世界に貢献する港湾空港技術

PARIL 2019

Airport

Technology

2 Front Line - 特集 -

「豊かな海」の回復をめざす 海洋環境研究の挑戦

6 __ Focus On 研究活動の最前線へ

「データ同化」によるリアルタイムシミュレーションの試み数値モデルに観測データを組み込むことで高精度な"海の天気予報"を可能に!

8 _ Close Up 現場からの報告

フェリー会社の協力で実現! 湾口の流れと水質を連続観測

10 __ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち

神奈川県水産技術センター × 港空研 「江戸前」の魚を食卓に! 連携して資源回復に取り組む Port

14 CROSS LINE 国際交流レポート

「第6回日韓<mark>沿岸技術研究ワークショップ</mark>」を合同開催しました

15 TOPICS

海象情報研究グループの研究官らが土木学会「海岸工学論文賞」を受賞 基礎工研究グループ 中村圭太研究官が

地盤工学会「国際会議若手優秀論文賞」を受賞

「豊かな海」の回復をめざす 海洋環境研究の挑戦



港湾空港技術研究所 海洋情報・津波研究領域 海洋環境情報研究グループ 井上徹教 グループ長



名城大学大学院 総合学術研究科 特任教授 中田喜三郎 さん



中村由行さん

東京湾や伊勢湾など日本国内の代表的な内湾で

これまで進められてきた環境再生への取り組みは、

いままさに転換期を迎えつつあります。

海洋環境研究のこれまでと、今後取り組むべき課題に

名城大学特任教授の中田喜三郎さんと、

港空研 OB でもある横浜国立大学教授の中村由行さ

海洋環境情報研究グループの井上徹教グループ長に伺い

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海を対象水域として、排出される汚濁物象水域として、排出される汚濁物質の総量を規制すべく水質総量規質の総量を規制すべく水質総量規定を目標年度とする第5次総量年度を目標年度とする第5次総量がよい。2016年に策定された第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまた第8次計画です。それでもいまなり野では、2016年に策定された第2次計画です。それでもいまなり野では、2016年に対している方面を表した。

現状の理解から進める研究富栄養化だけが原因にあらず

井上 もともといわれていたの井上 もともといわれていたのに住む人間が出したものが全部湾に流れ込むことで、海水中に窒素やリンといった栄養が増えすぎる、そのことによる弊害。人間でる、そのことによる弊害。人間であるなら成人病みたいなもので井上 もともといわれていたの井上 もともといわれていたの

ります。その結果、そこそこ水質 場などを高度化し、窒素やリンの るんです。 うにはいかない。なので、 が、依然として問題が解決された は良くなってきたように見えます 排出を抑えてきたという歴史があ もに旧環境庁が中心になって、 方向に、いま舵を切ろうとしてい 海を目指しましょうと。 そういう れいにするだけじゃなく、豊かな わけではなく、漁業生産も昔のよ 入負荷削減ということで下水処理 いから顕著になった。そこで、 いった問題が、1970年代くら 単にき

ではないかということが、だんだ ら干潟がなくなったのが大きいの るうちに、どうも違うようだと。 きたわけです。でも、調査してい 制という流れに。それこそが正し 陸からの負荷が多いから、いわゆ 中田 最初は、貧酸素になるのは ではどこに原因があるんだろうと い方向だと思って、ずっとやって かくそれを減らさなくてはいけな る富栄養化が原因だとほとんどの いうので研究が進められ、 いということで排出削減、 人が思っていました。だから、とに 、どうや 総量規

んわかってきた。

誌3号参照)。その後、研究レベルで

究として進めているところです。 のは、いわば富栄養化の歴史の ういうふうに水の中に影響を与え 解するということが一番だと考え ションを組み合わせて、現状を理 知ること。観測と数値シミュレー われてきたのは間違いないです。 のがありまして、それがかなり失 の浄化力って、実はものすごいも だったんですよね。それらの生物 サリなどがふんだんに獲れた海域 う昔から干潟が広がっていて、ア データを解析してみると、そうと 善したらよいかということも、研 ね。これからどうやって底質を改 負の遺産が溜まったものですから るかという研究も。その泥という 海底に昔から沈んでいる泥が、ど ています。それに加えて私自身は 村 まず大事なのは、現状を 東京湾や三河湾の調査

それには莫大なコストが……理屈では解決策が見えても

マが特集されたのが2011年(本井上 前回PARI誌でこのテー

酸素が食われ、酸欠状態の海がで されていない。で、底層には酸素 ほうはまだ冷たいとか。要は攪拌 沸いたかなと思って入ると、底の それがフタのようになってしまっ なっていないのが現状……。 り組んでも、ほとんど泥はきれいに くさんいて、その人たちが総出で取 れや地形がどうだったらといった 検討する研究者も増えた。水の流 最近はいわゆる物理的な考え方で はいくつかのトピックがありまし きるわけ。台風が来ればそれなり を食べるようなものがたくさんい を入れてみたら熱いからそろそろ わかりやすいと思うのですが、手 門風呂をイメージしてもらえると ている状態なんです。昔の五右衛 中村 海中に密度成層ができて できたと思います。ただ、こういっ すね。なので、現象の理解は進ん るようになってきたのは大きいで ところまで踏み込んだ議論ができ な分野での議論が大半でしたが、 については、生態学的・生物科学的 た。それまでは泥と水の関わり方 た研究をしている人は世界中にた 水が停滞するとどんどん

