚の資源量を量るのは難しいと思っていましたが、年齢構成みたいな情報を使えば、ひよっとするとそこまで持つていくことができるかもしれませんね。

**村岡** それを定期的に、例えば毎月取っていくと、どの季節が再生産に影響を与えているのかといったほうにも展開できそうですね。

**源** メチル化状態というのは生物の状態とリンクしているの、いろいろな生態を把握することにつながるはず。実際にできるようにするには10年くらいかかるとは思いますが、自分の中では一番面白いところですね。或いはRNAを使えば、また別のアプローチで、同じようなところに届くかもしれない。必ず環境DNAで生き物の「いる、いない」を超えた情報を得られるようになる、僕は思っています。

※3 有機化合物の水素原子をメチル基で置換させること。体内においてDNAやたんぱく質がメチル化されることで、機能発現の調節などが行われる。



# 港湾空港技術研究所との研究交流の歩み

韓国海洋科学技術院（KIOST）と港空研は、1996年に共同研究協定（MOU）を締結して以来、研究交流をはじめワークショップの開催などを通して技術情報の交換を行うなど、積極的に交流を深めてまいりました。2年後には、30周年を迎えることとなります。これを記念し、KIOSTの安研究顧問より寄稿いただきました。

こんにちは。韓国海洋科学技術院（KIOST）の研究顧問を務める安 熙道です。

この度、港湾空港技術研究所（PARI）の情報誌に上記のテーマで執筆する機会をいただき、大変光栄で嬉しい限りです。

私は1979年に東京大学（院）を修了してすぐ国策研究機関の韓国海洋研究院（KORDI）に入り、2009年12月の定年退職するまでの31年の間、日本の研究機関との人材・学術交流の架け橋の役割を果たしてまいりました。現在は韓国海洋科学技術院（KORDIからKIOSTに改名）の研究顧問として活動しております。

私自身、30年間の勤務期間の間、まず最初に運輸省港湾技術研究所（PHRI）と1996年に研究交流の協定（MOU）を締結しており、続いて2001年から両機関の間に「沿岸域環境（Tidal Flats）」をテーマにワークショップを開催し、研究交流の活性化を図りました。

以下では、その間の両機関の交流ぶりを振りかえり、1）MOU締結文書、2）KIOSTとPARIとのワークショップの開催実績、3）筆者のPHRI功労賞受賞及び客員フェロー委嘱状などを紹介し、今後もさらに持続的な研究交流の活性化が行われることを期待します。



アン ヒドゥ  
安 熙道

韓国海洋科学技術院 研究顧問  
(株) Oceanic 顧問

## 1. KORDI-PHRI 研究交流の協定(MOU)締結

1996年2月7日、PHRI執務室にて両機関の長（PHRI 野田節男）の間で研究交流や情報交換を目的とした協定を締結しました。主な事項は次の通りです。

- ・ 研究交流（共同研究の推進）
- ・ ワークショップまたはシンポジウムの開催（順次開催）
- ・ 技術情報の交換（出版物の発刊）



韓国海洋研究院と港湾技術研究所との研究交流協定の締結



研究交流協定書

## 2. KORDI-PHRI ワークショップの開催

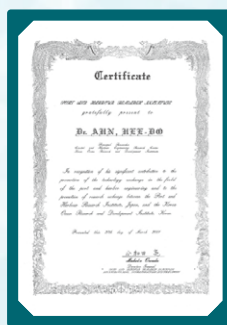
2001年以降、韓国と日本で交互に日韓干潟ワークショップを開催してきました。東日本大震災により一時中断がありましたが、2013年からはKORDI-PARI-CDIT-WAVE 共同ワークショップ（2013.9.5）として、毎年、継続して開催してきています。

## 3. PHRI功労賞及び客員フェロー委嘱状

私は、海洋・海岸工学の分野における日韓の技術者・研究者の交流に尽力してきた実績をお認め頂いたことでPHRI功労賞を2001年に頂きました。また、2009年4月以降、15年間にわたり客員フェローとして、PARIとKIOSTの橋渡しを続けてきています。



客員フェロー委嘱状



PHRI 功労賞

## 4. 終わりに

韓国KIOSTと日本のPARIとの研究所間の研究協力のためのMOUが1996年に締結されて以来、もはや30年の歳月が経とうとしています。これからも持続的な交流が行われることを願って、PARIの益々のご発展と繁栄を祈りつつ結びとさせていただきます。



