

世界に貢献する港湾空港技術

PARI

港湾空港技術研究所

VOL.62
JANUARY 2026

Airport

Technology

Port

2 _ Front Line - 特集 -

港湾における気候変動適応策の
実装に向けた取り組み

官民の港湾関係者の協働で
高潮・高波による浸水リスクに挑む

6 _ Focus On 研究活動の最前線へ

小型 GNSS（衛星測位システム）波浪観測ブイの開発
迅速な利用可否判断に貢献する
小型で安価、かつ高性能な波浪計を

アジョイント合成法（時間を遡って計算する方法）による津波高潮解析
観測点から即座に波源を“逆算”
画期的な計算手法の開発で、
より高精度な津波予測の実現へ

8 _ Close Up 現場からの報告

台風 19 号の教訓から官民協働で高潮・高波に備える
清水港における高潮・高波の減災対策

10 _ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち
これからの港湾・海岸施設設計を
リードする新しい技術

14 _ CROSS LINE 国際交流レポート

国際洗掘侵食会議で国際的リーダーシップを発揮
—佐々グループ長が中国 3 都市の招待・基調講演で、研究成果を発信—

15 _ TOPICS

港空研 TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）が
令和 7 年防災功労者内閣総理大臣表彰を
受けました

「弱非線形ブシネスクモデルにより
算定された重複波力の補正式の提案」が
土木学会「海洋開発優秀論文賞」を
受賞しました

今号の見どころはコチラ



スマートフォンでアクセス

港湾における気候変動適応策の実装に向けた取り組み

官民の港湾関係者の協働で 高潮・高波による浸水リスクに挑む

減災館
Disaster Mitigation Research Building



港湾空港技術研究所
沿岸水工研究領域
平山克也 領域長

名古屋大学
減災連携研究センター副センター長
兼任 工学研究科土木工学専攻 教授
富田孝史さん

名古屋大学
減災連携研究センター研究員
橋富彰吾さん

日本の沿岸では近年、高潮・高波による浸水被害が頻発。
さらに今後、地球温暖化に起因する台風の甚大化や海面上昇によって、
その頻度や程度が増大することが危惧されています。
2025年4月の港湾法の改正で、港湾施設の気候変動への適応を図るべく、
官民連携での「協働防護」を港湾計画に盛り込むことが可能に。
名古屋大学では先んじて、2019年から清水港を舞台にこうした取り組みを進め、
現在、内閣府SIP（戦略的イノベーションプログラム）の中で
高潮・高波浸水リスク評価技術の開発と社会実装を目指しています。
同大の減災連携研究センターを訪ね、お話を伺いました。

期間だけみると、伊勢湾台風と同じような規

模だったということが推定できました」

これまで観測されている潮位偏差と高潮、波浪のデータを使い、極値統計という手法を適用。これくらいの高潮なら、あるいはこれくらいの高波なら、再現期間はこのくらい、という数字が出せるのだとか。

富田「既往の高潮、波浪に対しては、これま

での観測データを使って推定できます。さら

にd4PDF（気候温暖化対策に資するアン

サンブル気候予測データベース）という、将

来気候に関するビッグデータが既にあり、そ

の中には台風も入っている。そういった台風

を使って将来の台風の状況を推定し、それに

よって高潮・高波がどう起ころうかを計算する

こともできます。将来、気温上昇が起ころう

段階で、想定したシナリオの台風による高潮・

高波の発生確率がどうなるか、そういうところを推定できるよう」、いま研究しているところです

官民の区別なく 現場の意見を研究に反映

これまである程度やむなしと考えられていたふ頭の浸水が、今後もっと厳しい規模になると、というのは、現場の誰しも想像するところ。

富田「ただ、どれくらい厳しくなるかといふのはわからないので、コンピュータの力を借りて数値計算で示そう。例えばそれが

100年に1回であれば、従来のまま、荷物を避難させるという対策になるでしょうけど、10年あるいは5年に1回ともなると防潮堤を造ったほうがいいかもしれない、というようないわゆる防災マネジメントができると思うんです。そこにつなげていきたい」

研究成果を現場に活かすために、このプロジェクトでは2023年の開始当初より「社

会実装アドバイザリーボード」を設置。

富田「リスク評価結果のユーハとなり得る港

湾立地企業と、港湾管理者、国交省など行政

に入つてもらつて、ディスカッションしながら

成果を出していこうという仕組みをつくつ

ています。まさに『協働防護』の精神ですね」

平山「官民の区別なく、現場の方々の意見をきちんと研究に反映させるということころが、S-I-Pによるこの研究の進め方の、これまでにない、しかも重要な特長です」

S-I-Pが目指すゴールは社会実装。素晴らしい技術を開発すればいいという話ではなく、とくに第3期からは、それをいかに社会につなげられるかが重要な評価ポイントになります。

富田「つまり、民間企業にも使ってもらえるものにしなければいけないということ。それが社会実装アドバイザリーボードを設けた一番の狙いです。さらに、今年6月に港湾局から出された、港湾管理者向けに取りまとめられた『協働防護計画作成ガイドライン』や、民間企業向けの『港湾立地企業における気候変動リスク評価手法ガイドライン』の改訂版への成果の反映も、社会実装に向けた重要なステップに。そのために別途設けている『技術アドバイザリーボード』で、国交省、国総研（国土技術政策総合研究所）、港空研の参加のもと、技術の標準化といったことも図りたいと考えています。今年1月には国交省の勉強会も設置。多くの関係者からアドバイスをいただきながら研究プロジェクトを進め、それによって、社会実装を目指していきたいと思つてゐるところです」

災害を“見える化”して “ジブンゴト”に

の変化など気候変動が企業の財務に及ぼす影響を「サステナビリティ情報」として開示することが、2027年3月から順次、企業に義務化されます。これは、ESG投資（※）の拡大を後押しする仕組み。

富田「その気候変動のなかには高潮や高波による浸水も入つてくるわけなので、そういうものをしっかりと評価できるような技術を各企業が持つ、あるいは各企業がそれを見られるような仕組みをつくらないと、そこに対応できなくなってしまう。そのための研究プロジェクトでもあります。日本の輸出入貨物量の99・6%、お金に換算しても約7割が港湾を経由している以上、やっぱり港の立地企業は萎んじやだめなんですよ」

S-I-Pのサブ課題「リスク情報による防災行動の促進」では、災害の“見える化”と“ジブンゴト化”がテーマ。

富田「そのグループに属していく、われわれも目指すところは同じ。どんな浸水がどのくらいの確率で起ころうかというところを、見える化して、それに対してもどうするかを企業自ら考えてもらう。それが“ジブンゴト化”だと思っています」

平山「そういう意味では、企業の皆さんにもかなり積極的に参加いただいていると思いまが、窓口を担当されている橋富さんから見ますが、窓口を担当されている橋富さんから見てどうですか？」

橋富「昨年8月の終わりから9月の初めにかけて、社会実装アドバイザリーボードに入っていた企業と団体の計5社1団体に対してヒアリングを行いました。清水港の中でも立地によつて被害の出方が違うので、被災経験の有無によって、防災対応には温度差も。事前の情報提供については具体的な事例を望む声のほかに、浸水深や風速・風向といったハザードの情報や、浸水がどれくらいの時間続くのかといった情報が欲しいなど結構いろいろ意見をいただいています。あと、