に攪拌されるので、酸欠状態は一時的になくなります。それが秋口時的になくなります。それが秋口時的になる層ができてしまうん水温の異なる層ができてしまうん

元の木阿弥になりかねない。ただ、 仮にそれでみんなが合意してきれ 分だけで何十兆円という金額に。 とがあるのですが、東京湾の北半 の処分についてはひとまずおい になってきたので、昔より覆砂前 いまの東京湾や瀬戸内海はきれい 本当に汚れていた頃に比べれば、 の赤潮の状態が変わらなければ、 いな砂に換えたとしても、上の水 えば東京湾の泥を全部除去して良 許されないという状況ですね。例 ぎるので、理屈の上ではうまくい 完全に攪拌してしまわないと。 て青潮になるんですよね。これは いだと、酸欠した水が上がってき て、砂の購入費のみで試算したこ い砂に換えるとする。浚渫した泥 く対策があっても経済的にそれは 中村 海の場合は規模が大きす これで具合が悪い。台風みたいに 中途半端に風が吹くくら



長続きするかもしれません。砂をすれば、その効果はけっこういるんじゃないかと。つまり、覆

削減一方の考え方が変わるー、貧栄養化、も問題に

めてリンなどは排出基準内いっぱれていて。とくに栄養塩が不足すれていて。とくに栄養塩が不足する冬場には、栄養塩の管理運転といって、下水場の処理を少しゆる

の悪い状態には戻りにくくなって

に出すということを試験的にいに出すということを試験的にいいに出すということを対して排出する」という意味の環境して排出する」という意味の環境を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないと。豊かな生態を変えていかないとと思います。

中田 いまの規則では一瞬でもたり減らしたりすれば、わりあいたり減らしたりすれば、かしたり減らしたりずれば、かしたり減らしたりずれば、かしたり減らしたりずれば、かいたり減らしたりずれば、からとでも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し栄養と冬でも違う。冬はもう少し状況が、時の中には少ないという状況が、時の中には少ないという大況が、時の中には少ないという大況が、時の中には少ないという大況が、時の中には少ないという状況が、おりあいたり減らしたりずれば、わりあいたり減らしたりずれば、わりあい

問題があるんですよ。
問題があるんですよ。

問題があるんですよ。

問題があるんですよ。

問題があるんですよ。

に生積した泥はというと過すが、底に堆積した泥はというと過すが、底に堆積した泥はというと過すが、底に堆積した泥はというと過ずが、底に堆積した泥はというと過ずが、底に堆積した泥はというと過ずが、底に堆積した泥はというと過ずが、底に堆積した泥はというと過ずが、底に堆積した泥はといったりするのですよ。

中村 環境省の水質総量削減は、中村 環境省の水質総量削減は、 てるというやり方をしてきました。 てるというやり方をしてきました。 でるというやり方をしてきました。 をょうど今、この先の5年(第9次 をようど今、この先の5年(第9次 をようど今、この先の5年(第9次 をはうというのから、かなり方向転換を が始まるタイミング。私を含む 議論が始まるタイミング。私を含む はでないかな。これまでの削減一 がいってきていると思うので。

包括的な環境把握・予測を現地観測と数値モデルの両輪で

るのは、一つは新しい環境測定技術中村 これからの港空研に期待す

期待したいのは、これまでデータ 獲量を上げられるかを議論できる そこに生息する植物プランクト 要になるのが数値シミュレーショ を、ぜひともやっていただきたい。 どれくらいの量いるのか、それが、 がなかった魚について。海の豊さ 把握するという手法です。とくに 数、行動などを迅速かつ定量的に ることで、生息する生物の種類や ると、自然にそのDNAが周囲の ような技術開発が、いずれ可能に ようなところにまで持っていける に精度が上がると思う。いかに漁 ると、数値モデルのほうも、さら までが具体的に量的にわかってく ン、動物プランクトン、さらに魚 です。環境DNAもそうですが、 ン。その精度を上げることが重要 て対策を立てる際にどうしても必 中田 もう一つ、現状を理解し 含めた新しい技術の追求というの かなり簡便にわかる可能性がある の指標として、どんな魚がどこに 環境に出るんですよ。それを調べ ると思います。例えば環境DNA の開発。いろんな芽が出てきてい んじゃないかと。そういうことも (本誌裏表紙参照)。生物が活動す

なってくるのではないかと期待しなってくるのではないかと期待して、本当に効果があるかといったて、本当に効果があるかといったて、本当に効果があるかといったに解明していただいて、科学的大いにやっていただけると、もっとよくなるんじゃないかと思いますな。

