

世界に貢献する港湾空港技術

PARI

VOL.19

APRIL 2015

Airport

Technology

Port

FRONT LINE - 特集 -

「海洋インフラ技術推進センター」設立

海洋は“フロンティア”にあらず！
国土としての利用促進を
技術面から支える

FOCUS ON 研究活動の最前線へ

SIP「次世代海洋資源調査技術」に参画

海中での視界不良時にも視覚を確保
音響ビデオカメラの高度化に挑む

海洋鉱物資源開発における交通運輸分野の技術開発に関する研究

採掘・採集および残渣処分への
港湾技術の適用可能性を探る

CLOSE UP 現場からの報告

離島での港湾荷役の利便性を高めるために
南北大東島における港湾施設の現状

FRONT PEOPLE 研究者の広場 挑戦する研究者たち

サンゴの“島をつくる力”を活用し
遠隔離島の維持保全に役立つ技術を開発

「海洋インフラ技術推進センター」設立 海洋は“フロンティア”にあらず！ 国土としての利用促進を 技術面から支える



2013年、「海洋の開発・利用による富と繁栄」が明記された
海洋基本計画が策定され、新たな海洋立国時代が到来。
日本にとって最重要施策の一つとなった海洋の開発と利用促進を
技術面からサポートすべく、港湾空港技術研究所では、昨年4月、
「海洋インフラ技術推進センター」を設立し、活動を開始しています。
センター長を兼務する高橋重雄理事長にとって、海洋利用は積年のテーマ。
センター設立の経緯やその目的、目指す未来を伺いました。

夢見る「フロンティア」から
活用すべき「国土」へ



高橋重雄理事長
(海洋インフラ技術推進センター長)

「海洋開発はもう、過去に何度かあったような一過性のブームで終わらせてはいけない」と力を込めて語る高橋重雄理事長。1950年代から幾度も出てきては、いつの間にか言われなくなる、そんな繰り返しだった「海洋開発」というキーワード。それはなぜだったのでしょうか。

「海洋開発は将来性が高い。そこを乗り越えるには、関係機関がそれぞれに努力しなければならぬし、集中的な研究や開発投資も必要です。残念ながら、そこまで至らないうちに終わっていたというのが実情。やはり陸のほうが、みんなが住んでいるから関心が高く、経済活動も活発なのです。海洋に出て行くのはリスクがあるうえ、成果が得られるかも定かではありません。相当の努力をしないと、なかなか進みません。そうした努力が十分ではなかったという反省の上に立ち、海洋インフラ技術推進センターをつくりました」

センター名に、あえて「インフラ」という言葉を入れたことにも、強いこだわりがあります。

CONTENTS

2 FRONT LINE - 特集 -

「海洋インフラ技術推進センター」設立
海洋は“フロンティア”にあらず！
国土としての利用促進を
技術面から支える

6 FOCUS ON 研究活動の最前線へ

SIP「次世代海洋資源調査技術」に参画
海中での視界不良時にも視覚を確保
音響ビデオカメラの高度化に挑む

海洋鉱物資源開発における交通運輸分野の技術開発に関する研究
採掘・採集および残渣処分への
港湾技術の適用可能性を探る

8 CLOSE UP 現場からの報告

離島での港湾荷役の利便性を高めるため
南北大東島における港湾施設の現状

10 FRONT PEOPLE 研究者の広場 挑戦する研究者たち

サンゴの“島をつくる力”を活用し
遠隔離島の維持保全に役立つ技術を開発



東京大学 大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 教授 茅根 創さん
五洋建設株式会社 技術研究所 担当部長 片山裕之さん
国土交通省 港湾局 海洋・環境課 海洋利用開発室 課長補佐 戸谷洋子さん
国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部 特定離島港湾計画課 課長補佐 小林茂則さん
港湾空港技術研究所 海洋インフラ技術推進センター 下迫健一郎 副センター長
港湾空港技術研究所 海洋インフラ技術推進センター 桑江朝比呂 上席研究官

13 CROSS LINE 国際交流レポート

港空研とフランスの IFSTTAR が
研究協力協定を締結しました

14 VISITOR'S FILE 来訪者の素顔

豊橋技術科学大学の三人の学生が
実習生として研究に参加しました

15 TOPICS

港空研の法人分類変更と他研究機関との統合について



国土としての海洋 そのためのインフラ技術を

「海洋はフロンティアだ、と言われています。フロンティアは、われわれも好きな言葉です。でもね、フロンティアと呼び始めてから既に50年以上が経つんですよ。つまり50年間、フロンティアのままにしていたということ。遠いから、見えなから、知らない、わからない状態のままにしていた。われわれは海洋を知らなければいけないし、だから調査しなければいけないのに、残念なことに1960年代に比べて現在のほうが、海洋の調査件数は減っているんです。海洋開発を本気で考えるなら、キーワードから変える必要があります。フロンティアから国土へ。国土なら、自分たちのもの、より現実的なものを、活用すべきものとして見えてくるでしょう。国土を利用するにはインフラが不可欠です。センターは、海洋を国土として利用するためのインフラを研究することを目的の一つとしています。もう、漠然とフロンティアとしての夢だけを語っているのではダメだという意味です」

例えば海洋資源の掘削など、さまざまな分野がある海洋開発。港空研としても、そういった各分野の技術開発に関わるようになりますが、その前に、まずやることあるのだとか。

「開発のために調査に行くにも非常に遠く、非常に危険。そういう問題がなくなるなら、海洋開発に進歩はないわけです。それこそまさに、われわれのやるべきこと。われわれに課せられているテーマは、やっぱりインフラなんです。海洋が非常に不便なのは、つまりインフラが整備されていないから。例えば陸上で鉱山開発をするとき、先に道路を造ったり鉄道を敷いたりインフラを整備しますよね。海にはインフラ自体がないのに、

海洋資源を採って来いといわれても……。その部分までその分野の人に任せていたら、進むものも進みません。だからわれわれが、海洋開発のベースとなるインフラの整備をやらなくては。もちろん、多くの離島で既にやっていることです。ただ、十分とは言えない、これからは、全力を傾けていかなければ」

つまり、海洋を国土と考え、とくに離島を海洋開発・利用の拠点として、ふさわしいインフラの整備を技術面から支えることが、海洋インフラ技術推進センターの第一の使命。高橋理事長曰く、離島を「宝島」と考えるわけです。

「われわれは海洋を、もっと近いものにしなくてはなりません。そのベースとなるはずの離島は、いまはその呼び方からもわかるように遠く離れている。ましてや遠隔離島という言葉。遠く遠く隔たっていて、それでよしとする感じですよ。それを感覚的に近く、物理的にもアクセスしやすいところ、というところまで持っていかないと。既に南鳥島・沖ノ鳥島でその取り組みが始まっていますし、昔から大東島や、東京都でいえば青ヶ島なども展開されています。離島と呼ばれない、まさに普通の国土として、誰でもすぐにアクセスできるような場所になれば、海洋開発は飛躍的に進むはず。それを支える技術は、われわれの責任だと考えています」

離島だけでなく、海洋の課題の第一は波の問題。「考えてみれば、波を知ること、は、港空研が港湾技術研究所だった頃からのメインテーマです。その波を防ぐための防波堤などの構造物の研究も長年やってきました。ある程度大きな波のときでも船舶を係留できるように、接岸できるようにすることも、実は大きな課題として取り組んできたこと。ただ、離島のように条件が厳しいところに対しては十分とはいえません。まさに、そこに大きな壁があった。それを克服するような技術が求められているわけで、チャレンジしなければ

南鳥島と沖ノ鳥島における港湾施設の整備状況



沖ノ鳥島



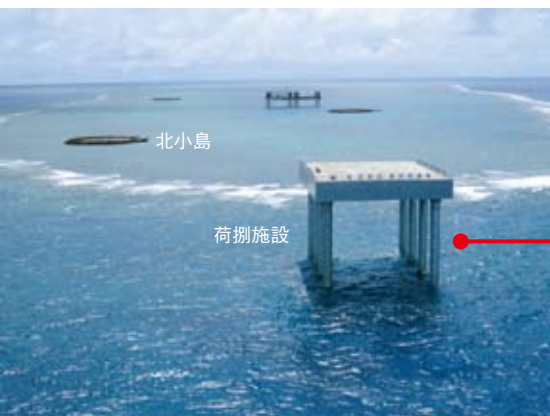
岸壁取付部 (2014年3月)



岸壁本体部 (2014年12月)



南鳥島



北小島

荷捌施設

荷捌施設と沖ノ鳥島 (2013年8月)