内閣府令等の改正で、平均海面上昇や台風



実際に被害のあった台風に基づいたケース分析で、ナリオがわかりやすい、とも。ほかに、提供する情報の地理的な範囲についても要望がありました。そういう情報をいつまでに提供できればいいのかというところでは、結構シビアで、せめて前日には欲しいと。とくに過去の具体的な数値のデータと、既往台風のどれに似てゐるかといったことが求められているなどという印象です」

平山「そういった情報は、ただ数字を羅列してもなかなかわからないので、イメージとして捉えやすくすることも大事だと思っていて。そういう意見を社会実装アドバイザ

※ 従来の財務的な要素に加えて、非財務的な要素である環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）を考慮する投資のこと。

リーボードの中でもいたいたいので、研究成
果に反映させようとしています」

富田「いま、G-I-S（地理情報システム）
上に浸水のエリアや浸水深、あるいは流速な
どを見えるような形で示すというようなもの
はつくついて。それを社会実装アドバイザ
リーボードのメンバーに見てもらって、評価
を得ているところです。ただ一方で、アニメー
ションがあつたほうが浸水過程が見えて、わ
かりやすいのではないかという要望も。それ
にどう応えていくかは、これから議論にな
るでしょう」

“準リアルタイム”な 浸水予測を目指して

先述のように、NOWT-PARの精度・
機能の確認に始まり、現在気候、次いで将来
気候の台風による浸水を評価していくといっ
たところまでが、このS-I-Pのプロジェクト
の3年間の研究。事業期間は5年なので、あ
と2年間あります。

富田「来年度、再来年度については、リア
ルタイム、即時的な浸水予測に向けて発展さ
せていきたい。それには2つの方法があると
思っていて、まず1つはNOWT-PARの
高速化。もう1つはこれまで蓄積したデータ
をうまく活用するという方法。後者については、
これから議論して進めていこうと思って
います」

平山「NOWT-PARの高速化に関して
は港空研で取り組んでいたので、その成果を
S-I-Pのこの研究にも活かしていきたいです
ね。リアルタイム化への対応についても、高
潮・高潮による浸水状況を即座に示すことは
計算量としても膨大なので難しい。一方で予
測情報に対する計算結果を前日までに出すと
いう、準リアルタイム、でも役に立つという

ことで、いま目指しているのはその準リアル
タイムの部分です。あと、港湾立地企業に対
しての、港湾管理者も含めての情報共有の仕
方についても、並行して議論を進めていると
ころです」

富田「港空研では内閣府BRIDGE施策の
研究開発プロジェクトの中で、海洋利用研究
領域の田村仁上席研究官が、被災状況把握の
迅速化をテーマにいわゆる小型ドローンを使って
波浪を計測する仕組みを開発されていて（本
誌6ページ参照）。われわれがこれからやろう
としている準リアルタイムな予測の精度向上
に、すぐ役立つのではないかと思っている
んです。将来的にはそういう連携もしていき
たいですね」

その港の価値を引き上げる 仕組みづくりを



富田「今後の課題は2つあって。まず1つ
は、ハザードによる影響の評価が必要だとい
うこと。今回の取り組みでは、高潮・高潮に
よる浸水リスク、そのリスクはハザードだと
いう話を先ほどさせていただきましたが、民
間企業にとっては、ハザードがわかれればいい
というものではなく、実際に自分の企業にど
れくらい損失が出るのかということが大事
なんですよ。これについては既に国総研・港
湾施設研究室の竹信正対室長のところで、ス
トレステストの手法を活用して港湾の浸水
に対する脆弱性評価がなされているので、そ
ちらと協力しながらハザードの影響評価に
もつなげていきたい。あともう1つが、再現
期間が数年、長くとも10年という規模の災害
をしつかり評価できるような技術にしてい
ます」

平山「より良い港にするために、高いモチ
ベーションを持って港湾管理者も取り組んで
いかなければいけないということですね」

富田「その港 자체がどうかという評価になり
ますから、民間企業だけが頑張ってもだめ。
港の価値がより上がっていくような仕組みが
大事なんだと思います。そこに貢献できる技
術にしていきたいですね」

ど、民間企業が知りたいのはそこではないん
ですね。これは、社会実装アドバイザリー
ボードで議論するまで気づかなかつたこと。
求められる浸水ハザード評価と、その影響評
価、プラス対策といったことを、三位一体で
考えないといけないんだろうなと思っています」

社会実装アドバイザリーボードの参加企業
は、物流、エネルギー、製造業の3分野。分
野ごとに、防災に対する考え方には違いがあ
るといいます。

富田「やはりエネルギーの企業の防災意識は
高い。止めてはいけないというのがあるので、
ちょっとやそっとでは浸水しないような対策
もとられています。一方、物流などでは、荷
物を逃がすといったソフト的な対策をしてい
る企業も。そのあたりも考慮して、分野ごと
に使えるような仕組みにしていかないといけ
ないでしょ。研究所と違って、大学は民
間企業と直接やりとりしてといふことができ
るので、そこは面白いところかなと思います」

橋富「私としては、ちゃんと使ってもらえる
ものにするために、意見を取りまとめるこ
とが最重要任務かなと思っています」

富田「企業にはサステナビリティ情報の開示
といった法的な縛りができるのですが、港湾管理
者は、協働防護計画を立てることができます
のであって、立てなければいけないわけでは
ないので、その港の魅力を高めるためにいか
に頑張っていくかについては、これから知恵
を絞る必要があるでしょうね」

平山「より良い港にするために、高いモチ
ベーションを持って港湾管理者も取り組んで
いかなければいけないということですね」

富田「その港 자체がどうかという評価になり
ますから、民間企業だけが頑張ってもだめ。
港の価値がより上がっていくような仕組みが
大事なんだと思います。そこに貢献できる技
術にしていきたいですね」

小型GNSS（衛星測位システム）波浪観測ブイの開発

迅速な利用可否判断に貢献する 小型で安価、 かつ高性能な波浪計を

2024年の能登半島地震津波で浮き彫りになった、港湾における波浪観測データの著しい不足。施設の被災状況把握・利用可否判断の迅速化には、予期せぬ欠測や故障もカバーできる分散型の観測網が必要です。現在進行中の内閣府BRIDGEの研究開発プロジェクトでは、「小型・低廉な波浪計の迅速な現場投入」もテーマの一つに。実装を目指して開発に取り組む、田村仁上席研究官に取材しました。



既存の大型の波浪計を サポートできるシステムに

従来の計測器は非常に高額で、沿岸にくまなく配備するのは難しく、とくにGPS波浪計など大型のものは維持管理が大変です。

「これくらい小型にならなければ、そして低コストでつくれれば、使い方にもよりますが、沿岸にたくさん配備できる。そうすれば、仮に1個壊れたとしても、周辺の状況が一切わからなくなる」という事態は防げるでしょう。ただ、それは「受信機のアンテナとの間でデータ通信を行います。LoRa（※2）というLoT向けの通信規格を使うので通信契約も不要だし、携帯電話などが使えない状況下でも通信が可能。数キロ離れてもデータを飛ばせる見込みです。ソーラーパネルは付きませんが、バッテリーを入れれば3日間程度は使えるので、被災後の利用可否判断など緊急性のある場面で計測を行うには十分でしょう」