観測も数値モデルもデータ同化ものか。それを検討するには、現地けでなくそのプロセスをどうするは極めて不得意なんです。結果だ

場とモデル、この両輪で進めていなツールですが、そもそもモデルなツールですが、そもそもモデルというのはデータがないと何もでとが大事で、また、それを把握することが大事で、また、それを把握することに数値シミュレーションも役に立つ。いわば車の両輪で進めてい井上 数値モデルはすごく有力井上 数値モデルはすごく有力

は至っていない。さらに、われわ というのはまだ実用化のレベルに での環境予測計算でのデータ同化 なると考えています。ただ、内湾 と同じ。おそらく有力なツールに 然精度が違うということはご理解 年前の天気予報といまのとでは全 うでは既に実績がある手法で、10 法(本誌6ページ参照)。気象のほ に取り込む「データ同化」という手 れの場合は「明日、 いただけると思うのですが、 的なものが、観測データをモデル きたいと思っています。その典型 赤潮 (あるい あれ

ようになったとしても、それが次

はデータ同化を用いて予測できるプランクトンが何個いるというの

にどう増えていくのかという予測

それにはデータ同化というのはまを理解する必要があるのですが、

だけではダメで、なぜそうなるかは青潮が)来ますよ」と予測する

だまだ不十分なツール。

例えば、



中村 一般の人を巻き込んで、一中村 一般の人を巻き込んで、一

タを組み込むことで

シミュレーションの試み

を可能に

海洋環境情報研究グループの松﨑義孝主任研究官に取材しました 青潮や赤潮の発生を精緻に予測できるシステムの実現を目指す その精度を引き上げるべく、現在研究が進められているのが 今後ますます活用が期待される数値シミュレーション。 **計算値に観測値を融合させる「データ同化」という手法です**

内湾の環境変化の短期予測を 観測データを用いて高精度化

モデル「伊勢湾シミュレーター」を開発 ともに、再生への指標づくりに取り組ん 質環境を再現・予測するための数値解析 生海域推進プログラム」。その取り組みの できました。 し、環境変化のメカニズムを解明すると 一つとして、 2007年度に策定された「伊勢湾再 港空研では閉鎖性内湾の水

と、松崎主任研究官。 使う研究に取り組んでいるところです。 測するために、データ同化という手法を するといったことに使われてきたのです ば環境の負荷を変えたらどうなるか予測 ミュレーションし、それを使って、 わば、海の天気予報、ですね。精緻に予 いうリアルタイムシミュレーション。い 湾なり東京湾なりの環境はどうなるかと その先。今日から仮に10日後までの、伊勢 が、いまわれわれが取り組んでいるのは 「これまでは、過去から現在までをシ

水温・塩分など 観測値 ● →時間

-ターに組み込むデータ同化モデルの概念図

数値シミュレーションによる |値の誤差の割合に応じ を同化させること 予測精度の向上が期待 できる。

> カニズムの解明やシミュレーターの入力 る湾内環境の観測値は、これまで汚濁メ

参照) やモニタリングブイなどで得られ

れらの観測データを数値シミュレーショ 値・検証値にのみ利用されてきました。こ

ンに融合させることで、より精度の高い

計算の初期条件をより正確に データ同化することで 解析値を得ようという試みです。

測が行われているのだとか。 こにはまだ観測値は使われていません。 ターで予測計算が行われていますが、そ シミュレーションの結果だけを用いて予 現在も1日1回、 伊勢湾シミュレー

まずこの初期条件からして、われわれは 川流入境界条件)も必要に。ところが、 件)、さらには河川の影響などの情報(河 いった情報(湾口境界条件)や、気温や日 と塩分が鉛直方向にどうなっているかと は、湾口での時々刻々の水位や流れ、水温 分といった情報。これを初期条件といい は計算開始時の湾内の流れや水温、塩 射、気圧や降水などの情報(大気境界条 ます。そこから計算を進めるにあたって 「湾の計算を行うとき、最初に必要なの

観測データを取り込む(同化する)技法の ターのようなシミュレーションモデルに

データ同化とは、伊勢湾シミュレー

こと。湾口フェリー観測(本誌8ページ

10:50

衛星による海表面の水温観測データの例



過去の再現のみならず、リアルタイム予測や将来予測においても

温・塩分をすべて知り、継ぎ目なく再現 そのデータを使って全体を再現し、正確 なっているかはわからないといいます。 湾の中の水温・塩分が実際のところどう 正確には知ることができないんですよ」 タ同化の目的です_ な初期条件を求めようというのが、デー わかっている点が何点かはあるんです。 ションしていると考えていただければ。 測データをフルに使っても、ある時点の することはまず不可能。現在得られる観 ただ、予測していくものに対して解答が に分割した各メッシュの計算開始時の水 「逆に、それを知るためにシミュレー 湾全体を水平方向・鉛直方向に格子状

界条件のデータも入れつつ寄せていくと 使って伊勢湾シミュレーターを動かし、境 合わせていきます。平均的な計算結果を 期間で、その間に、なるべく初期条件を いうやり方。 8日前からスタート。この8日間は助走 日後まで予測したいとなった場合、計算は アルタイム予測システムでは、今日以降10 データ同化の手法が入らない現在のリ