コンクリートプラント、骨材プラント、骨材置場全景 (2014年8月)

いけない。係留施設だけではなく、船舶自体も変えていく必要があるかもしれません。アクセスンビリティの向上につながる具体的な技術の開発が必要ですよ」

**得意分野をブラッシュアップ
他機関とも連携した海洋研究を**

海洋インフラ技術推進センターが取り組む主たる研究課題は三つあります。先述したセンター設立の目的や運営方針と重なりますが、一つは、遠隔離島など外洋性港湾の整備に関する研究と技術支援。もう一つは、離島などを利用した海洋観測。さらにもう一つは、港湾の技術を利用した海洋・海底資源の利用に関する研究および技術支援。これらの課題に共通し、自然環境の保全に配慮しつつ進めることが前提になります。

とくに、これまで培ってきた港湾技術をもとにして、新たな海底工学や深海工学を創成。その発展を図るのも、センターに課せられた大きな役割とのこと。

「そのために、研究所内の領域やチームに横串を刺す形で、これまでに例のない、多種多様な専門分野をもったメンバーを集めて、プロジェクト的に取り組もうとしています。メンバーには、例えば海洋の研究者もいれば土質の研究者もいて、防波堤や浮体などの構造物の研究者も、あるいは施工技術やロボットの研究者もいる。みんなで集まって知見を出し合い、いっしょにやりましょうという組織です。センター設立で所内に横の連携ができたことで、他の機関とも連携しやすく、すべての人がつながりやすくなったと思います。海洋開発に関係している機関、とくに共同研究を行っている部門とは、既に連携が深まっています。来年統合する海上技術安全研究所なども、連携をより密にしていけると思っています」



海洋利用という分野において、港空研は非常に重要なプレーヤー。海に関しては、まさに最先端の技術の蓄積があります。

「研究所では、ベースとなる離島の港湾や空港の開発以外にも、もともと、海洋開発的な研究をたくさん行っているんですよ。府省・分野横断的な取り組みとして2014年度に創設されたSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）でも採用されています。対象課題の一つである「次世代海洋資源調査技術」には、JAMSTECなどと共同で、深海底を対象とした熱水鉱床等の海底資源探査システムの開発に参画しており、とくに音響ビデオカメラの研究開発などを行っています（本誌6ページ参照）」

また、ナウファスによる継続的な波浪・潮位の観測など、海洋情報は海洋開発の基礎データとして重要。最近ではGPS波浪計で沖合の波浪（海洋波浪）の観測も。GPS波浪計は、東日本大震災の津波も沖合で観測しています。

「一方で、海洋エネルギーの有効利用に関する研究など海洋開発に直結する研究も実施してきました。ほかにも、海洋での施工技術や海洋土質技術など、港空研が本来業務として行っていることが多くが海洋開発と重なるんです」と高橋理事長。

「海洋エネルギーについては、波力発電や海洋温度差発電、あるいは洋上風力発電にしても、既に現実のレベルに達しています。例えば、海洋エネルギーの利用なども、離島開発の一部として開発できれば、実用化により近づくと思います」

「以前と比べ、自然エネルギー全体の技術ポテンシャルが上がりに、コスト面でも利用が現実的になってきているのだとか。

「外洋では、波や風などの海洋エネルギーが大きい。とくに離島は強い波や風にさらされています。いままで培った技術も含めて、もっと広めに海洋



なお、本概念図は、外国との境界が未確定の海域における地理的の中間線を含め便宜上図示したものである。
※排他的経済水域及び大陸棚に関する法律第2条第2号が規定する海域

海上保安庁海洋情報部ホームページ「日本の領海等概念図」より作成

「広大な海ですから、われわれがまだ気づかないだけで、もっと無限の可能性を秘めていると思う。もっと国民のみなさんに関心をもってもらうことも重要になります。これまでは調査がそれほど進んでおらず、出せる情報も限られていました。本来は海洋の情報は本当に貴重。例えば地球温暖化に対しても、海溝型地震や津波に対しても

蓄積した技術やデータを強みに日本の海洋開発に貢献

エネルギーをとらえ、利用を考えていく必要があると思っています。大学や民間企業なども協力して進めているところです」

日本のEEZは447万平方kmで、世界6位の水域面積。この海に、豊富な海底資源や海洋エネルギーが賦存していると期待されています。2007年に成立した海洋基本法に基づき、政府は内閣総理大臣を本部長として総合海洋政策本部を設置。2013年には、2017年度までの5カ年計画として、新たな海洋基本計画が策定され、そこには「海洋の開発・利用による富と繁栄」という文言が明記されました。

大きなインパクトをもったデータです。そういった情報や、或いは海を楽しむような、利用のための情報も含め、やはり不十分だったと言わざるを得ません。これまでほとんど海に対する投資がなされていなかったのは大問題で、地震計や津波計を海底に埋めて、それをネットワークにしようという動きも、やっと進み始めているといった状況です」

情報の有無もそうですが、やはり行ったことがない場所に関心をもつのは難しいもの。例えば、沖繩に旅行するから沖繩が好きになり、関心もち、意見も出てきます。

「日本の離島には、すばらしいところが多い。昭和40年代頃には離島ブームがあつて、たくさん若い人たちが八丈島などの島々に行つて楽しんでたんです。いつのまにかブームは廃れてしまいましたが、いまも変わらず、ハワイやグアムにも負けないすばらしい自然や景色が離島にはある。もっともつと行つてほしいし、行けるようなシステムづくりをしなければ。やはり飛行機も少ないし、船もなかなか不便。アクセシビリティを上げないと厳しい。安く、しかも早く行けて、必ず予定通りに帰って来られるような交通インフラが必要です。そうなつてくれれば行く人も増えるはず。日本の国土として関心をもつたらうし、資源開発なども進むかもしれません」

いま、ようやく待ちに待った追い風を感じると高橋理事長。

「資源開発にしても、観光開発にしても、海は本当に将来性に富んでいる。離島を実際に海洋の基地にできるかが試されていると思います。各方面からフォロワーの風が吹いているときこそ、われわれはもっとがんばらないと。こういうときのために、基本となる技術を長年にわたつて蓄えてきたのですからね。センターを核に、研究所一丸となつて、これからの日本の海洋開発分野に貢献していきたいと思っています」

FOCUS ON 研究活動の最前線へ

SIP「次世代海洋資源調査技術」に参画 海中での視界不良時にも視覚を確保 音響ビデオカメラの高度化に挑む

2014年度SIP（戦略的イノベーション総合プログラム）のエネルギー分野の課題の一つ「次世代海洋資源調査技術」。

港湾空港技術研究所では、音響ビデオカメラ高度化を担当し、ROV（遠隔操作式ロボット）による高効率海中作業システムの技術開発に取り組みます。

企画管理部の吉江宗生研究計画官と海洋インフラ技術推進センターの松本さゆり上席研究官に取材しました。

「次世代海洋資源調査技術」は、未開拓部分が多い海洋において、国が主導して民間企業とともに効率的な調査技術を獲得し、海洋資源調査産業の創出を目指すものです。港空研では、松本上席研究官が長年開発に取り組んできた音響ビデオカメラの技術を応用し、視界不良時においても視覚の確保が容易な画像取得技術の開発を行うことに。

松本「今回開発する音響ビデオカメラは、ROV（遠隔操作式ロボット）に取り付けて深海に行くのがミッション。JAMSTEC（海洋研究開発機構）が深海で海底資源調査のサンプルとなるコアを採取する際、ROVの手もとに、目が必要だということになり、声が掛ります。作業による衝撃で粉塵が舞い上がって濁ってしまうと、光学映像では見ることができない。そこで、音響映像の出番というわけです。これまで開発してきた音響ビデオカメラは工事現場での使用が目的で、広い範囲の情報を一度に撮る・測るという、どちらかというと計測器のイメージに近いものだったのですが、今回はロボットの手もとを詳細に、見る、ことに主眼になります」

音で、近くを見る、という新たな技術に挑戦

従来のものと大きく違ってくるのは、まずサイズ。ROVに取り付けるため、小さく軽くすることが大きな課題になるのだとか。

松本「さらに、技術的に難しいのは、近くを見る、ということ。なぜなら、音の速度は物理的に決まっていますから。対象が遠ければ、音が行って返ってくるまでに時間があるって、解析して映像を出す間に余裕がありません。でも近くを見ようとする、音はすぐに跳ね返ってきてしまう。ところが、求められているのは、いままでもよりもっと解像度の高い映像なんです」