開発も概ね終了。BRIDGEの研究開発期間終了まで1年半を切ったいま、あとは社会実装をどうするか、という段階に。「つまり、具体的にどうやって現場に入れるのか。とくに利用可否判断に関しては、他の研究グループとの連携も含め、事前の実証実験が肝になります。例えば、港湾事務所が持っている業務艇を使ってスターリング（※3）等でデータ通信を行うチームがあるので、それに便乗して、沖合からセンサを投入してもらうとか。計測データは、船内の受信機から衛星通信を介して陸上へ。そういう形なら、たぶんまいくく思うんです。実証実験は来年度。関係各所との連携をどうとるかが今後の課題だと思っています」

国交省港湾局では1970年代より、全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）の構築を進め、2004年以降はGPS波浪計を全国の沿岸に18基整備。定常観測を実施しています。ただ、一般的な港湾で波浪計が設置されているところは少ないのが現状。能登半島地震の際は観測データが足りず、そのことが、被災状況の把握を難しくしたといいます。

「今後どこで地震・津波が起ころかわからないし、起ころうた際、すぐまた強い波浪や津波の第2波が来る可能性もあります。その計測のためには、小型で安くて簡単に使えるセンサが欲しい」ということで開発を進めた。それが、この研究状況によって、港湾が利用できるか、緊急物資等を運ぶ船が停泊できるか否かが決まってきます。利用可否判断に使用したいというのが、ます大きな目的です」と、田村仁上席研究官。

内閣府BRIDGE施策の研究開発プロトコルによると、実証実験に向けての検討が進む緊急時に活躍する小型ブイは、世界的な潮流といえます」

例えばソーラーパネル付きのタイプなら、既存の工事用のブイや航路標識ブイなどに留め付けることを想定。ブイが浮体となって連動することで、簡易的に波が測れるというもので、事前の予防的な設置が考えられます。

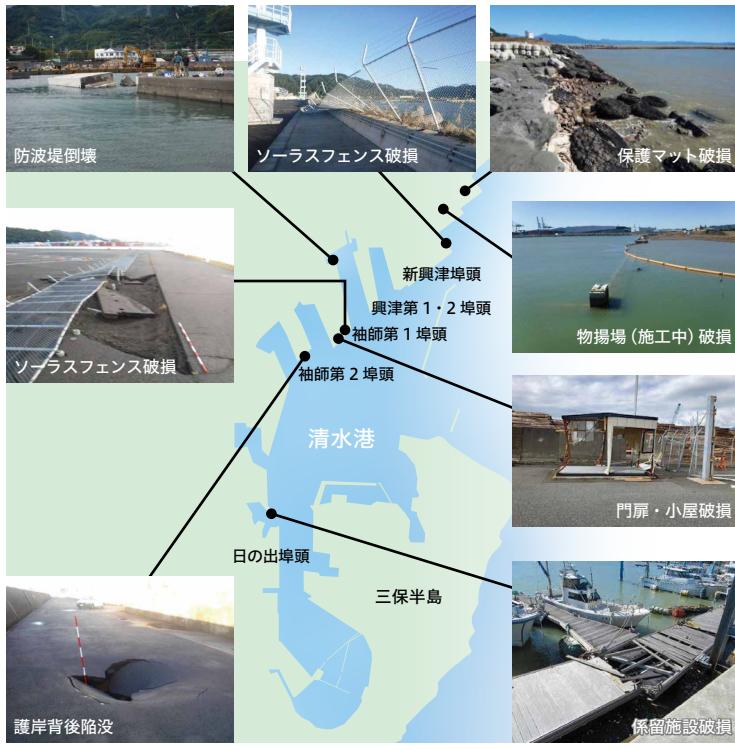
今年度までにセンサの開発が終わり、浮体の開発も概ね終了。BRIDGEの研究開発期間終了まで1年半を切ったいま、あとは社会実装をどうするか、という段階に。

「つまり、具体的にどうやって現場に入れるのか。とくに利用可否判断に関しては、他の研究グループとの連携も含め、事前の実証実験が肝になります。例えば、港湾事務所が持っている業務艇を使ってスターリング（※3）等でデータ通信を行うチームがあるので、それに便乗して、沖合からセンサを投入してもらうとか。計測データは、船内の受信機から衛星通信を介して陸上へ。そういう形なら、たぶんまいくく思うんです。実証実験は来年度。関係各所との連携をどうとるかが今後の課題だと思っています」

※1 IoT（Internet of Things）は、さまざまなモノに通信機能を持たせ、インターネットを経由してモノ同士が通信、データ収集などを行う仕組み。IoTセンサとは、ネットワークに接続して収集したデータを自動で送ることができるセンサのこと。

※2 Long Rangeの略。IoTデバイスのために設計された長距離伝送を可能にする低電力広域ネットワーク技術の一つ。

※3 低軌道周回衛星を活用した高速インターネットサービス。高速かつ低遅延のデータ通信を実現し、ネット未接続の地域や災害時にも利用できる。



台風 19 号の教訓から官民協働で高潮・高波に備える

清水港における高潮・高波の減災対策

近年、日本の港湾では高潮・高波による浸水被害が多発しており、気候変動とともに違う海面上昇や台風の強度の増加により、今後、さらに被害の頻度や規模の拡大が懸念されています。そんななか、2025年4月の港湾法改正により、官民連携での「協働防護」を港湾計画に盛り込めるように。清水港ではそれに先駆け、2019年の台風19号を契機に、清水港港湾事務所が主体となり、港湾管理者や立地企業が参加し、官民一体で防災・減災を考える「地域検討会」を発足。現在は内閣府が進める第3期 S-I-P（戦略的インベーリングプログラム）の一部として、名古屋大学が担当する「港湾における高潮・波浪浸水リスク評価技術の開発」に関する社会実装アドバイザリーボードとして議論が続けられています（本誌2～5頁参照）。

今回は、本研究に参画する名古屋大学減災連携研究センターの富田孝史副センター長・港空研

の平山克也沿岸水工研究領域長とともに清水港湾事務所を訪れ、当時の被災状況から現在までの活動状況、今後の展望について出水孝征所長にお話を伺いました。

2019年10月6日に南鳥島近海で発生した台風19号は、12日に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸しました。東海から関東にかけての広い範囲で記録的な大雨と暴風、高潮・高波をもたらし、甚大な被害が発生しました。

出水 「台風19号が清水港に最高潮位（1・7m）と最大波（約8m）をもたらしたのは、12日18時の伊豆半島沖に到達した際とみられています。清水港の防波堤は、おもに南南東からの波に対しても効果を發揮する構造ですが、この時は南東からの波が押し寄せ、防波効果が十分に機能せず被害が拡大しました。とくに舟師第1埠頭では、立ち入り制限用のソーラスフェンスや漁港区の防波堤も倒壊しました。また、興津地区の空コンテナが倒壊し、上屋のシャッターも損傷。さらに浸水で保管されていたバルプなどの貨物も被害を受けました。」