の助走期間にあたる部分でデータ同化を 正確であれば、予測もまた、より正確に 予測はこれまでと同じ方法でシミュレー きる初期条件を出す。そこから先の短期 時間計算したらまたデータ同化に渡す、 値と融合してシミュレーターに戻し、 やろうとしているんです。計算値を観測 なると考えています」 ションするわけですが、初期条件がより この繰り返しで修正を重ねながらどんど ん近づけて、本計算に入る段階で信頼で 「それに対し、われわれの研究では、そ

学術的に意義のある研究 他の湾でも活用できる

タートしたこの研究、なかなか思うよう には進まなかったのだそう。 ありません。とはいえ、2017年度にス にとって有益な情報になることは間違い せるといった対策も可能に。漁業者など ようになれば、前もって生け簀を移動さ 青潮や赤潮の発生予測が精緻に行える

そも知見の蓄積がないなかで、どういう 値の誤差をどう見積もればいいか、そも ろうとしているわけです。内湾のシミュ がデータ同化で、われわれはそれをつく 観測された水温をいきなり入れてしまう はできないんですよ。例えばある場所で て観測値をいきなりバン!と入れること ではどうやって?となると、これがけっ 当然精度は上がるだろうと、概念的な部 から明らかにしないといけない ふうに空間的に相関があるかということ いいか。それを半自動的に割り出す手法 くなる。うまく配分するにはどうすれば と、周りのメッシュの値と整合がとれな こう難しくて。シミュレーションに対し 分は予想していただけると思いますが、 レーションを行ううえで、観測値と計算 「シミュレーションと観測値を混ぜたら

今後同様の検討を行うにあたって、どう 積もり方の指針にも。指針ができれば、 いった点に着目してデータ同化を実施す た研究成果をまとめることで、誤差の見 間的な相関の有無を読み解く。そういつ た複数の結果をもとに、その違いから空 数のシミュレーションを走らせ、 初期条件や境界条件を微妙に変えて複 得られ

> ればよいかということもわかってくるで 「日本の観測事情に合わせたデータ同化

同化から明らかになると考えられます_ る。これは科学技術上、とても意義のある の海域でデータ同化を行う際にも使え の手法が確立されれば、他の研究者が他 た湾内の流動の支配的な要因も、データ ことです。また、これまでわからなかっ

システム完成後も 連用化に向け挑戦は続く

の高精度化に、この手法が使えるのでは ていたリアルタイム予測・予報システム か。井上グループ長が数年前からつくっ 同化手法の研究に着手していたのだと 精緻な漂流予測を可能にする沿岸海域の ないかと請われたのが始まり。 流動シミュレーションのために、データ 松崎主任研究官はもともと、流出油の

らこそ、チャレンジし甲斐がありますね 析に進みたいと思っています。難しいか 2018年度中にはできるようになる予 解してもらうこと。とにかく説明が難し のようなシステムに思えたんです。とこ 定。そこからさらに、リアルタイム予測 いんですよ(苦笑)。データ同化自体は、 るのは、この研究がなぜ必要なのかを理 も多々あって、一つひとつクリアするのが 実際に手を動かさないとわからない部分 踏まなきゃいけないステップがあった。 ろが、そこに行き着くまでには、いろいろ に向いているデータはどれかといった解 大変でした。でも実は、一番苦労してい 「概念的には簡単だし、最初はすごく夢

中班林田田

の地点(▲)と

フェリー会社の協力で実現!

湾口の流れと水質を連続観測

港空研では、東京湾で2003年、伊勢湾で2008年から

それぞれ東京湾フェリー、伊勢湾フェリーの協力を得て

湾口流動観測を続けています。

その現場を見せていただこうと、



かなや丸 各種観測機器の設置図

GPS インターネット サーバー かなや丸 ポンプ 取水口





計測するものです。
計測するものです。

いのスペースを占める機器群が。
にれは水質測定装置。フェリー船
これは水質測定装置。フェリー船
にから海水を取水し、水温・塩分・クロロフィルa(※)の3項目を

観測開始当時からみると、さまでまな入れ替えが行われてきたという機器。これ、設置場所を提供していただいているだけではありすべて乗組員のみなさんのご協力で。そればかりか、水漏れなどのトラブルを見つけて応急処置していただくこともあるといいます。また、船底中央部には超音波ドップラー式流速計(ADCP)が設置されているのですが、なんとこの取り付けのためには、船底に穴の取り付けのためには、船底に穴の取り付けのためには、船底に穴

※ほとんどの植物に含まれる緑色色素(葉緑素)。水域ではその濃度は植物プランクトンの量を示す。

を開けさせていただいたのだと

なや丸」に設置されています。

にご案内いただき、いざ停泊中の

取締役海務部長の佐藤則仁さん

湾フェリー。計測機器は、2隻就航房総の金谷港を約40分で結ぶ東京

しているフェリーのうち1隻「か

産試験場から水温を測定させてほ から」と、納得していただいてい てるならいいなと考えています」 研究内容の詳細まではわかりませ だけ協力しようというスタンス。 付けていたんですよ。企業とし 様のご協力をいただいています。 驚くばかり。これらすべてがボラ か。よく快諾が得られたものだと も「社会貢献の一つになることだ と佐藤さん。乗組員のみなさんに しいと依頼があって、機械も取り んが、世の中の将来のために役立 ンティア。伊勢湾フェリーにも同 「港空研からのお話の前にも、水 公的な研究についてはできる