PARI 訪問



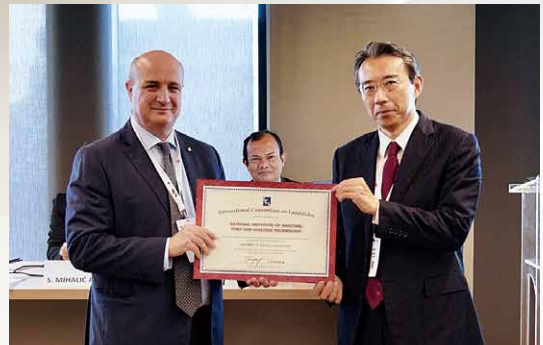
## 第6回斜面防災世界フォーラムに参加しました

2023年11月13日～17日、イタリアのフィレンツェで「第6回斜面防災世界フォーラム」(※)が開催され、動土質研究グループの佐々真志グループ長、村田一城研究官が参加しました。

この世界フォーラムは3年ごとに世界各地で開催され、斜面防災に関わる世界各国の研究者・技術者とともに、防災減災に関わる主要な国連・世界機関の代表者・関係者が一堂に会し、意見交換を行います。

今回は、世界斜面防災プログラム、持続可能な開発、リモートセンシング・早期警戒、試験・モデル化、減災戦略、ハザードマッピング、リスク評価・管理、気候変動・極端気象・地震・地すべり、地すべり科学の実践などによる6つのテーマが設定され、計72のセッション、4つの基調講演が行われました。世界69か国から1202名が参加し、斜面防災に関する世界各国の最新の研究・技術開発の動向と世界的な枠組み、新たな知見が共有されました。

佐々グループ長は、テーマコーディネーターおよび海底地すべり、津波、インフラ施設へのインパクトなどの連鎖複合災害リスクに関する2つのセッションを開催・運営するとともに議長を務め、国際ブックシリーズ・地すべりと津波に関する世界レビュー・国際地質科学連合海底ジオハザードタスクグループなどの先導的な世界的取り組み・枠組みを紹介し、3つの報告を行いました。また、この報告の中で、村田研究官が大正関東地震による海底地すべりと津波に関する講演を行いました(発表題目は右記)。アメリカ、ヨーロッパ、アジア、アフリカの10か国の講演者とともに、当該連鎖複合災害の理解と軽減に向けた活発な討議が行われました。



フォーラム全体委員長 Nicola Casaghi 氏(左)と佐々グループ長(右)

※ 国際斜面災害研究機構 (ICL)、国際連合教育科学文化機関 (UNESCO)、世界気象機関 (WMO)、国連防災機関 (UNDRR)、国際学術会議 (ISC)、国際連合食糧農業機関 (FAO)、国連大学 (UNU)、世界工学団体連盟 (WFEO)、国際地質科学連合 (IUGS)、国際測地学地球物理学連合 (IUGG) の共同主催。

### 発表題目

- New Initiatives for the Global Promotion of Understanding and Reducing the Multi-Hazard Risks from Landslides
- On dominant submarine landslide component of the tsunami source mechanism at 1923 Great Kanto Earthquake, Japan
- Coupled CFD-MPM analysis of the earthquake induced submarine landslides
- Experiments on submarine gravity flows of liquefied sand in a drum centrifuge

## 令和6年能登半島地震に伴い緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)を派遣しました



被災調査 (六水港)

2024年1月1日16時10分、石川県能登地方で最大震度7の地震が発生し、大津波警報が発令、石川県内の港湾で多数の被害が発生しました。

国による港湾施設の管理代行(※1)に伴う係留施設の利用可否判断に協力するため、港湾構造物の専門職員で構成される複数チームをTEC-FORCE(※2)として発災直後から派遣しました(2024年2月20日時点で延べ19人)。船舶の早期着岸の実現に向けて迅速な利用可否判断が求められる中、TEC-FORCE派遣の職員が現地調査や利用可否に係る助言を行うなどの技術支援を実施しました。また、国土技術政策総合研究所(横須賀)と連携して「能登半島地震対応技術支援チーム」を発足させ、TEC-FORCEと横須賀の研究所とが一体的に被災施設の利用可否判断、応急復旧等のための総合的な技術的支援を行いました。



被災調査 (七尾港)