そのためには、まず音を出すときの工夫が肝要。また、解析結果を効率的に、次々に送り出していくということも必要になるといいます。

松本「いままでは一つのまとまった音をホーンと送信するというやり方でしたが、対象が近いとそれはダメ。こちらで音を出しているうちに、最初の音が返ってきてしまいます。出した音と聞いている音の区別がつかなく



音響ビデオカメラが取り付けられたROV。実験時、クレーンで水中に沈められる



音響ビデオカメラから取得した映像

なつて、破綻してしまうということが起こる。だから、音が混ざらないように高い音と低い音を分け、時間的に小分けにして送信して、返ってきたものを受け取った順に解析し、絵にしていこうというように考えているんです。音を分解するでもいいかもしれませんが、音の高さと方位をそれぞれタグをつけるような、ちょっと特殊な方式を使っています。音色を聞き分ける解析法というのは決まったやり方があるので、それを使って、色ごとに番地をつけてあげるイメージ。そこまでできると、音は光よりずっと遅いので、二次元の映像が奥行方向にずらりと並ぶような格好になります。そうすると、つまり三次元の映像になるわけです」

港空研オリジナルの技術で 海洋資源調査に貢献

松本「これまで着手していなかった部分にいくつか課題があつていま、それを一つひとつクリアしてするための要素検討をしているところです。大変ではありますが、技術的に新しいことに挑戦していかないとトレイクスルがない。メーカーと少しずつ情報交換しながら進めています。難しさはありますが、同時に、いちばんワクワクするところでもありますね」

オリジナルが非常に高いことも、この研究の一つの価値だといえます。

吉江「実は、海洋で使われるデバイスの類では、日本はかなり後れをとっていて、100%国産のものはないにないんです。それが、海洋開発を産業としてやっていると、たいへんなハンデになっているといわれています。そんななか、この音響カメラに関する技術は、わが国独自のもので、100%国産。しかも特許などほとんどが港空研オリジナルで、松本さんのオリジナルの技術です。そこがすばらしいと思います」

音響映像は、専門家以外には判読が難しいという問題にも対応を検討。

松本「とくに今回は、実際に使うのが研究者ではなく、ROVの操作担当者ということなので、そのあたりには工夫が必要ですね。逐一解説しなくても、音響映像から操作に必要な情報が取り出せるような、見せ方の工夫の部分にもアプローチしていこうと思っています」

吉江「計測・システム研究チームで前から取り組んでいるAR（拡張現実）やVR（仮想現実）技術を使った遠隔操作システムを活用すれば、うまく見せられるのではないかと考えています。光学映像のようなキツパリ

した絵ではなくても、十分に作業が続けられるくらいに。さらに、三次元なのでクルッと回せば理解しやすい。そういう意味でのポイントシリアルも高いはず。そこにCGを加えたりすれば、さらにわかりやすくなるでしょう」

SIPの先に見据える 港湾の未来につながる技術

も一つ、深海に行くためには耐圧という課題も。

松本「そこには取越えて、まだタッチしていません。30年度までの5カ年計画なので、まず最初の2カ年で、小さくしてかつ画像の品質を向上するという、必要な性能を確認するためのプロトタイプをつくりたい。3カ年目にそれを動かしてみたい、使い方を確認する。ここまで、従来の浅い海で使うカメラの、もう少し解像度の高いバージョンが1台できる計画です。で、3カ年目に並行してJAMSTECの協力のもと、深海バージョンをつくり始めようと考えています。来年あたりからその準備を同時進行で進めるので、具体的に素材をどうするか、容器の大きさをどうするか、その容器に収めるにはどうしなければならないかということも、並行してやっています」

この先5年間は、JAMSTECのミッションに合う形でソリューションを出していくのが責務。
松本「ただ、その過程の途中途中で、港空研や国交省のミッションにつながる解答も見出せるはず。将来的には、港湾や離島などに的確にフィットするような技術を提供できる場所にまでつなげたいと思っています」

これまで深海や海底資源が具体的に自分の研究のターゲットになることはなかったの、いまは毎日カルチャーシヨックの連続！とても充実しているし、緊張感もあります。この研究を続けられていること、今回機会を与えられたこと、感謝しつつ、きちんと成果を出すこと、によって貢献していきたいです」

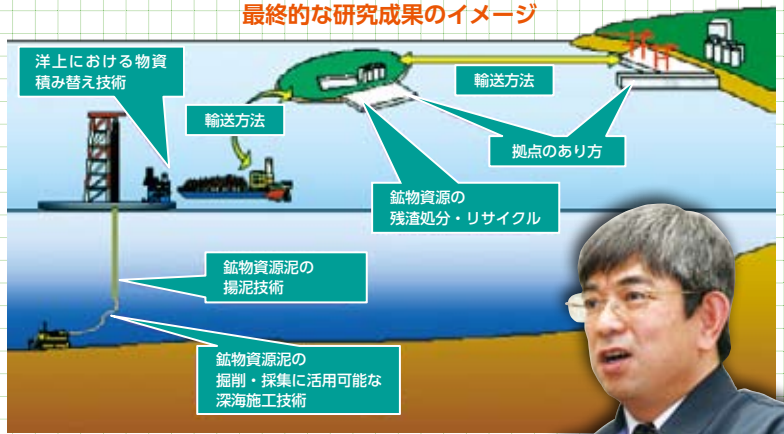
海洋インフラ技術推進センター
松本さゆり 上席研究官
(新技術研究開発領域 計測・システム研究チームリーダー)

企画管理部
吉江宗生 研究計画官
(研究開発戦略担当)

海洋鉱物資源開発における 交通運輸分野の技術開発に関する研究 採掘・採集および残渣処分への 港湾技術の適用可能性を探る

海洋鉱物資源開発の推進を支援し、交通運輸分野における
国際競争力強化・新市場の創出に努めるべく、
海上技術安全研究所、沿岸技術研究センターとともに
目下取り組んでいる、技術開発に関する研究。研究代表者である
海洋インフラ技術推進センターの下迫健一郎副センター長と、
渡部要一上席研究官、平林丈嗣主任研究官に伺いました。

最終的な研究成果のイメージ



海洋インフラ技術推進センター
下迫健一郎 副センター長
(特別研究官(海洋・水工研究担当))

渡部「基本的に、われわれ港空研がやっているのは基礎学問。例えば地盤研究領域なら土質力学などから始めて、その応用分野として港湾・空港建設に関わる技術開発に携わってきました。そういうアプローチをしてきたなかで、例えば実際に海洋鉱物資源を採取するとなれば、どう掘れば安全なのかという視点。資源になるものを選ばない残りや精錬後の残りなど、海に捨てるわけにはいかない残渣をいかに有効活用しようかと、もし資源採取が必要となる施設の地盤として活用するなら、これまで埋立地で培ってきた技術が

海洋資源開発の分野に 港空研として新たな一歩を

平林「私のもともとの専門は、水中建設機械の遠隔操作に関する技術開発。今回の研究のなかでは、これまで開発してきた港湾工事中機械の、海洋鉱物資源採掘への適用を検討しています。」
渡部「私のほうでは土質研究チームで取り組んでいる地盤の研究を、海洋のほうで、残渣の処理やリサイクルなどに生かせないかということを探っています。」

交通運輸分野において、これまで港湾や船舶に関してなされてきたさまざまな技術的蓄積。これを適用・応用、および新たな技術開発を行うことで、海洋鉱物資源開発を進めるうえで立ちちはだかる技術的課題を克服することができると考えられます。海洋鉱物資源開発の現状と技術開発課題を整理し、港湾・船舶関連技術の適用・応用のあり方や技術開発課題を明確化して、事業化を考えるうえでのボトルネックの解消を図る。それがこの研究全体の考え方。
下迫「港空研と海上技術安全研究所と沿岸技術研究センターの3つの組織でやっている大きな研究です。それぞれ役割分担があつて、海上技術安全研究所では採掘した海洋鉱物資源を揚収するシステムの開発を、沿岸技術研究センターでは全体のロジスティクス※の検討などを担当しています。港空研の担当課題は、海洋鉱物資源の採掘・採集、および残渣の処分に関する要素技術の検討。渡部・平林の両名を中心に取り組んでいるところです。」

※ここでは、揚収した海洋鉱物資源の経済的な輸送方法およびシステムの効率的な流れの意。

平林「まずは水圧。われわれはこれまで、浅い海での港湾工事しか経験がない。耐水圧の技術についてはJAMSTECなどにはかかいません。先行されている技術はそのまま利用させていただくとして、では、われわれの強みとは何か。やっぱり無人施工だったり、大規模に広い範囲でそういった機械を動かすノウハウだったり。運用方法や施工の方法、手順などについても、われわれの知見は海底にもうまく適用できるはず。そういったところを検討するのが、いまのテーマになっています。」