富田 「被災直後に、清水港湾事務所や清水港管理局（港湾管理者）、立地企業にも協力していただいて現地で被災調査を行いました。浸水リスクが高い埠頭では、事前に荷物を移動するなどの対応をしていましたが、このときはこれまで浸水が発生しなかったような埠頭までもが浸水し、想定を超える被害となりました。浸水の高さは場所によって異なりますが、高いところで1mを超えていました。立地企業への調査により、浸水が発生した範囲をある程度把握することができたので、その情報をマップ化して浸水被害を可視化しました。」

地域検討会を契機に 社会実装に向けて活動

浸水被害の状況は関係者間で共有され、調査結果をもとに議論する中で、清水港湾事務所が主体となり、港湾管理者や立地企業も参加す

港湾空港技術研究所
沿岸水工研究領域
平山克也 領域長

名古屋大学
減災連携研究センター 副センター長
兼任工学研究科土木工学専攻 教授
富田孝史さん

国土交通省中部地方整備局
清水港湾事務所
所長 **出水孝征さん**

る「清水港 防災・減災に関する地域検討会」が発足しました。この検討会は2023年3月まで、3年以上にわたり開催されました。

出水 「地域検討会では各種情報を共有し、被害防止・軽減のための対策などについて議論を行いました。事象の解明や他港の対策事例などを踏まえ、とくに被害が大きかった袖師第1埠頭では、短期対策として港湾物流関係の企業と静岡県、当事務所それぞれが担うハード対策の役割を確認し、現在まで被害の抑制に取り組んでいます」

地域検討会はその後、内閣府の第3期S-I-Pプロジェクトの一部として名古屋大学が担当する「港湾における高潮・波浪浸水リスク評価技術の開発」に関する研究の開始に合わせて、社会実装アドバイザリーボードとしての活動を始めました。清水港はその研究サイトになつています。

富田 「第3期S-I-Pではとくに社会実装を重視していて、制度の整備や社会的な受け入れ状況、人材育成なども含めて、実際の社会でどれだけ活用できるかが評価のポイントになっています。なので、技術開発するだけでなく、その技術を実際にどう使ってもらうかと一緒に議論する仕組みとして、民間企業や港湾管理者が参加するアドバイザリーボードという仕組みを設けました。どの港湾を研究サイトにするかという話になつたとき、台風19号の後に官民が一緒になって災害に強い港をつくるうという議論を既に始めていた清水港がまさにうつつけだつたわけです」

出水 「清水港は古くから地域の経済・物流を支えてきたことから、港に関わる企業のみなさんも協力して取り組む意識が強い港です。防災への関心も高く、物流企業の方々はとりわけ高いと感じています」

意識が強まっています。何より嵩上げすべきかなど具体的な結論はまだ出ていませんが、嵩上

げが必要だという認識は十分に定着していて、それが実際の対策につながりつつある。例えば、物流企業の場合、これまで商品を避難させる対応をおもにしてきていましたが、この議論を通じて、企業自らあるいは行政と協力してハード対策をも進める必要があるという意識が高まってきたと思います」

平山 「課題を」とではなく、「ジブンゴト化して、積極的に対応していく」というのがこの取り組みのテーマの一つですから、非常に期待できますね」

清水港は、南海トラフ地震による津波リスクもあります。津波は高潮・高波と作用の仕方が異なりますが、対策には共通する点もあるといいます。

富田 「静岡県の津波ハザードマップと高潮ハザードマップを比べると、清水港の背後地域の浸水範囲はほぼ同じです。南海トラフ地震による巨大津波と、最大クラスの高潮の浸水域がほとんど重なります。それは、三保半島が自然の防波堤の役割を果たしているため、三保半島の外側では津波が非常に高くて、その内側ではかなり抑えられているからです。浸水域がばかり抑えられているからです。浸水域がほぼ同じということは、津波対策は高潮対策にもなり、その逆も同じ。背後地域にはまだ海岸保全施設がないところもありますが、現在整備が進められていますし、浸水に対する防御力はどうどん高まっていると考えられますね」

出水 「津波と高潮・高波の大きな違いは港までの到達時間です。高潮は事前情報も得られるので準備できますが、南海トラフ地震の津波は清水港に約2分で到達するとされ、事前の対策はできません。共通点は、どちらもハード対策だけでは十分ではないことです。必要な整備に加え、官民が連携したソフト対策も進める必要があります。いずれにしても

官民が連携した「協働防護」のモデルケースに

この研究も2025年で3年目を迎え、5年間の研究期間の折り返し地点を過ぎました。

出水 「先日、港空研で行われた台風19号時の越波浸水実験を見学した港湾物流企業の方から

は、「自分の目で見たことでどんな現象が起きたのか理解しやすくなり、今後の対策もイメージやすくなつた」という声がありました」

平山 「浸水状況の時間変化がわかるとよいという意見や、前日までにわかれれば対策に活かせるという意見をいただいています。いま港空研では、前日までに浸水過程を予測できる「準リアルタイム」計算を目指し、浸水計算プログラムNOW-TI-PARIの高速化に取り組んでいます。現在は計算に1週間程度かかりますが、これを10倍速くするのが目標です」

富田 「みなさん非常に期待していると思います」

平山 「官民が連携した『協働防護』は複数の

企業が参加する必要性はなく、1社でもいいんです。行政と企業が協力して地域の防災力を高める仕組みが整ってきたことで、将来の被害を軽減しやすくなつたといえます。今後は、ESG投資（※）を広げていくため、企業は、気候変動が自社の財務にどれだけ影響するかを公開することが義務になります。一方で、安全性を高めるための取り組みをしっかりと示すことで投資を呼び込みやすくなる。でも企業だけが対策していくためで、やはり港全体で防災力を高めていくことが大事なんです」

清水港で得られた研究成果は、今後、全国の港湾で「協働防護」を進める際のモデルケースとなることが期待されます。

出水 「例えば首都圏で大きな災害が起きたときに、清水港はサポートの役割を担う可能性があります。そうした事態のためにも、地域全体の防災力を高めたいですね」

平山 「現場の課題解決に向けて、われわれも研究者としてしっかりサポートしていきます。今後ともよろしくお願いします」

出水 「例え首都圏で大きな災害が起きたときには、清水港はサポートの役割を担う可能性があります。そうした事態のためにも、地域全体の防災力を高めたいですね」

平山 「現場の課題解決に向けて、われわれも研究者としてしっかりサポートしていきます。今後ともよろしくお願いします」



第7回社会実装アドバイザリーボードの様子



越波浸水再現実験見学会の様子

港空研の環境インテリジェント水槽（短辺29m、長辺36m、深さ1.3mの平面造波水槽）に、清水港袖師第1・2埠頭と周辺海底地形を再現した約1/50スケールの模型を設置。そこに2019年台風19号襲来時の波浪・潮位条件を与えることで、当時の浸水状況を再現した。

※從來の財務要素に加えて、非財務的な要素である環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）を考慮する投資のこと。