東京湾フェリー株式会社

じゃないかと期待して 測できるようになるん われましたが、いつか予 なか実現は難しいと言

その意義や展望について、 15年以上続けられているフェリー 研究者に取材しました。 による湾口流動観測。 から、線 港空研

東京湾湾口部は深いところで水深 流れの流速を測ります。測定域の 物質に反射させ、跳ね返ってきた ロロフィルaは、船底からの取水 約150m。断面的な計測が可能 音の位相の変化をとらえて海中の のです。一方、船底に取り付けた 面の海水の性質がわかるというも 測。つまり走っているところの表 なので、水深約3mのところの計 置で測定している水温・塩分・ク まで調べているのです。 なっているかを約150mの深さ で、水深4mごとの流速がどう て海中のプランクトンなど小さな ADCPは、装置から音波を出し フェリーに設置した水質測定装

きて、どの部分から内湾の水が出 かるわけです」(大倉研究官 ていくのか、海水交換の傾向がわ 口のどの部分から外洋水が入って 「断面的な流れを見ることで、

めて固定していた(設置していた) のだとか。それだと計測できるの て走れるようになったことで、連 ADCPができて、船に直接付け み。いわば〝点〞のデータです。 したい場所に、そのつど機材を沈 ADCPがなかった時代、観測 ある日のある時間帯の流速の



よ。それができるようになったと 初めて、周期曲線が描けるんです 潮汐を測っているわけですが、細 ろです」(井上グループ長) いうのが、この観測のすごいとこ かい時間間隔のデータが得られて 的なデータがとれる。基本的には 日何回も往復してもらえて、連続 けさせていただくと、自動的に んからね。商用フェリーに取り付 計測することは、普通はできませ 続的な計測が可能に。 「ただ、それでも毎日船を出して

うになればいいな、と。お客さん

入って来るタイミングがわかるよ れば、クジラやイルカが湾口に

「港空研にリクエストがあるとす

がないこともあり、なか

ね。クジラやイルカのデータ自体 を呼ぶ格好の材料になりますから

解き明かすために 海水交換の謎を

流れによって湾奥に運ばれるとい 測データからとらえられないもの た魚介の卵や幼生が、外洋からの かと、現在も挑戦が続いています。 といった現象も、このフェリーの観 の蛇行で突発的に水が入って来る 「水産のほうでは、湾口で生まれ 台風などの気象イベントや、黒潮

でいる貧酸素という問題にも効い ことで、それが明らかに入って来 えられません」(井上グループ長) た現象は、こうして連続して観測 です。年に何回あるかどうかといっ てくる、とても重要なテーマの一つ う話もある。われわれが取り組ん た水、または出て行った水である いいますが、データをとり続ける しているところでないと、絶対とら フェリー観測でもまだ難しいと

索中です」(大倉研究官) のか明らかにしたい。表層の水質 その部分の水質がどうなっている とADCPのデータを組み合わせ し深いところを流れるんですよ。 塩分濃度が高く重いので、もう少 ですが、外洋から入って来る水は 水については水質測定でわかるの 程度予測できないかというので、 後は入って来る水の水質まである とわかるようになるのが目標。 て、なんとか推定できないかと模 いま研究しているところ。表層の 「流速などを測るだけでなく、今

ど、新しい挑戦も始まっています。 自に仮説を立てて検証を始めるな データに着目し、大倉研究官が独 の中にときどき見つかる異質な また、音波の跳ね返りのデータ

継続して湾口観測を 蓄積が何より重要ー

流速データとして保存されます。 置されたパソコンで処理されて、 生データはリアルタイムで船に設 フェリーで観測したADCPの

じて港空研のパソコンに 夕は、携帯電話回線を通 のパソコンに溜まるデー 現在のシステムでは、こ 常に転送されている状態。

ものの発達も、研究の後押しとな なると大ごと。社会インフラその さまざまな処理を経て、きちんと りノイズをカットしたりといった フェリーは至近ですが、伊勢湾と に通っていたそうです。東京湾 自らデータを受け取りにフェリー 1回ないし3カ月に1回、研究者 う仕組みです」(井上グループ長) したデータとして蓄積されるとい 「その後、船の速度を引き算した 携帯電話が発達する以前は、月

要な分野。ご協力に感謝 ていきたいですね」(井上 観測を続け、成果を出し 査というものが本当に重 積がものを言います。継続する調 普段からの積み重ね、データの蓄 しながら、湾口フェリー 「大きなイベントが少ないぶん、 りました。