採掘現場での適用が見込める 技術や知見を数多く保有

資源開発自体は経済産業省の管轄。なので、実際には国土交通省が採掘に乗り出すことはありません。
平林「なので、私がしている研究は、国土交通省でこれまで培ってきた技術。例えば災害復旧現場での遠隔操作の成功とか、水中の港湾工事の機械化、あるいは水中での特殊な条件下でのマンマシンインターフェースの確立といった成果のなかに、海洋鉱物資源の採掘現場で応用できる部分があるのではという、あくまでも検討。国土交通省はこういう技術をもっていますよ、うまく転用すれば海洋鉱物資源開発にも使えるのではという技術提案を、最終的に公表できればと思っています。」

使えるのではないかと。そういう視点でもものを見ようとしているんです。」
難しいのは実態がないことだといえます。例えば空港を作るのであれば、地盤調査の結果から、使う材料や埋め立て方法のイメージが湧くもの。しかし海洋鉱物資源の場合、現場は水深3000〜5000mの深海です。
渡部「まず、その深さの状態がよくわからない。そのうえ、JAMSTEC（海洋研究開発機構）が深海で採取するコアは非常に希少で、本当に微量な量しか試料として入手できないんです。試料がないと、物性を調べるのができません。処分やリサイクルについても現時点では模擬土を使うなどして研究するしかなく、そこが悩みどころ。手に入った貴重な試料については、いま一生懸命、できるかぎりの分析をしています。土質力学の視点からは、これまで研究されたことのない未知の土。非常に興味深いです。もっと欲しい！」
下迫「この分野については、われわれはまだ、いわば最初の1歩を踏み出した段階。小さな成果を積み重ねていくことが大事なんだと思います。」
渡部「普段われわれがやっている研究は、空港建設でも機械でも3年先5年先の実用化を目指しています。でも、資源開発は違う。たぶん何十年という先を見ているよね。その頭の切り替えも必要です。」

渡部「港湾で培ってきた技術を海洋資源の開発にあてはめたとき、何が足りないのか、どんなことを工夫したら使えるのか。その検討は、次の空港建設や港湾の建設工事にフィードバックできる。それも大きな魅力ですね。」

港空研本来の課題にも 生かせる成果に期待

2015年度までの3カ年計画での研究なので、残すところあと1年。
下迫「この研究成果は、実際に調査・開発を担う関係機関や民間企業に提供されるもの。それらの機関の保有する技術と融合することで、海洋鉱物資源開発の推進に活用されるものと期待しています。」
渡部「海洋という新しい目的のための研究ではありませんが、従来培ってきた研究の延長としても使えるような研究を目指しています。例えば、セメントを混ぜて固める固化処理土の研究は昔からやっています。では、その延長として、母材となる粘土が少し酸性っぽかったらどうなるのか、とか。鉱物の中からレアアースを取り出す際、酸で処理するのは悪い条件になるのですが、セメントで固化するには悪い条件なので、模擬的にそういう土をつくって実験を。そういうことは、本来の基礎研究にも位置づけられるわけです。」

い範囲でそういった機械を動かすノウハウだったり。運用方法や施工の方法、手順などについても、われわれの知見は海底にもうまく適用できるはず。そういったところを検討するのが、いまのテーマになっています。」



海洋インフラ技術推進センター
渡部要一 上席研究官
(地盤研究領域 領域長 / 土質研究チームリーダー)



海洋インフラ技術推進センター
平林丈嗣 主任研究官
(新技術研究開発領域 計測・システム研究チーム 主任研究官)

係留の状況（北大東港 北地区）



離島での港湾荷役の利便性を高めるために 南北大東島における 港湾施設の現状

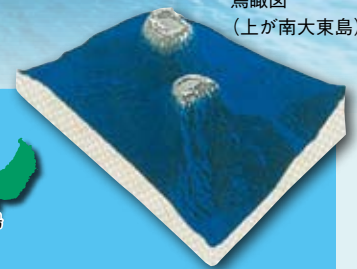
昨年9月、南北大東島の現地視察に参加した
港空研の三人の研究者にお話を伺いました。

2014年9月18日～19日、沖縄県の北大東島と南大東島における港湾施設の現地視察が行われました。北大東島および南大東島は、沖縄本島の東、約390kmに位置しており、那覇と結ぶ空路のほか、海路では定期貨客船「だいとう」（690トン、定員55名）が那覇港との間を15時間かけて運航しています。

両島には、それぞれ島の北、西、南側の3地区に港湾施設（海岸線に平行な岸壁）があり、波浪状況に応じて使い分けることにより荷役を行っています。しかし船舶が岸壁に接岸できるほど波が静かな日はごく稀なため、移動式クレーンによる非効率的な荷役を日常的に強いられています。

今回は、南北大東島の港湾設備の現状を把握するために視察に訪れた港空研の三人の研究者にお話を伺いました。

鳥瞰図
（上が南大東島）



沖縄本島と南北大東島との位置



海洋インフラ技術推進センター
平山克也 上席研究官
（海洋研究領域 波浪研究チームリーダー）



海洋インフラ技術推進センター
米山治男 上席研究官
（海洋研究領域 海洋利用研究チームリーダー）



海洋インフラ技術推進センター
下迫健一郎 副センター長
（特別研究官（海洋・水工研究担当））

うねりが押し寄せる断崖絶壁の孤島

南北大東島の周囲はすべて固い岩盤からなる断崖絶壁で砂浜や入り江は見当たりません。周囲の海底地形は、海岸の沖100m程度までは海底勾配1/10程度の緩やかな斜面ですが、それより沖は非常に急峻で水深1500m程度まで一気に深くなる斜面に囲まれています。

「この2つの島はそれぞれ非常に深い海底から切り立った地形の上にあり、周りにはサンゴ礁があります。海の真ん中にあるので、内地の波とは違ってうねりなどの周期の長い波が絶えずやってきます。波は浅い方に曲がる性質があり、周期が長いほど、より深い海底地形の影響を受けて次第に曲がります。ですが、崖状の海底地形に囲まれたこれらの島の場合には、波は海岸近くで島の方へ急激に曲がってきます。つまり、島に岸壁をつくって船を留めても、必ずそこに波がやってくるのです。通常なら沖に防波堤をつくり、その波を遮蔽して静穏な場所を確保するのですが、ここは水深が急に深くなる地形なので防波堤がつくれないうのです」（平山克也 上席研究官）

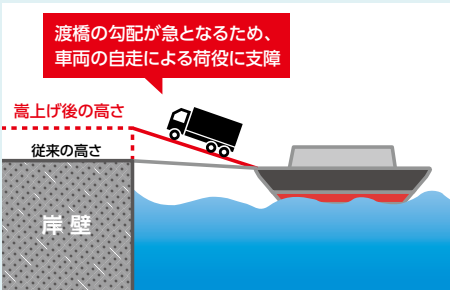
港湾の利便性を高めるための新提案

防波堤などの外郭施設がなく、係留中も船舶が激しく揺れ動くため、船体の損傷を避けるために岸壁から一定の距離を離して係留し、乗船客の乗り降りや貨物の荷役は移動式クレーンによって行われています。

「離島での生活に必要な物資や人は船で運ばなければなりませんから、常時使える港が必要です。現状は丸い島の三方向に岸壁があり、そのとき一番静穏な岸壁を利用して船を着けています。年間通じて、東から来る波の頻度が多いので東側には岸壁がありません。逆に西側は比較的静穏な日が多いのでメインは西側を使い、北風が吹く冬場は北から波がやってくるので南側



クレーンによる船舶の荷役（北大東港 江崎地区）



波橋による重量物の荷役



クレーンによる乗船客の乗り降り

を使い、台風の影響を受ける夏場は南から波が来るので北側を使うという使い分けをしています」（平山克也 上席研究官）

現在使用されている岸壁も、越波により水に浸かってしまうことがあります。その対策として、現在、全体的に岸壁の高さを1・0m上げる嵩上げ工事が行われています。ただ、クレーンの吊上げ限界荷重（20トン強）を超える重量物についてはとても静穏な日に船舶からの渡橋を使用することで荷役を行っているのです。嵩上げすることで傾斜が急になり、車両による荷役に支障をきたしてしまいます。まずはその対策

も考えなければなりません。

「また、それは別に新しい突堤をつくり、もっと効率良く船が着けられるような対策の検討も行っていきます。現段階では、他の離島のように海岸線から突堤を延ばして両側を岸壁としたT字型の港湾施設が有効と考えています。突堤方式は20年前にも一度検討されていますが、コスト面や施工条件から実現に至っていません。全く新しい工法を開発するわけではありませんが、これまでの知見からさまざまな工夫を検討するなかで一番良い方法を見つけて提案したいと考えています」（下迫健一郎 副センター長）