これからの 港湾・海岸施設設計を リードする新しい技術

東日本大震災による津波被害を契機に、2018年 の港湾技術基準の改訂で
「粘り強い設計」が導入された港湾・海岸施設。さらに2024年4月には、
気候変動の影響を設計に織り込むという趣旨での部分改訂がなされています。
巨大地震はいつ起こっても不思議ではなく、津波のリスクは高まるばかり。
また、現在目標とされている気候変動シナリオは上振れする可能性も。
この待ったなしの状況のなか、さまざまな課題にどう向き合っていくべきか、
現在および将来の設計技術を担う、若手研究者たちの声を聞きました。



背景は、港空研が所有する実験施設「大規模波動地盤総合水路」。最大3.5mの風波と最大2.5mの津波を起こすことができる世界最大級の造波水路。

沿岸水工研究領域
平山克也 領域長沿岸水工研究領域
波浪研究グループ
藤木 峻 グループ長沿岸水工研究領域
耐波研究グループ
鶴田修己 グループ長沿岸水工研究領域
津波高潮研究グループ
岩本匠夢 主任研究官沿岸水工研究領域
波浪研究グループ
濱野有貴 主任研究官

模型実験と数値計算で 越波浸水現象を再現

平山 最初に、いまどんな研究をしてい
るか、それぞれに話していただきましょ
うか。

藤木 われわれ波浪研究グループでは、
沖合で発達した波が沿岸に伝播してき
て、海底地形の影響を受けて変形する、
その部分の波を対象に研究しています。
波浪と一口に言つても、場所によって結
構性質が変わらんです。沖の水深の深い
場所で風の力を受けて波が起り、それ
が沿岸に寄ってきて海底地形の影響を
受け変形し、最後に陸地に打ちあがると
か防波堤を乗り越えるといった大変形
をする、そういう3つの段階があるんで
すけど、対象にしているのは、その真ん
中の段階の波浪ですね。研究のアプロー
チとしては、水理模型実験と数値シミュ
レーションの両方。平面水槽の中に港湾
施設の模型をつくって波と高潮を同時
に作用させ、岸壁背後のふ頭がどういう
ふうに浸水するかを実験で確かめてい
ます。さらに、そのデータを数値シミュ
レーションの精度検証に用いることで、
数値モデルの開発にフィードバックして
います。この平面水槽、2023年に機
能改修を行ってグレードアップしたん
ですよ。造波しながら水位を変化させら
れるようになつた。実際の台風で起つる
ような波浪と高潮それぞれの時系列変
化を、水槽実験の中で再現できるとい
うところが、これまでとは違つところです。
平山 以前は高潮を再現できる実験施
設がなかつたので、ブシネススクモード
(波浪変形計算プログラム)を用いて検討
していました。いままさに、ずっとや

濱野 具体的には、その水槽の中に、モ
デル港として2019年台風19号で漫
水被害を受けた清水港の模型をつくり、
どのようにふ頭が浸水していくかとい
う再現実験を行っています。もともとは
組んでいたんですが、実験施設が改修さ
れたことで、これまで計算してきたもの
の精度を確認できる段階になった。逆に
実験結果をフィードバックすることで、
さらに数値計算の精度を上げていきた
いと思っているところです。

平山 設計技術としての進展は?

濱野 従来の設計では、越波流量算定図
を使って越波流量を見積もり、それに対
して護岸の高さをどうするか検討して
いました。そのためには、構造物での反
射により生じる波を取り除いて進行波
を出し、その進行波から屈折や回折を考
慮した沖波である「換算沖波」を求める
必要があった。この手順を岸壁上の越波
浸水対策に応用して、換算沖波波高をも
とに岸壁上に設置する壁の位置や必要
高さを簡易的に見積もる方法を、平山さ
んと一緒に検討しました。この内容をまと
めた論文は2023年に海岸工学論
文賞を受賞しています。一方で進行波に
するため反射波を取り除くというの
が非常に難しい場合があつたんです。い
まは計算技術がすごく発達して、越波流
量や波力を直接計算で求めるように、な
どで、計算で求めた越波流量や波力を、
逆に合田の越波流量算定図(※1)や合
田の波力式(※2)と組み合わせること
によって、換算沖波波高を算出する手法
を検討しました。その逆算手法の妥当性

りたかつた高潮・高波による岸壁の越波
浸水現象の実験ができるわけですね。
濱野 具体的には、その水槽の中に、モ
デル港として2019年台風19号で漫
水被害を受けた清水港の模型をつくり、
どのようにふ頭が浸水していくかとい
う再現実験を行っています。もともとは
組んでいたんですが、実験施設が改修さ
れたことで、これまで計算してきたもの
の精度を確認できる段階になった。逆に
実験結果をフィードバックすることで、
さらに数値計算の精度を上げていきた
いと思っているところです。

平山 設計技術としての進展は?

藤木 設計外力として1つ沖波を決め
るのですが、本来これは「水深の影響を
受けない波」という前提。ところが
最近の波浪推算技術の発展で海底地形を
考慮した波浪推算が当たり前になつたた
め、港湾の沖の波をそのまま使うと、既
に海底地形の影響を含んでいる可能性が
あるんです。そうなると、もともと「水
深の影響を受けていない波」の入力を前
提として構築された設計手法とのギャッ
ブが出てきてしまう。そのギャップを解
消するために提唱されたのが、準沖波と
いう概念。海底地形を考慮した波浪推算
結果は一旦、準沖波という形で理解して、
抽出したポイントの水深が深いか浅いか
によって、そのまま変形計算を始めてい
るのか、それとも沖の「水深の影響を受
けていない波」を推定してから始めるべ
きなのか判定するというものです。

平山 この手順は港湾技術基準にも
2024年4月に導入されているので、
これから設計では気候変動適応とあわ
せて、この準沖波を活用していくことに
なりますね。手前味噌になりますが、東
北地方を対象にこの準沖波と沖波の関係
性について整理した論文は、2024年
に日本港湾協会論文賞を受賞しました。

は、実験結果と計算結果を比較すること
で確認しています。

平山 数値計算の技術が進歩したこと
で設計の仕方が少し変わった例として
は「準沖波」の話もありますね。

※1 1969年、当時の港湾技術研究所水工部波浪研究室長・合田良實氏により提案された、護岸の越波流量を波高・周期・余裕高から算定する設計用図表。

※2 1973年、同じく合田良實氏によって提案された、波の不規則性を考慮した波力式。合田式とも。

既存施設の改良を検討して 数値計算を駆使して

鶴田 私が所属する耐波研究グループ
が対象にしているのは、さっき藤木さ



岸側。波浪研究グループのほうで出していただいた計算結果などを使って、構造物がどれくらい波に対し耐えられるかというところを研究しています。波力とか越波とか、当然オーバーラップするところが出てきますが、棲み分けとしては、海面上昇という観点でいうと、こちらは今までの手法があてはまらない施設に対してどういう改良ができるかといった、いわゆる「例外」への対応を検討する機会が増えていますね。数値シミュレーションを用いた設計というのはずっと期待され続けたのですが、いよいよ本当に、活用していくないと間に合わない段階に入ってきたと実感しています。水理模型実験を検討する前に、どんどん数值計算で検討していかないと。国内あらゆるところの既存施設で、検証の下準備を進めないとだめだよなっていうところまできていると思う。グループとしては沿岸技術研究センターとともに2023年にCADMAS-SURF（数値波浪水路プログラム）の実務設計研究会（本誌54号Front People参照）を立ち上げて、どういうふうに実務に活用できるか検討を進めています。あと、CADMAS-SURFだけでなく、解析手法の異なる粒子法についてもPARIS SPHEREという数值計算ソフトウェアを自下開発中です。そちらも今後、実際に実務でどう使つていくかというところに移っていいくのかなという段階ですね。波浪研究グループとも連携しながら、研究所の人間だけでなくコンサルさんとかもどんどん設計できるような技術を目指しています。