大倉翔太 研究官

神奈川県水産技術センター ×港空研

「江戸前」の魚を食卓に! 連携して資源回復に取り組む

「江戸前」という言葉があるように、東京湾はもともと沿岸漁業が盛んな海。

高度成長期の水質悪化などにより漁獲量は激減しましたが、

現在も漁業は続いており、湾内漁業の重要性は変わりません。

東京湾の漁獲量や魚種の変遷などを長年にわたり調査し

対策の検討を続けている神奈川県水産技術センターを訪問。

強化が期待される協力関係や、今後の東京湾環境研究の展望について、

意見を交わしていただきました。



井上 水の流れや水質が魚類に与える

情報交換を続けてきました。

くらい前から、年に何度か懇談の場を設

影響を検討するうえでの元データとなる

ような情報を、

港空研から提供できれば

化や、水の流れの問題も。こういったこ だと思っています。そのなかには貧酸素 も獲りすぎだけではなく、複合的なもの

とが得意な研究機関との連携が必要だと

いうことで、港空研のみなさんとは3年

う。それはなぜなのか。原因は、

必ずし

ているのがわかっているのに、成長が遅

商品サイズまで育たず死んでしま

ニタリング調査で幼生はけっこう分布し

復すると思っていたんですよ。ところが

当初、

資源管理をうまくやれば回

いっこうに増えてこない。われわれのモ

ラギ、アカガイ、トリガイといった、江 ていただいています。 力関係ができればと思って、お話をさせ 研究に生かすことができる。そういう協 をいただくことで、こちらも自分たちの として出てくる生物の動態といった情報 いいかなと考えていて。逆に、その結果

とくに干潟はかつての8分の1になって 以浅の浅場が極端に少なくなったこと。 な変化は、埋め立てによって干潟や5m て違うと思いますが、東京湾の一番大き しまった。干潟に生息するハマグリ、タイ 漁獲が減った理由は生物によっ その複雑な要因に挑む 激減し、回復しない水産資源

岡部

大きく低迷しているのはシャ

とアナゴ。とくにシャコは、東京湾では

2006年から断続的に禁漁が続いてい

態ではないでしょうか。 くいかず、ますます環境が悪くなってし アサリもそう。埋め立て地の拡大に比例 まう。そこからなかなか抜け出せない状 量に湧くプランクトン。そのプランクト ら栄養のある水が流れてくることで、大 は、非常に少なくなってしまいました。 戸前の寿司ネタの代表格だった二枚目 ンを食べる貝が減ると水の浄化がうま して減っている傾向にあります。陸上か

調査の中でも明らかになってきたそう いった餌生物の減少という 物も減ってしまうんです。モニタリング 仲間など、重要な水産資源の餌になる牛 棲んでいる小さなエビやカニやハゼの 分が縮小されてくる。そうすると、底に て栄養塩の流入が減り、水はきれいに いう基礎生産があったのですが、その部 れを食べる動物プランクトンも湧くと が入ると植物プランクトンが湧いて、そ 苔の養殖業者は苦しんでいます。栄養塩 ことが全国で起きていて、東京湾でも海 になり海苔の育ちが悪くなったという なっている。でも、その影響で栄養不足 岡部 一方では水質の総量規制によっ

回復しない要因の のも、水産上有用種が

要はバランスだと はわからない。 とがいいのか 入を増やすこ え、栄養塩の流 れます。とはい 一つだと考えら

秋元 栄養塩は陸からだ 思うんですよね。

> きます。その溶 出は水温の高 ドロから溶出して い夏場に速度 けでなく、海底のへ

素が非常にキツ いで夏場に貧酸 を増す。そのせ

くなっている。だか ら、陸から流入する水 はきれいになっても環境は

井上 下水処理場の管理運転というこ やっていかないと。 不確定です。本当に、試行錯誤しながら すが、多年にわたってどうかまではまだ 増加、二枚貝の生育も進むだろうと出ま 海苔は成長がよくなりプランクトンも 上の予測では、ある程度効果が見込め、 出ないかはまだ誰にもわからない。計算 始まっていますが、夏場にその悪影響が とで、冬場に少し規制をゆるめる試みが 数も、青潮や赤潮についても横ばいです。 なかなか改善しません。貧酸素の発生回

るとよいということははっきりわかっ 秋元 生物のためには干潟や浅場を告 ているのですが、東京湾などはとく に、港湾としての利活用も重要で すから。復元できるような場所 があるのか?というのが一 番の問題です。

などで出るので大量にあります。研 に、ヘドロっぽい土は航路浚渫 題も。きれいな砂は高価。逆 イドから考えると材料の問 井上 さらに、われわれサ

究レベルでは浚渫土の再利用も検討し

ていますが、実際に東京湾の奥に何 ヘクタール分もの土を用意しよ うとなると、少なくともいま の技術レベルではコスト面 で見合わない。

水産の世界だけでは太刀打ちでき たところと組んでやっていければなと。 ら、港空研や国総研、環境研(※)といっ をプラットフォームに上げていきなが 改善が効くんじゃないかといったこと 日々の研究のなかで、こういった環境の が動き出そうとしています。われわれも とについても、実際に国のプロジェクト マコガレイの産卵場の再生という。 トフォームができている。例えば ジェクトがあって、既にプラッ