海洋インフラ技術推進センター

平山克也 上席研究官

（海洋研究領域 波浪研究チームリーダー）

「今回、初めて現地に行き、条件はやはり非常に厳しいということがよくわかりました。ただ20年前に一度検討された時と比べると、波の計算技術は格段に進歩しているので、当時はわからなかったこともある程度計算できるようになっています。そういうなかで工夫できることがあるかもしれません。船を安全に留める方法は大きく2つあって、1つは波を小さくする対策、もうひとつは波が高いなかでも安全に係留するための技術開発です。実際にはどちらか、もしくは両方が必要かもしれません。波を小さくする方は防波堤をつくるのが一番良いのですが、一本突堤を沖に出し、波が来る方と反対側に船を着けるといってでも一応遮蔽が出来ます。ただそれだけではこの島では不十分だと考えていて、前から来る波も止めなければならないので、今までの突堤だけでなくT字のようにして前から来る波にも備える。そうすると、今度は崖の上の限られたスペースのなかで船が留まる場所が非常に狭くなってしまうので、突堤の付け根の両側の海岸を掘って、船の向きを変えたりする場所をつくる必要があると思います」

海洋インフラ技術推進センター

米山治男 上席研究官

（海洋研究領域 海洋利用研究チームリーダー）

「このような離島で船舶を着けるのはやはり難しいですね。いまの係留の仕方は沖にパイが2箇所あり、そこに係留索で係留して、岸壁の方にも係留索で係留するという形です。岸壁には一応防舷材があるのですが、岸壁から少し離して係留しています。このようなやり方だとある程度波があっても一応は係留できるからです。しかし、荷役作業は通常よりも難しくなります。また、沖の係留パイも高波浪によってたびたび流出被害を受けています。突堤方式の岸壁ができれば、内地の通常の係留方法で行うことは可能になるかもしれませんが、いままでは現在の係留の仕方自体を根本的に変えるのは難しいと考えています。ですから、今後はまず、パイがどのように設計されているのかを検討し、その構造や形式で現状の波に耐えるのかを明らかにして、より流されにくく改善していくことが重要です」



海洋インフラ技術推進センター

下迫健一郎 副センター長

（特別研究官（海洋・水工研究担当））

「現地の状況がある程度は聞いていたのですが、実際に行ってみるとやはり全然違うと感じました。船が岸壁から離れた状態で係留されているのを初めて見ましたし、クレーンでの乗り降りも初めての経験でした。現地ではそれが当たり前で、熟練したオペレーターの方がすごく手際良く行っている。ただ、その方の技量に頼っているところがあるので、もしそういう方がいなくなったらこのシステムは終わってしまうのではないかと思います。また、波や風の状況次第では船が着けられずに沖で1日待つということもあるようです。ここもひとつの国境離島ですので、最終的には利便性を高めていかなければなりません。27年度、28年度と引き続き検討を行い、われわれの研究成果も踏まえて、沖縄県や沖縄総合事務局と、これからどのように整備を進めていくかを考えていく予定です。今回この島の港湾整備について調査や検討をすることによって、今後他の離島にも応用がきくと思います。係留の問題など、他の離島を整備する時にも使える技術となるのではないかと考えています」

サンゴの“島をつくる力”を活用し 遠隔離島の維持保全に役立つ技術を開発

特定離島・南鳥島における港湾の整備が進み、2015年度中には
技術開発等の実証を行う空間が確保できる目処が立ったことを受け、
昨年、内閣官房総合海洋政策本部事務局および国土交通省総合政策局による
「遠隔離島における産学官連携型の海洋関連技術開発」の公募が行われました。
今回、座談会にお集まりいただいたのは、その一つに採択された
「サンゴ礁からなる遠隔離島の生態工学的保全技術開発」のプロジェクトメンバーおよび関係者。
これまで港空研が取り組んできた沿岸保全とはまったく異なる発想での研究について、
その先進性や展望などを語り合っていました。

海面上昇から島を救うため サンゴが島をつくる仕組みに着目

桑江 これまで浅い海の生態系、海草場や干潟などをメインの研究フィールドにしていた港空研にとって、遠隔離島はもちろんサンゴ礁という生態系も未知の領域。チャレンジングなテーマなんです。このプロジェクトを通じて勉強させていただきつつ、われわれが持っている専門技術を、いかにして沖ノ鳥島・南鳥島に活かしていきませんかといったところに取り組んでいきたい。今回は、チームのなかでも遠隔離島に詳しい方にお集まりいただきました。まずは、プロジェクト代表の茅根先生にお聞きしたいのですが、そもそも、なぜサンゴだったのですか？

茅根 個人的には、学生時代に南の島にダイビングに行くと、サンゴ礁の美しさに感動したのが始まり。いま存在するサンゴ礁というのは、氷河期以降の海面上昇にサンゴ礁の形成が追いついてきた地形なんです。そういう研究のテーマにもなることがわかって、以来サンゴと筋。また、国土という視点からいえば、日本の東西南北の端のうち北端以外はサンゴ礁、サンゴの島なんです。西端の与那国島はサンゴ礁が隆起してできた島だし、南端の沖ノ鳥島と東端の南鳥島はサンゴ礁州島すとうといって、サンゴ礁の土台の上にサンゴの礫などが打ち上がってきた島です。地球温暖化に対して水没の危機があるなか、そういった島の保全を考えると、サンゴ礁がどのように形成され、どのようにして島ができるのかということ、きちんと理解することが非常に重要。物理的なメカニズムだけでなく、サンゴという生物の知識も必要になります。

下迫 これまで港空研でやってきたサンゴの研究は、あくまでも構造物を造るための地盤としてのもの。サンゴ地盤の研究は昔からやっていましたが、生態工学的保全という考え方は新鮮でした。

戸谷 日本の排他的経済水域は世界第6位の大きさ。その海洋を今後しっかり保全・利用していくということ、平成22年に低潮線保全法が制定され、特定離島に指定された沖ノ鳥島と南鳥島において、海洋開発等の活動拠点となる港湾の整備が進んでいます。その基本計画には、特定離島を拠点とする新しい構想に基づいた活動についても国が支援し推進するということ



港湾空港技術研究所
海洋インフラ技術推進センター
桑江朝比呂 上席研究官
(沿岸環境研究領域 沿岸環境研究チームリーダー)

港湾空港技術研究所
海洋インフラ技術推進センター
下迫健一郎 副センター長
(特別研究官(海洋・水工研究担当))

が謳われていて、昨年、内閣官房総合海洋政策本部事務局と国土交通省総合政策局が遠隔離島の委員会を立ち上げ、産学官の方々から、南鳥島で実証したい技術開発の構想を広く公募したわけです。本プロジェクトをはじめ、これに採択された方々によって、来年度から現地で技術開発が進められる段階に。今後、遠隔離島という特殊な環境を活かしたさまざまな技術開発が進むことが期待されます。国境離島の国家的意義が高まっているなか、わが国の最先端に位置する離島を国土としてしっかり保全・利用していくことが求められています。

茅根 サンゴ礁州島であるその特定離島は、地球温暖化による海面上昇で水没の危機にあるわけです。今世紀末までに海面は20cm〜1m上昇するというのが最新のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の予想ですが、そうなるかと、まず沖ノ鳥島は水没してしまふ。だからといってコンクリートで高上げしたら、自然に形成された島ではなくなくなってしまいます。もともと島がもっていた島が力を助けてあげます。自然の力で、生き物の力で島を守る。そういう新しい技術を開発し、海面上昇から島を救おうというのが本プロジェクトの趣旨です。

桑江 そりが本土の海岸研究とまったく違う点です。ね。生き物の作用をうまく使えば保全と形成の両方ができるといふ考え方。そこに独創性を感じます。

茅根 本土の場合、山が削れて川によって土砂が運ばれそれが沿岸流に乗って砂浜を形成しますね。では、沖ノ鳥島も南鳥島も、山も何もないところでなんで島ができるのか。それは、サンゴ礁の上でサンゴが生息し、それが壊れて礫になって打ち上がることで。もう一つ、陸域から浅く広がったリーフのもっとも沖側にある、地形学では礁嶺と呼ぶ、外側が高くなって非常に頑丈なエッジの部分。ここはサンゴというのは石の骨格をもっているのですが、それがどんどん積み重なってできています。およそ100年間に数十cmの速度で積み重なって、過去5、6000年で20〜30mの高さになっている。こういった、そういう荒い波でもめったに壊れないようなサンゴが積み上がって、防波堤のようになりエッジをつくっているんです。それが、ときどき壊れて礫になると、今度は陸側に運ばれて島をつくる。サンゴ礁と島とあるいは海岸をつくるという、非常に重要な役割をサンゴが果たしているんです。