高潮の再現計算に A-Iを活用する方法を模索

藤木 研究所の使命として、民間への技術の普及・指導などがありますからね。CADMAS-SURFの普及というものは、まさにそれに則った活動だと思います。

平山 構造物を扱っているという点で、現場の問題を真っ先に正面から受け止めるのが、耐波研究グループなんですね。

平山 波の変形や構造物への作用を検討するためには、先ほどの3つの段階で言えば、大元となる一番沖側のところ、まさしく、そういう波や高潮が発生して——と、いうところが重要になってくる。津波高潮研究グループが、まさにそういう部分を研究しているわけですが。
岩本 高潮は湾全体で発生するものなので、構造物のスケールと比べて大きいく、数時間あるいは1日など、波浪の周期と比べて長周期の現象になつてくる。それを実験施設で検討するのは難しいということともあって、われわれのグループは数値シミュレーションを活用した高潮の計算に取り組んでいます。最近はやはり気候変動が高潮におよぼす影響が懸念されていて、d4PDFと呼ばれるいわゆるビッグデータを使って、例えば1000年に1回生じる高潮とか、そういうシミュレーションを行うのがトレンドになっていますね。こういった取り組みは国総研でも行われているんですけど、私のほうでは、d4PDFに現実の台風との誤差がどうしても合まってしまうので、その誤差を補正する方

実験で得られる
データの蓄積が強みに

法を検討しています。

平山 気候変動適応策を具体的に進め
る上での、まさに第一線の研究ですね。

岩本 もう少し詳しく言うと、d4PDFに含まれている誤差を補正する手法
自体は既に提案されているのですが、私はそこにA-1で、誤差の補正をしつつ、
例えば台風が上陸したときに風の場が
変形する効果などを考慮することがで
きないか、と思って。A-1を活用する方
法を研究しているという段階です。

平山 d4PDFは、現在気候で
60000年分、将来気候で54000年
分ものデータを扱う。台風の発生個数
を年間10個としても、それだけで10万
セットくらいのデータを計算すること
になるんですよ。このA-1を活用する
やり方だと、数値計算をきちんと回す
のに比べ、その補正を非常に効率的に
高速化できるので、この膨大な数の台
風を全部扱うことも非現実的な話では
なくなる可能性がある。そういう道を
切り開きつつある、すごく期待の持て
る研究だと思います。

鶴田 耐波研究グループの場合は、い
まもう実験と数値計算は完全に一体化
していますね。例えば急ぎの設計がある
と、まず数値計算を回してアタリをつけ

し、一方で実験をやろうとするときお金
も人手もかかる。それでも、実験の価値
はまだ当分あると思っています。数値
シミュレーションはあくまでも現実の
模擬であって、パラメータ次第で結果
が変わるので、モデルだけの結果だと
真値として信用されにくどころがあ
るんですね。わかりやすい説明として
実験はシミュレーションのベンチマー
クのために必要ですが、実験を1つや
ると1つの事実として扱うことができ
ますし、研究成果として見たときにも、
やはり普遍性があつて長く残りやすい
というのもあります。それだけではなく
、実物から得られるものって結構あ
ると思っていて。技術者教育にもなる
し、一般公開などでも実物を見せたほ
うが、断然興味を持つてもらいます。

鶴田 耐波研究グループの場合は、い
まもう実験と数値計算は完全に一体化
していますね。例えば急ぎの設計がある
と、まず数値計算を回してアタリをつけ

鶴田 絶対必要ですよ。

藤木 数値モデルの発展は自覚ましい
し、一方で実験をやろうとするときお金
も人手もかかる。それでも、実験の価値
はまだ当分あると思っています。数値
シミュレーションはあくまでも現実の
模擬であって、パラメータ次第で結果
が変わるので、モデルだけの結果だと
真値として信用されにくどころがあ
るんですね。わかりやすい説明として
実験はシミュレーションのベンチマー
クのために必要ですが、実験を1つや
ると1つの事実として扱うことができ
ますし、研究成果として見たときにも、
やはり普遍性があつて長く残りやすい
というのもあります。それだけではなく
、実物から得られるものって結構あ
ると思っていて。技術者教育にもなる
し、一般公開などでも実物を見せたほ
うが、断然興味を持つてもらいます。

鶴田 数値モデルの発展は目覚ましいし、一方で実験をやろうとするとお金も人手もかかる。それでも、実験の価値はまだ当分あると思っています。数値シミュレーションはあくまでも現実の模擬であって、パラメータ次第で結果が変わるので、モデルだけの結果だと真値として信用されにくいところがあるんですね。わかりやすい説明として実験はシミュレーションのベンチマークのために必要ですが、実験を一つやると1つの事実として扱うことができ、実物から得られるものって結構ありますし、研究成果として見たときにも、やはり普遍性があつて長く残りやすいというのもあります。それだけではなうが、断然興味を持つてもらえます。



形ですが、計算結果と実験結果の乖離があつて、なかなかうまくいっていないからんですよ。いまようやく、ほぼ同じような現象を再現できるようになつたので、目指す研究方法が実現できた。高精度なモデルがどんどん開発されてきたのもそですが、計算を回し、ベンチマークとしての実験との比較を積み重ねてきたものが、ようやく花開き始めたというのが現在。

岩本 そういう状況って、港空研の強みだなと思っていて。最近A-1がすごく活発に利用されていますが、A-1って結局、データがなければ何もできないんですよ。その肝心のデータが信用できるかということの検証のためにも、やはり実験施設を使った検討が望ましい。港空研には、これまでの長年の蓄積がありますからね。

平山 一方で、その実験施設をつくり使つたりするために必要な技術というのが、業界全体でみたときにだいぶ失われてきつつあるように思っていますね。大学とかでも、使える状態にある実験施設を持っているところが徐々に減つてきている。

鶴田 小型試験水槽みたいな小さな水路って、大学とか建設会社とかいろいろなところに眠ってますよね。実は僕、あれを活用したいなと思っていて。数値計算の精度が上がってきたからこそできる、数値計算と小さな実験水路との設計方法の融合みたいなことを考えたい。港空研には大規模な水槽があるので、大きなスケールで精度チェックもできますし、数値シミュレーションモデルも開発している側なので、連携とかの手引きもつくりやすいかなと思っています。