測データを見ながら、そういったところ

を解明できたらいいなと思っています。

東京湾の貧酸素水塊は何十年も

置網に入った魚を給食で 思うんですよ。例えば、定 んが東京湾の魚を知らな が広報活動。住民のみなさ い! これは大問題だと 必要だと考えているの ませんから。あと、それとは別

てくれるのが近道なんじゃないかな。 の魚っておいしいんだ!」と思っ れを食べた子どもたちが「地元

出してもらうなどして、そ

まだわからないことばかり 筋縄ではいかない貧酸素化

い状態が続いてしまう。外洋から入って が入ってこない限り水が循環されず、汚 大倉 東京湾に関していえば、外から水

> わかりやすいということで観測してい 口の部分が細くなっていて海水交換が 運ばれると、循環が進んで交換され、 波及してきた水によって湾奥まで水が けです。とくに交換されにくい時期は夏 くることで、海水の入れ替えがされるわ だ未知な部分が多いので、蓄積された観 ていて、ものすごく複雑な状況。まだま るわけですが、流れの層が何層にもなっ と冬。で、黒潮のような大きな流れから い状態から抜け出すことができます。湾

していえば、東京湾再生プロ

岡部 それでも東京湾に関

水塊がどんなふうになっているかに 注目しています。やっぱり 埋め立てられている場

川では、より岸に近いところの貧酸素 前から問題になっていて。なかでも神奈

所、京浜運河や横浜 貧酸素水塊が一回で 港の中では、 も全然だめですね。 入ってきたとして 湾口から沖の水が に水が動かない。 本当

データの見方について、港空研にアドバ そこから導き出せればと考えています。 緩和策のうちどれが一番効果的なのか、 る貧酸素水塊の動態を調べるため、海底 の根岸湾という小さな湾で、夏に見られ 水質観測をしているところ。考え得る に計測機器を入れるなどして連続的な い状態が続いてしまう。いま横浜 か混ざらなくて、ずっと悪 きてしまうと、なかな

ら水が入っている感じがリー観測のデータとつきあわせて、沖か大倉 港空研でとっている湾口フェ

イスをいただくことも。

んですけどね。 いるくら いなとをお伝えして

西部 でかをどう でかをどう

というディスカッとめられるか、

ションの段階。ようや

ていたところですね。漁 業者にしてみれば、貧酸素水塊が来ると 無が死んじゃうわけ。でも泳げる魚は避 けるので、逆に水塊の縁辺が漁場になる けるので、逆に水塊の縁辺が漁場になる にともある。だから、できれば貧酸素の でとが、われわれ水産サイドのやるべき にすリングをきっちりやって、できるだ けリアルタイムに情報を提供していく にす。漁業者の期待は非常に大きいです。 大上 現在われわれが取り組んでいる データ同化にとっても、草野さんたちの が関連でするでも、草野さんたちの が関連でするでも、草野さんたちの が関連でする。 は が死んですよ。

必要だと感じます。

あどうしたらいいのかという議論が今はならないでしょう。それも含め、じゃ元に戻ってしまうので、根本的な解決に面積ですから。仮にやっても数年後にはない。覆砂するにしても、本当に広大ない。覆砂するにしても、本当に広大な

秋元 食物連鎖というか、環境全部やくわかってきたところで……。も、資源管理手法の開発だけではまったも、資源管理手法の開発だけではまった

で考えていかないと。かなか増えないという面があがなか増えないという面があだけ獲らない努力をしてもなが関連していますから、その魚種が関連していますから、その魚種

岡部 伊勢・三河湾、大阪 湾、瀬戸内海と、日本では内 湾、瀬戸内海と、日本では内 湾の多くの漁場で同じことが起 すし、シャコやアナゴがいなくなってき すし、シャコやアナゴがいなくなってき すし、シャコやアナゴがいなくなってき ないるのもそう。原因の一つには先ほど も言ったように総量規制による栄養塩 も言ったように総量規制による栄養塩 を思いますが、まだわからないよう、いろ の流入負荷の低減があるんじゃないか と思いますが、まだわからないよう、いろ からな専門家と意見交換していきたい。 外部との連携というのが、いま、すごく



山崎 私はとくにトラフグに重点をおいて、産卵場や稚魚の育成場の解明といった研究に取り組んでいましたが、かうましたが、東京湾のトラフグは年々なりましたが、東京湾のトラフグは年々ながましたが、東京湾のトラフグは年をお前からいるのはわかっていましたが、かった。トラフグ漁が始まって20年弱く



繁殖をする可能性も見えてきました。では、放流した稚魚が育って海で産卵、ら稚魚の放流をするようになって。最近産技術センターとしても、15年ほど前からいでしょうか。それをきっかけに、水

一門部 漁業界のためにわれわれの存在 はあるといってもいいかを提案し始めているところですね。私の担当でいえば、シャ るところですね。私の担当でいえば、シャ るところですね。私の担当でいえば、シャ すが、西日本の好漁場の漁獲量が減るなか、東京湾のタチウオがなくならないよ はあるといってもいいかを提案し始めてい 温獲量が上がっている。いまはいいので 温獲量が上がっている。いまはいいので はあるといってもいいかを提案し始めてい なが、西日本の好漁場の漁獲量が減るな か、東京湾のタチウオがなくならないよ すが、西日本の好漁場の漁獲量が減るな か、東京湾のも僕らの仕事の一義です。ト