サンゴを健全に守り育てさらにその力を後押しする技術を

茅根 その場で積み重なるサンゴについては、サンゴが健全であれば、100年の間に上昇する海面にちゃんと追いついて維持できると考えられます。また、サンゴが壊れて打ち上がってくるというのは、大きな台風が来ると一晩で島ができるくらい、実は非常に速い現象。おそらく向こう6カ年を予定しているプロジェクト期間中に、礫が集まってくる過程をみることでできると思います。無論、自然の力に任せるだけではなく、本プロジェクトでは技術開発もしていくわけですが。

片山 本プロジェクトが採択される以前から、茅根先生とはサンゴ礁が積み重なってできる島のメカニズムをいっしょに研究させていただいています。西表島の近くに、サンゴの死骸だけでできたバラス島という島があるのですが、まずどうしてそんなものができるんだらうと。台風のために位置や姿を変えるのですが、少なくとも過去30年間は存在します。これまで私が海岸工学を専門にやってきた知見ではよくわからない世界で、そこを突き詰めようというところから始まったんです。これまでの研究で、どういう条件になると島ができるかというところは少し見えてきています。今回のプロジェクトでは、さらにそれを後押しするよう



な技術を考えていく。具体的には、ハード的な部分もあるかもしれないし、ソフト的な部分での後押しもできるかもしれない。その両面から話していきたい。

茅根 ソフト的な部分については、まずサンゴがちゃんと成長してくれないと、防波堤も形成されないし礫もできません。サンゴを守り、健全に成長させるということがまず大事。今度、それをどう運ぶかという部分については、少しハード的な工夫が必要になると思っています。

下迫 その部分には、いままでの海岸工学のノウハウが適用できるのではないかと考えています。波によって砂や石が動くとか、もっと大きなものだとブロックが動くとか動かないとか、そういう知見はいろいろあるので。

分野横断的な取り組みで未知なる島での技術開発に挑む

片山 バラス島での調査研究もありますが、どちらかというと、これまで水槽実験などの検討で見えてきたことも多くて。私たちとしては、それをフィールドで実験したいと思っていたんです。今回のプロジェクトでまさにそれが叶うというので、ぜひ応募しようという話になりました。少し準備期間はありますが、いざ南鳥島のフィールドで、これまで室内でやった実験を実際の大ききで行えるということで、いろいろな分野の方にメンバーに入っていたいただいて準備を進めているところです。

下迫 水産関係の方にも入っていただいていますし、いろいろな観点から、それぞれのもっているノウハウをつまみ集めることが、プロジェクト成功の鍵ではないかと思っています。いろんな刺激も受けますし。

桑江 港空研からも、所内横断的にさまざまな専門分野のメンバーが参画させていただくことになっているんです。こういうプロジェクトは、これまであまりなかったのでワクワクしています。

茅根 手始めに何をやるかという、南鳥島について基本的なデータがまだ十分ではないので、どんなリーフの地形なのか、どういったサンゴがどれだけ分布しているのか、環境条件はどうか、波や流れの状態はどうかというようなことを、まず3年くらいかけて調



東京大学 大学院
理学系研究科 地球惑星科学専攻
教授 茅根 創さん (博士 (理学))

五洋建設株式会社
技術研究所
担当部長 片山裕之さん
(博士 (工学) / 技術士 (建設部門))

国土交通省 港湾局
海洋・環境課 海洋利用開発室
課長補佐 戸谷洋子さん

国土交通省 関東地方整備局
港湾空港部 特定離島港湾計画課
課長補佐 小林茂則さん

べたいと思っています。でも、とにかく行くのが大変なんですよね。

小林 私は南鳥島での港湾整備の監督職員として、これまで3回渡島していますが、例えば横浜港を出港して南鳥島に着くまで、よくて5日程度。時期によって、例えば2月とかは、伊豆諸島あたりに爆弾低気圧があったりすると、船が全然前に進まなくて10日かかります。天候がよくても波が高いと資材が降ろせなくて、ときには半月以上とか。やむを得ず資材を降ろさず帰っていくということも珍しくない。波が静穏ということとはそうそうありません。陸に上がったうえで、今度は炎天下下の日差し！影がでるものが、本当に真下なんです。人体に有害なカタツムリなどもいるので要注意です。

戸谷 南鳥島は気象海象条件が非常に厳しく、生態系もまだまだ未知な部分が多い。そのなかで、港を造っていますが、今後、維持管理に向けても課題はたくさんあります。当然内地に比べて施設の老朽化も早いと考えられますし、波が高くても着実に荷役ができるように、係船や荷役に関わる技術開発にも取り組んでいく必要があります。また、施設が存在することによって、海底地形（サンゴ礁）にどんな影響が生じるか、現地環境の変化を把握・分析しながら、海洋環境の保全にもしっかりと対応していくことも必要です。このように遠隔離島ならではの難しい課題も多いので、海岸工学や機械工学、生態学など、みなさんの知恵や技術を結集して取り組んでいく必要があると思っています。また、遠隔離島でこういった取り組みをしているということも、国民に広く知ってもらうことも大切。外国船の違法行為が問題になっていますが、国際的にも上手に普及啓発していくことで、間接的な抑止力になれば、広報もしっかりやっていきたいですね。

国家と国土を意識しつつ 鳥嶼国すべての問題解決のために

桑江 現在パラス島をテストサイトとして研究している、そこでイメージしていることが、南鳥島や沖ノ鳥島にそのまま適用できるのかという疑問が正直あるんです。いつもフィールドベースで研究しているも



ので、どうしても一度は現場に行かないと感覚がつかないように思っていますが、そのあたり、見込みはいかがですか？

茅根 沖ノ鳥島には2回行っていますが、私も南鳥島へはまだ。おっしゃるとおりなんです。パラス島で勉強しているのは一番基本的なメカニズムですから。外洋から来た波がいきなりリーフエッジで砕け、砕けた波が砂や礫を運んでサンゴ礁という土台ができるというプロセスは、海岸工学ではこれまで扱ってこなかった。こういうメカニズム自体は、サンゴ礁海岸であればどの島でも同じ。ただ、スケールや環境条件が大きく違うので、適用については未知数です。でも、まったく適用できないということはないですね。

片山 もちろん。条件は異なっても、パラス島でやってきたうえで、その知見は生かせると思います。

桑江 そのうえで、ある程度びっくりするようなことが現地で見ると、それもまたエキサイティングですね。
下迫 とにかくまず行って、実際に現地の状況を調べてみないと。まだわからないことが多いんですけど。端的な例でいえば、波のことが実は全然わかっていない。南鳥島では現在1カ所で波を測っていますが、その波が、われわれが対象とする場所と同じなのかというところも含めてわからない。サンゴの移動にしても、やっぱり一番重要な外力となる波がわからないことには始まりません。波の観測については、これから関東地方整備局でやっていただくのですが、そういう基本

的な情報をまずしっかり蓄えていくというのも非常に大事だと思います。

小林 関東地方整備局としては、港の維持管理と並行する形で、そういう調査の面でしっかりと協力していきたいです。私自身もまた行くと思いますし、私、南鳥島への渡島は3回で、滞在は通常8カ月にもなるんです。ある時期は4カ月間ぶつ通しで（笑）。私たちもまだ、南鳥島の状況はよくわかっていないんです。例えば、毎日歩いて海岸巡視を行っていますが、それが日々変わるんですよ。海岸線の形自体が変わっていたり、石の大きさも違ったり。その日ごとに見た目が全然違います。

茅根 へええ！それはぜひGPSを持って歩いてほしい。そうすれば日々の地形変化が出ますね。そのためには海岸線キリギリのところを歩いてもらわなきゃだけど（笑）。特定離島での業務に携わった方では、これは沖ノ鳥島のほうですが、熱烈的ファンになる方もいらっしやいますよ。他部署に異動してからも、われわれの勉強会にずっと参加していたり。やっぱり感動するんですよ。小笠原からさらに2泊して沖ノ鳥島に着くと、「ここに日本の領土があるのか！」って。
小林 確かに、愛国心を持ちますね。

桑江 この仕事は、けっこう国家を意識した方が参画しているはずですね。利益がどうこうというより、絶対に大事な場所、何かしなければならぬだろうという方が集まっていると思う。このプロジェクトもそうですし。