藤木 共同利用的なイメージですか？

鶴田 そう。小さな水路を大量に並べて、コンサルさんも大学の人も、みんな使えますよっていう。実験データとか設計の情報とかも、全部ここがハブになっているよつなイメージです。ビッグデータの話が出ましたが、「ここ」が実験に関するビッグデータの物理サーバーになつていく、そういうのもいいかなって。

平山 もしそうなれば、将来的に港空研は名実ともに、それこそ技術のメッシュ。なんだか結構明るい話になりますね（笑）。

岩本 われわれのグループでは、それはもっぱら高川智博グループ長が進めている研究です。津波の波源分布を高速かつ高精度に推定する手法として、アジョイント法というものを開発（本誌7ページ参照）。数値シミュレーションをベースに、なるべく精度よく津波を再現する技術に取り組んでいます。あと最近、別途進めているのが地形データの収集。津波の浸水想定をする際の基礎データとして、詳細な地形データが都道府県ごとに整備されているのですが、まだ一般に公開されていないエリアがある。そういう場所で、いざ津波や高潮が発生

組織の連携を活かして 津波災害リスクに挑む

藤木 波に関しても、災害の前後で海底地形データを全都道府県から収集し、データベースとして整備しました。

鶴田 今回の能登半島地震の津波への対応では、速報的な状況把握のために、数値計算がかなり活躍したなということが所感としてあります。あまり見たことがない現象がいくつも発生していたので、まずその解明から始ましたんですけど。今回、それぞれ分野の違う人の数値計算がどんどん運動していく、そこに実験も加わり、震源地から構造物のところまでつながって、すごい速さで一気に進めていた。何か事象が発生したとき、こんな短期間に連携して一気に研究が進む事例って、海外とかでもあるんでしようか。

平山 そういう事象に対してみんなが知識を結集させて、一つの成果を出すといふのは、港空研としてはわりと昔からやってきた得意分野。今回はそれをより高度な形でやれたと思います。港空研と国総研の連携の強み。久里浜の研究所の組織が機能した、ということですね。

鶴田 昔からの伝統でもあります。最先端を走っているなというのは感じました。

平山 そのときになつて慌てなくて済むように、きちんと想定した上で、準備ができるところから始めておくのも必要かもしれません。

濱野 そういう意味でも、岩本さんが地形のデータセットを事前につくっているのは、すごく重要なことだなと思います。

岩本 ただデータセットをつくって、自分が持っているだけでは、案外使わないということにもなりかねない。それを外部に、少なくとも研究所の中でも、うまく共同利用できるとなおいいと思いますね。

平山 それそれが得意な部分に取り組みつつ、みんなのことを考えて、自分に何ができるかということで研究を進めなければ、全体でワインディングになれるのかなという気がします。今日のみんなさんの話を聞いて、非常に心強い気持ちになりました。

鶴田 能登に調査に行つたとき、ボディ

カメラを着けてWeb会議すればいい

のに、ずっと思っていたんです。久里

浜とつないで、いろんなことを聞きなが

ら見て回りました。あれは経験ないと

難しいので、利用可否判断が十分できる

くらいに成長するまでのタイムラグを

もう少し技術的なところでカバーできたらなと思います。

浜とつないで、いろんなことを聞きなが

ら見て回りました。あれは経験ないと

難しいので、利用可否判断が十分できる

くらいに成長するまでのタイムラグを



「国際洗掘侵食会議」オープニングセレモニー 開会挨拶の様子（佐々グループ長）



口頭発表の様子（工代主任研究官）

口頭発表の様子（梁 専任研究員）

CROSS LINE 国際交流レポート

国際洗掘侵食会議で国際的リーダーシップを発揮 —佐々グループ長が中国3都市の招待・基調講演で、研究成果を発信—

2025年11月4日～7日、中国・重慶で開催された第12回「国際洗掘侵食会議」に、動土質研究グループの佐々真志グループ長、工代健太主任研究官、梁順普専任研究員が参加しました。

国際洗掘侵食会議は、国際地盤工学会が主催し、地盤分野のみならず、河川・海岸・海洋域など水分野の研究者も一堂に会する学際的な国際会議で、2年ごとに世界各地で開催されています。

本会議では、洗掘・侵食の物理・数値モデリング、モニタリング・計測、漂砂・土砂移動、岩盤侵食、内部侵食、河川・橋脚周りの洗掘・侵食、沿岸・海洋の洗掘・侵食、ジオハザードとリスク評価、洗掘・侵食対策と実践、気候変動と適応等に関する15のテーマが設定され、8つの基調講演が行われました。水と地盤の境界領域における世界各国の最新の研究・技術開発動向や新たな知見が共有され、活発な意見交換が行われました。

佐々グループ長は、本会議を運営する世界80か国1600名以上の研究者・技術者が参画する「国際地盤工学会技術委員会」の委員長として冒頭挨拶とオープニング基調講演を担当し、工代主任研究官、梁専任研究員とともに7つの論文を発表しました。また、本会議中に「国際地盤工学会技術委員会 TC213（洗掘と侵食に関する世界委員会）」を主催し、世界の洗掘・侵食研究・技術動向に関する「Interactive Technical Talk」の開催報告を行いました。加えて11月5日には、ラオスで開催中の「東・東南アジア地球科学計画調整委員会 第61回会議」に重慶の会場からオンラインで参加し、基調講演「海底ジオハザードと洋上風力の減災対策」を行いました。

佐々グループ長は、これに先立つ9月9日～17日に北京、重慶、成都の3都市でも講演を行いました。

北京では、2024年10月に国際学会議と国連防災機関の共催プログラムである災害リスクに関する統合研究世界会議において、「地すべり津波と災害リスク軽減」セッションの共同議長を務め代表講演を行ったことを踏まえ、北京林業大学、北京師範大学、国家自然災害防止研究院、中国科学院地理科学・資源研究所からの依頼を受け、世界的な地すべり災害リスク軽減に向けた新たな取り組みに関する招待講演を行いました。

重慶では、重慶交通大学で開催された第12回国際洗掘侵食会議の準備会合に参画し、洗掘・侵食のメカニズムと対策の最新動向に関する招待特別講演を行いました。続く成都では、ユネスコ（国際連合教育科学文化機関）チャープログラム（※）である「SIMR国際会議2025」において、複合的な地質・地盤災害リスクの理解と軽減における最新の進展に関する基調講演を行うとともに、2029年の「斜面防災世界フォーラム」招致に向けた打ち合わせも行いました。

これら一連の講演では、洗掘、侵食、地震・高波による液状化、地すべり、混濁流、津波等の国際防災・減災に関する世界をリードする最先端の知見を共有し、いずれも高い評価を受けました。国際的な防災・減災への理解を深めるとともに、今後の取り組みの普及・啓発に繋がったといえます。

※ 知の交流と共有を通じて、高等教育機関および研究機関の能力向上を目的とするプログラム。



国際地盤工学会技術委員会 Best Paper Award 授与挨拶



重慶交通大学 招待特別講演



重慶交通大学 研究施設視察



SIMR国際会議 2025 基調講演

港空研 TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）が 令和7年防災功労者内閣総理大臣表彰を受けました