津波観測装置の設置 (輪島港)



被災調査 (飯田港)

※1 港湾法第55条の3の3に基づく制度で、非常災害時に、港湾管理者からの要請に基づいて国が港湾施設の利用調整等の管理業務を実施できる。

※2 緊急災害対策派遣隊「TEC-FORCE」(Technical Emergency Control Force)は、大規模な自然災害時に、被害状況の迅速な把握、被害の発生及び拡大の防止、被災地の早期復旧などに取り組み、地方公共団体を支援する組織で、2008年4月25日改正の国土交通省防災業務計画で規定された。





# 青潮って何？

研究者が解説します！



千葉港周辺に発生した青潮の様子（千葉ポートタワーから撮影）  
 横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 海岸・水圏環境研究室 比嘉准教授より提供



海洋環境制御システム研究領域  
 海洋汚染防除研究グループ  
**松本大輝** 研究官

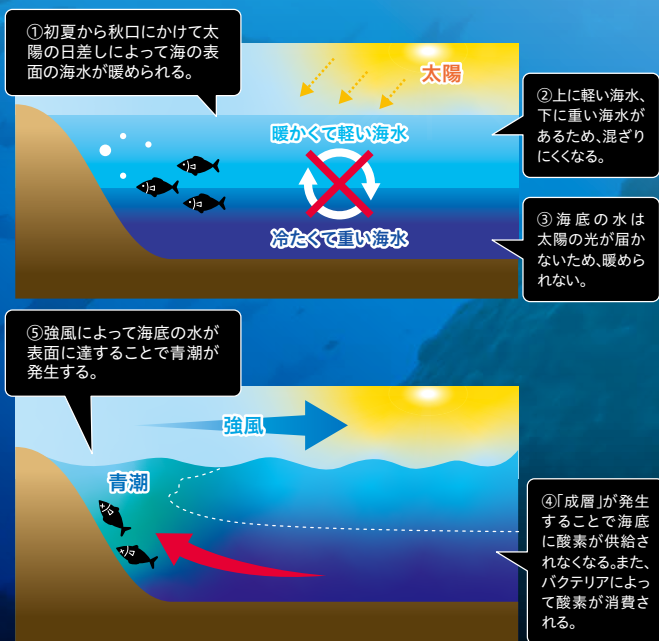
青潮とは、上の写真のように海の色が青白い色になることをいいます。一見きれいな南国の海みたいな色をしています。卵の腐った匂いなどがし、魚や貝などが大量に死んでしまうことが発生します。

青潮は夏場から秋口にかけて発生します。海底の水の酸素がなくなり、その水塊が海水面に現れることで発生します。まず初夏から秋口にかけて海では「成層」という現象が発生します。「成層」とは鉛直方向に水の密度が変わることを意味します。海では初夏から秋口にかけて海表面は太陽によって熱せられるため、暖かい水になります。一方、海底の水は太陽の光が届かないため、冷たい水になります。冷たい水は密度が大きく、暖かい水は密度が小さいという性質を持っているため、夏の海は太陽の光が届く海表面は暖かくて軽い水、海底の水は冷たくて重い水が存在することになります。このように海の水が密度の違いによって2つの層に分かれることを「成層」といいます。（右図）

「成層」が発生すると上の水は軽く下の水は重いので、水が混ざりにくくなります。一方、酸素は海水面で水が空気と触れることで海の中に供給され、風によって海が攪拌されることで海底に供給されます。しかし夏場は「成層」によって海が混ざりにくい状態になっているため、海の底まで酸素が供給されなくなります。そのような状況下でも細菌は活動するため、海底では酸素が消費されます。それによって海底の水は酸素が全くなくなる無酸素状態になります。無酸素状態の水の中では硫化水素などの有害物質が発生し、その水塊が風によって海底から海表面に現れることで青潮が発生し、沿岸域の生物の大量死などを引き起こします。

港空研では流動や水質などのシミュレーションができる数値シミュレーションモデル（EcoPARI）を開発し、青潮の予測や対策について研究を実施しています。

## 2つの層ができる「成層」と青潮の発生



本誌の定期送付・送付中止・送付先変更のご依頼、ご意見・ご感想などはこちらまで



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所  
 Port and Airport Research Institute (PARI)

〒 239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 TEL : 046 (844) 5040 FAX : 046 (844) 5072 URL : <https://www.pari.go.jp>