茅根 ただ、国連の排他的経済水域というのは、権利だけじゃなく、環境保全の義務もある。太平洋に20近くある鳥嶼国と共有する問題ですから、それをいっしょに解決していくという姿勢を、国としても利活用ベースにしていただきたいですね。最低限まずそういった国々の共感を得られるような活用の仕方を考えなきゃだと思ってるんです。今後ここで開発する生態学的な技術は、水没が危惧されるツバルやマーシャル諸島、キリバスなどにも展開できるものになる。鳥嶼国の問題解決に役立てば、自ずと共感を得られていくと思います。

片山 私は民間企業に属していますので、技術開発というのには、本来その先に利益があるべきと考えています。でも、この研究に関しては、島をつくることで利益が出るとはまったく思っていないんです。国土

保全だったり、あるいは海外で展開できる技術だったりという意味で、社会貢献になるだろうと考えています。そういう技術開発に関わっていることが、会社としてのアピールにもなると思うんです。私の学生時代の指導教官の先生から「面白い研究をやっているな」と言われたことも、私のなかで後押しになっています。

南鳥島での実証成果を 沖ノ鳥島へ、そして世界へ

茅根 この6カ年計画でのプロジェクトで、最終的には、ぜひ南鳥島の海岸に島をつくらせてみたい。あるいは明らかに海岸が増えているとか、そういったことをパイロット的に実証したいと考えています。

片山 規模としてはそんなに大きくはないと思いますが、数十mくらいの島ができればいいと思います。
桑江 あと、国土保全という意味では南鳥島よりも沖ノ鳥島のほうがより深刻なので、この技術が沖ノ鳥島に使えるということが、6年以内に見えてくるといいですね。沖ノ鳥島を大きくしていくことにつながる、非常に意味がある。

戸谷 沖ノ鳥島では今後、北小島まで臨港道路を造る計画になっています。具体的な配置や構造は現在検討中ですが、島に影響を与えないようにしながら、国土の保全や形成にプラスになるように造れないかと。その際、本プロジェクトで開発された技術をつまく活用できればと考えています。

茅根 最近、湿地やカキ礁など生態系をうまく活用した海岸防災や海岸保全というのが、世界的な潮流になりつつあります。われわれはもう10年以上、こういうことを言い続けていますから、そういう意味では先取りしていたのかも。しかも、サンゴ礁については、ほかでは誰も言っていないんですよ。もちろん、サンゴ礁だけで保全できるとは思っていません。大事なところはちゃんと護岸も造らなければいけないでしょう。

ただ、その護岸が、サンゴ礁州島形成の基本的なメカニズムを理解したうえで、生態系とうまくマッチングさせたようなものになれば、必ずや次世代の技術になっていくはず。ビジネスにもなるだろうし、世界貢献にもつながるものと確信しています。なんとしても成功させたいですね。



CROSS LINE

国際交流レポート



港空研とフランスのIFSTTARが 研究協力協定を締結しました

2月9日、港空研はIFSTTAR（フランス交通・空間計画・開発・ネットワーク科学技術研究所）と研究協力協定を締結しました。IFSTTARの前身であるLCPC（フランス中央土木研究所）とは2009年6月に研究協力協定を締結しており、同協定に基づいて昨年9月から2016年8月までの2年間、構造研究領域 構造研究チームの川端雄一郎主任研究官が現地に滞在し、IFSTTARの研究者と共同研究を行っています。今回の協定締結は、川端主任研究官の長期滞在中も契機となり、旧LCPCと港空研が培ってきた研究協力関係の確認と継続を目的として至ったものです。

また、1月9日～16日には地盤研究領域 渡部要一領域長、高橋英紀主任研究官、高野大樹研究官がIFSTTARを訪問し、地盤工学の研究者と研究成果を発表し合い、深い議論を行いました。今年度中にも第1回IFSTTAR-PARIセミナーの実施を計画しています。

※ IFSTTAR は、前進であるLCPCと仏国内の研究機関 INRETS が統合した名称です。
LCPC：Laboratoire Central des Ponts et Chaussées（フランス中央土木研究所）
INRETS：Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité（国立交通安全研究所）



地盤研究領域 渡部要一領域長（右から二番目）、高橋英紀主任研究官（左から三番目）、高野大樹研究官（右端）とIFSTTARの研究メンバー



IFSTTARの遠心装置



ミーティングの様子（左端 川端雄一郎主任研究官）

川端主任研究官の研究内容

川端主任研究官は「劣化構造物の性能評価・将来予測のためのマルチフィジックス連成解析の構築」という研究課題で独立行政法人日本学術振興会の海外特別研究員制度に採用され、2014年の9月から2年間の予定でIFSTTARに海外特別研究員として派遣されています。

アルカリシリカ反応（ASR）や遅延エトリンガイト生成といったコンクリートの内部膨張反応（ISR）が原因の構造物の劣化は世界的に発生しており、日本も例外ではありません。国内ではISRについてのリスクが十分に認識されていませんでしたが、最近ではそのリスク評価の重要性が指摘されています。IFSTTARはこのような課題に対して研究・実務の両面で先行した成果を挙げており、国際的に注目されている機関です。川端主任研究官はIFSTTARで、ISRに対するこれまでのお互いの学術的知見を共有し、ISRが生じた構造

物の性能評価や将来予測を可能とするためのマルチフィジックス連成解析の構築を進めています。IFSTTARのこれまでの膨大な実験結果を基に現象のモデル化等を行い、実構造物におけるモニタリング結果との比較などから、その精度向上を目指しています。

現地滞在中の川端主任研究官にお答え頂きました

——この研究によって、コンクリート構造物の維持管理にどのようなメリットがありますか？

これまでASRはコンクリートの癌と言われていて、ASRが生じた構造物が現状どのくらい劣化していて、いつまで使えるかということとはわかりませんでした。この研究によって、人間でいうところの癌の診断、余寿命予測、診断が可能になると期待されています。

——IFSTTARの研究環境は？ 港空研との違いはありますか？

研究所はパリから電車で20分程のマルヌ県にあります。自然が豊かで、素晴らしい研究環境が整っています。研究所の隣には有名な高等教育機関（ENPC）があり、容易に情報交換ができるのも魅力です。

研究室の運営方針は研究室によってさまざまですが、私の研究室では朝のコーヒータイムとランチタイムをほぼ全員で一緒にとり、コミュニケーションを深めています。プライベートは基本的にフランス語、ミーティングは英語です。研究室のメンバーは職位に関係なく名前前で呼び合うので非常にフレンドリーです。研究所には博士課程の学生が多数在籍していて、若い研究者が多いという印象が強いですね。

研究の方法、スタンスは日本と大きく異なる点はなく、基本的には個人の裁量に任されています。また、研究室などの枠を超えて異なる背景をもつ研究者が、一つのテーマに対して積極的に議論している場面が多く見受けられる点は興味深いですね。

豊橋技術科学大学の三人の学生が 実習生として研究に参加しました

港空研では、港湾空港関係の研究に理解を深めてもらうことを目的として、大学、大学院、高等専門学校を学生を実習生として受け入れ、技術者の養成を支援しています。1月8日～2月25日には、豊橋技術科学大学 工学部 建築・都市システム学課程の4年生三人が、海洋研究領域と沿岸環境研究領域で実習を行いました。三人は、大学では社会基盤分野の技術者をめざす社会基盤コースの海岸研究室に在籍し、土木工学を学んでいます。今回は、先生が進めているインターンシップ先から港空研を選ばれたそうです。実習生三人にお話を伺いました。



—実習の内容を教えてください。

柿木さん 斜面上の砕波変形に関する実験とデータ解析を行っています。海の波が斜面に到達した時に、水深が浅くなると波が急に高くなってそれが砕けます。これを現象砕波といいます。この現象の特性を知るための研究を行っています。実験施設の水路に斜面の模型を設置していろいろな種類の不規則な波を起こし、波高計で波の高さを調べたり、波高がどう崩れていくかなどを調べています。

黒澤さん 構造物の目地板の波による変形を測る実験を行っています。港で使われている目地板というゴム製やビニール製の材料があるんですが、その模型を作り、実際に波を当てて、その様子をカメラで撮影します。それを画像解析することによって目地板がどのくらい変形するのかを調べています。

井手さん 新潟西港の深浅測量のデータから、海底変動のデータ整理をしています。新潟港は日本で一番長い信濃川の河口にあるのですが、大雨で洪水になった時などに河口に土砂が流れ、土砂が堆積して港の水深が浅くなってしまいます。一定の水深を保つためには浚渫を行って水深を保つ必要があり、月1回、水深の測量が行われています。その測量データから、どういうペースで