授賞式での集合写真



河合所長

港空研TEC-FORCEが、令和6年能登半島地震における活動により、令和7年防災功労者内閣総理大臣表彰を受けました。

防災功労者内閣総理大臣表彰は、「『防災の日』及び『防災週間』について」（昭和57年5月11日閣議了解）に基づき、災害時における人命救助や被害の拡大防止等の防災活動の実施、平時における防災思想の普及や防災体制の整備の面で貢献し、とくにその功績が顕著であると認められる団体・個人を対象として行われるものです。

港空研TEC-FORCEは、2024（令和6）年1月1日に発生した能登半島地震において、国土技術政策総合研究所と連携し、港湾施設の被災状況の現地調査を行うとともに、現地調査結果や当該施設の設計図書等に基づき、岸壁等の利用可否判断や応急復旧工法についての技術支援を行いました。これらにより、自衛隊・海上保安庁・民間の船舶等による緊急物資輸送など、港湾を活用した



港空研 TEC-FORCE の研究者

支援活動の迅速な実現に貢献したほか、検潮記録や波浪データの解析を行い、津波による防波堤等の被災メカニズムの解析を行うとともに復旧設計のための臨時地震観測を実施するなど、港湾施設の災害復旧のためデータ収集等を行い、早期復旧に尽力したことが認められました。

表彰式は9月17日に首相官邸にて行われ、河合弘泰所長が出席しました。

「弱非線形ブシネスクモデルにより算定された重複波力の補正式の提案」が 土木学会「海洋開発優秀論文賞」を受賞しました



平井氏（左）と平山領域長（右）

平山克也沿岸水工研究領域長と前・波浪研究グループの平井翔太氏（現・（株）ニュージェック 技術本部 港湾・海岸グループ）が、「弱非線形ブシネスクモデルにより算定された重複波力の補正式の提案」により、2025年度「海洋開発優秀論文賞」を受賞しました。

「海洋開発優秀論文賞」は、土木学会海洋開発委員会が海洋の開発保全に関する調査・研究の発展を目的として授与する賞で、土木学会の論文集「特集号（海洋開発）」に掲載された、海洋の開発保全の進歩向上に貢献するとくに優れた論文に対して贈られます。

近年、気候変動の影響にともなう平均海面上昇や台風の

強化による高潮・高波被害増加に備え、港内岸壁の越波浸水対策として岸壁上に胸壁を設置することが検討されています。しかし、回折波や多重反射波が作用する港内施設では設計波の算定が容易ではないため、波圧の鉛直分布をブシネスクモデル（波浪変形計算プログラム）で直接算定したこと、モデルの弱非線形性（波形が尖る様子を十分には表せない計算特性）のために高波浪時に波圧の時間波形が双峰型となる現象が再現されず、ピーク時の波力を過大評価することが課題となっていました。本研究では、この現象を再現できる高精度モデルによる数値実験を合わせて行い、波の長さに対する水深や波の高さの比率に応じた波圧分布の補正式を提案しました。この結果、モデルの使いやすさを保ったまま数値実験や模型実験の結果をよく再現できるようになり、モデルの適用限界を克服することに成功しています。

これらの成果が、今後の構造物の設計や災害対策の精度向上に有効な技術であることが評価されました。

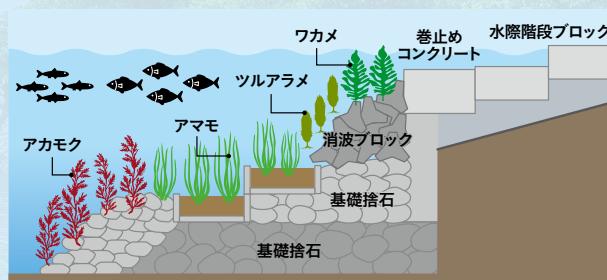


「ブルーインフラ」とは、藻場・干潟等及び生物共生型港湾構造物のことをいいます。

ブルーインフラと似た言葉に「ブルーカーボン」があります。これは海藻や海草、マングローブなど海の生態系による炭素の吸収・貯留のことをいいます。海の生態系には、光合成によって大気中の温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)を吸収し、体内に有機物として蓄える働きがあります。これによって大気中のCO₂の量を減らすことができ、近年、世界的な気温上昇や自然災害の増加などの原因となっている「地球温暖化」の進行を抑えることができます。このブルーカーボンと密接な関係にあるのが、今回のテーマであるブルーインフラです。

ブルーインフラには、海藻や海草といった海洋植物が繁茂する「藻場」や、カニや貝類など多様な生物が生息する「干潟」、さらに、波や津波から陸を守るためにつくられた護岸や防波堤などのコンクリート構造物と生態系を共存させた「生物共生型港湾構造物」があります¹⁾。

生物共生型港湾構造物は、沿岸防災のための耐波・耐津波性能だけではなく、例えば、海藻が生えるように表面に傷や凹凸をつけた消波ブロックなどを使用して生物が付着・生息できるように設計した構造物や、植物などの力をを利用して設計した構造物のことです。下図にイメージを示します。



生物共生型港湾構造物のイメージ

出典:「命を育むみなどのブルーインフラ拡大プロジェクト」～ブルーインフラの保全・再生・創出に関する主な取組事例集～別紙2 (国土交通省 港湾局 海洋・環境課) p3 「生物共生型港湾構造物・イメージ図」を基に作成
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001580986.pdf>

研究者が解説します!

沿岸水工研究領域
耐波研究グループ
山縣史郎 主任研究官



コンクリート構造物として波や津波に対する防災機能に加えて、ブルーカーボンの効果も同時に発揮します。

次に、下の写真にマングローブを利用した護岸の例を示します。マングローブには、CO₂の吸収だけでなく、波の力を減衰させる効果²⁾や、砂の堆積を促進する効果³⁾があることが確認されていて、沿岸災害に対する抵抗力の向上や海面上昇対策効果も期待できます。例えば、マングローブが生息できる日本の奄美・沖縄などの温暖な地域や、世界の亜熱帯・熱帯地域ではマングローブを利用したブルーインフラの活躍が大きく期待できます。



護岸の前にマングローブを植林した例（石垣島）⁴⁾

港湾空港技術研究所では、以前よりブルーインフラ・ブルーカーボンの研究に取り組んでおり、最近ではインドネシアを対象に現地の研究機関とも連携しながら、マングローブを利用したブルーインフラの実装に向けたガイドライン作成のための研究を進めています。

参考文献

- 1) 国土交通省HP : https://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000265.html
- 2) 柳澤英明、横木裕宗、三村信男：マングローブ林による波浪減衰効果の実験・数値的検討、海岸工学論文集、第52巻、2005
- 3) 鈴木樹、鈴木高二朗：マングローブ林及び周辺地形を対象としたRTK-UAVによる写真測量、土木学会論文集特集号（海洋開発）80巻、18号、2024
- 4) 環境研究機関連絡会HP : [https://kankyorenrakukai.org/seminar_06/presentationppt/10\(PP\)kouwanken.pdf](https://kankyorenrakukai.org/seminar_06/presentationppt/10(PP)kouwanken.pdf)

本誌に関するご意見・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>