土砂が堆積しているのか、浚渫をどのくらいの頻度で行ったら効果的かということの研究をしています。

—今後やってみたい研究はありますか？

柿木さん 大学では東日本大震災のデータを使って、地震・津波による建物の被害に関する研究を行っていました。今後は、自分でプログラミングしたものを使って、実際に波を起こした時にどのような被害になるのかという研究をしたいと思っています。また、そこで作った被害率をもとにハザードマップを作りたいです。

井手さん 大学では海岸侵食について研究していて、砂の化学元素を分析して砂浜が堆積しているのか、侵食しているのかを明らかにしようという研究をしています。今後はさらに進展したことをやりたいと思っています。

黒澤さん 大学では沿岸土砂の研究に近い砂に関することをしていましたが、今回違う分野を実習させていただきとてもおもしろかったので、他の分野のことも興味が湧いてきました。

—達成感・充実感を感じるのはどんなときですか？

また港空研の印象は？

柿木さん プログラムがうまく動いて、自分の思った通りのデータが出ると「よっしゃ！」って思います。(笑)

黒澤さん 画像解析をやらせていただけていますが、うまく作れたときはすごく嬉しいです。港空研は雰囲気がとても良くて、研究者に限らず事務の方も皆さん本当に仲がいいんだと感じました。

井手さん 私も関係性を比べているデータが自分の予想通りだった時などは嬉しくなります。港空研は実験施設が充実していて、研究者だったらとてもやりがいのある職場だと思いました。

—将来の目標を教えてください。

柿木さん 公務員を目指しています。将来は水を管理する仕事に就きたいです。

黒澤さん 市役所職員になり、勉強している土木系のことを市民のために活かせる仕事をしたいと思っています。

井手さん 来年大学院に進学しますが、大学も含めて4年間海に関することを学ぶことになるので、学んだことを活かせる仕事に就きたいと思っています。まだ迷うこともあるので、いろんな人の意見も聞き、これからじっくり考えていきたいと思っています。

井手美里さん
(沿岸環境研究領域 沿岸土砂管理研究チーム)

黒澤愛子さん
(海洋研究領域 耐波研究チーム)

柿木利輝さん
(海洋研究領域 波浪研究チーム)



TOPICS

港空研の法人分類変更と他研究機関との統合について



「国立研究開発法人」へ名称変更します

平成25年12月24日に閣議決定された「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」において、独立行政法人を事務・事業の特性に応じて分類することとされ、これを受けた平成26年6月の独立行政法人通則法の一部改正により、平成27年4月から「独立行政法人」は「中期目標管理法人」「国立研究開発法人」「行政執行法人」の3つに分類され、各分類に即したガバナンスが構築されることになりました。

これにより“独立行政法人”港湾空港技術研究所は、『「研究開発成果の最大化」を目的とし、研究開発業務の長期性、専門性等に対応した特有の中長期的な目標管理により研究開発に係る事務・事業を主要な業務として行う法人』として“国立研究開発法人”港湾空港技術研究所へ名称を変更します。

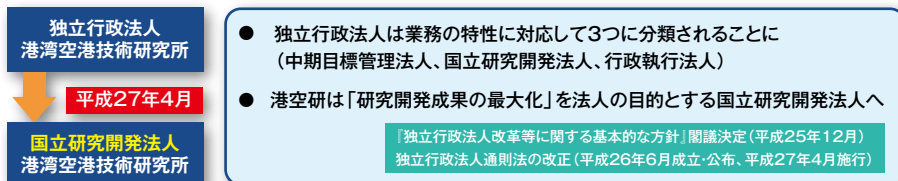
3つの研究所が統合されます

前述と同じ閣議決定「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」において、港湾空港技術研究所は、海上技術安全研究所、電子航法研究所と統合することとされ、これを受けた平成26年8月29日の行政改革推進本部（本部長：安倍総理）により、統合の時期が平成28年4月と決定されました。

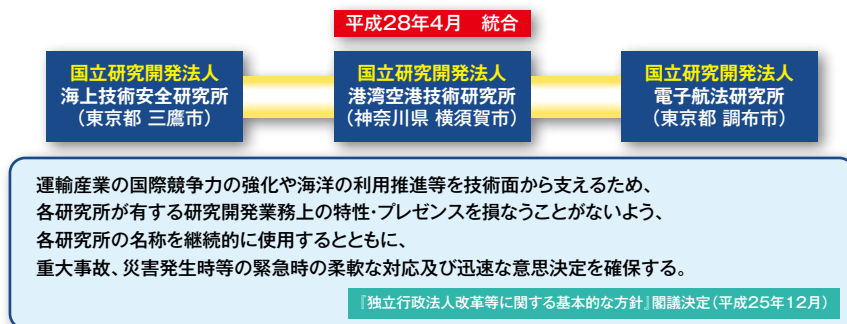
統合に当たり「運輸産業の国際競争力の強化や海洋の利用推進等を技術面から支えるため、各研究所が有する研究開発業務上の特性・プレゼンスを損なうことがないよう、各研究所の名称を継続的に使用するとともに、重大事故、災害発生時等の緊急時の柔軟な対応及び迅速な意思決定を確保する」とされています。

港空研はこれらのことを好機と捉え、「研究開発成果の最大化」を法人の目的とする「国立研究開発法人」として、運輸産業の国際競争力の強化や海洋の利用推進等を技術面から支えるために、よりレベルの高いイノベティブな研究を続けていきたいと考えています。

港空研は平成27年4月から国立研究開発法人へ



さらに、平成28年4月から海上技術安全研究所・電子航法研究所と統合





もっとよく知ろう 港湾 空港

研究・実験・現場調査など
港湾空港技術研究所はさまざまな
役割を担っています。
ここでは普段あまり知られていない
港湾や空港に関する豆知識を紹介します！



水中作業機械に関する基礎知識 海の中の建設機械



私が解説します！

海洋インフラ技術推進センター
平林文嗣 主任研究官
(新技術研究開発領域 計測・システム研究チーム 主任研究官)



普段、道路工事などで見かけることも多い油圧ショベルですが、海の中の工事でも建設機械が使われていることを知っていますか？実は防波堤の下には石を積上げてつくられた基礎マウンドという土台があるのですが、人の手で石を平にするのは大変なので、水中用に改造した油圧ショベルが使われることがあります。

水中で作業する建設機械の歴史は古く、1968年には河川工事用の水中ブルドーザーが、1972年には水陸両用油圧ショベルが日本で開発されています。1990年台になり、港湾工事の急速施工と水中作業の安全性向上のため、海洋土木会社各社が水中油圧ショベルを開発しました。

これら油圧ショベルはもともといろいろな用途や分野で使用できる機械ですので、作業に応じてさまざまなアタッチメント（付属装置）が開発されています。東京湾にあった第三海堡^{かいほう}の撤去工事では、水エジェクター（水流発生装置）を装着し、まわりに堆積した土砂を吹き飛ばす作業が行われました。ほかにも浚渫用のロータリーカッターをヘッド部に装着し、カッター部分を回転させ堆積土砂を細かく砕き、掃除機のようにポンプで吸い上げて除去を行いました。

しかし作業中にまきあげる濁りで、まわりの状況が見えなくなることもあります。また、水深が深いところや潮流が速い場所では、運転するための潜水士が潜れない場合も考えられます。そのため、作業状況を認識するためのセンサ（超音波映像）や、遠隔操作技術についても技術開発が進んでいます。

このような技術により、将来的には深海にある海底資源を採掘する作業にも利用できるのではないかと期待されています。

私たち港湾空港技術研究所では、安全で効率的な水中工事のための研究開発を進めています。

※ 明治時代から大正時代に東京湾に建設された砲台を配置した人工島の一つ。安全な航路の水深を確保するため2007年8月に撤去工事が完了した。



水中で石を均す油圧ショベル
(写真提供：東亜建設工業株式会社)



第三海堡撤去工事



ロータリーカッターを装着した油圧ショベル
(写真提供：東亜建設工業株式会社)



遠隔操作による均し作業実験
(長崎県神ノ島ケーソンマウンド)

本紙の定期送付・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

世界に貢献する港湾空港技術

PARI



国立研究開発法人 港湾空港技術研究所

Port and Airport Research Institute (PARI)

〒239-0826 神奈川県横浜須賀市長瀬 3-1-1

TEL: 046 (844) 5040 FAX: 046 (844) 5072

URL: <http://www.pari.go.jp/>



グリーン購入法に基づいた用紙を使用しています。