必要があるのかなと思っています。問題も視野に入れつつ、取り組んでいくうのが水産技術センターの仕事。環境のの糧になるところまで持って行くかといで、そこでの個体群を維持し、みなさんで、そこでの個体群を維持し、みなさん

山崎 漁業者も仲買の人も、なるべく 安定して獲りたいというのと、いつまでもずっと獲りたいというのが最大の関心事。なので、自主的に小さいものは放流事。なので、自主的に小さいものは放流するというを獲っているのは漁業者だけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどけでなく遊漁船もあるわけで、そこをどう管理したらいいのか。そういったことも漁業者や遊漁船から求められている課題ですね。ヒラメやマダイなどは漁の歴史が長いぶん、これまでいるいるは、なるべく

岡部 資源管理をこうやりましょうと して納得してくれないとうまく回りま として納得してくれないとうまく回りま として納得してくれないとうまく回りま いう事例を、一つでも多くつくりたいで かれわれがどんな絵を描いても、オペ

山崎 情報交換をしたり協力関係を築山崎 情報交換をしたり協力関係を築がないというのが現状で。トラフグでいがないというのが現状で。トラフグでいがないというのが現状で。トラフグでいがないというのが現状で。トラフグでいがないというのが現状で。トラフグでいがないというのが現状で。トラフグでいがながないというのが現状で。トラフグでいる。

みなさんの情

ぞれの集まりに顔を出して、ぜひ ない。県内に限っていえば、それ いきませんけどね。 にあるので、なかなか簡単には 組織化をと提案しているところ です。同じ資源を利用する立場

も、いまのところ協力関係はまったく

するには時間がかかるんです。漁業者の 取り組みは、水産試験場がアドバイスし 理を湾全体でやっていこうという 携がとれていくはず。これからだと思い 納得が得られるようになれば、うまく連 ながらやっても10年以上かかった。浸透 シャコやアナゴも、資源管

さらなる協力、連携を 東京湾の環境改善のために

系のバランスみたいな 的な知見をもとに、適した提案をしてい くというのがまず一つ。一方で、生態 空研としては、そういったところで科学 場の造成という話になってくるので、港 的な観点ではインフラ整備とか干潟・浅 井上 今後の展開を考えると、国交省

報をもとに 量的に示す うな形で定 ションのよ シミュレー

できることかな が、われわれに ということ

ものに対しては、

岡部 さっき話した、マコガレイの産

というふうに思っ ています。例え ば、二枚貝の タとして活 能力をしっ 優れた浄化 かりフィル

けで、そういった貝も有効活用できれば シオフキガイなんかもたくさんいるわ り目がいきがちですが、実際はすぐ横に としては出るわけですよ。アサリにばか 報をどんどん出していきたいと思いま ヒントになるかもしれない。そういう情 水質浄化や生態系のバランスを整える つ底質はよくなるというのは計算結果 年続ければ、確かに少しず

はほとんどない。横浜市金沢区の海の公 り難しくて、神奈川県側では人工の海浜 るのが一番効果的です。でもそれはやは 源量に比例しますから、干潟や浅場を造 ないという問題があって。浄化能力は資 園は、代表的な成功例と言えます。 かつてのような資源量は確保でき 延長1㎞弱、海浜幅が約90mほど それでもやっぱり生息場所がな しかない砂浜で、大量のアサリが

散するんです。場所さえ造れば増 の間に湾内にかなり広範囲に分 週間くらい浮遊しているので、そ 自然に獲れる。アサリの幼生は2

えると思うのですが……。

仕事の成果の一つの形かなと思っていま み重なっていくというのが、われわれの もそう。多くの魚種でそういう事例が積 すごく注目しているんです。アサリの話 になった事例。これが今後どうなるか、 つきとめて国のプロジェクトが動くよう 卵場がどういう性状だったらいいのかを

埋められるような仕事をしていきたい。 もズレがあります。そういうギャップを 場の漁師さんたちの感覚には、どうして 草野 観測して解析して、情報を出して いく。そのなかで、自分の直感や考えと現

いったことを数十

後で漁獲すると

その



難しいですが、少しずつ進めているとこ

非常にありがたいですね。 研とお互いにリンクして仕事ができると 例えば生物が棲みやすい護岸の改良と とについても、利活用の問題があるので 源を有効活用できるような手法を考え すから、少しでも被害を少なくして、 論するためのデータを揃えるのが、一番 変化して現状はこうなっていますよとい ずきちんと調べる。概念的な話ではなく は、東京湾の中がどうなっているかをま 秋元 水産技術センターの役割として か……。そういったことについて、港空 いっぺんには難しいけどできる範囲で 初めの仕事なのかなと思っています。 うふうに。一般の方を含めてみんなで議 とは、漁業振興という大きな柱がありま データに基づいて、昔はこうだったけど 環境をどう修復していくかというこ

測ブイがあれば、いろんなことがわかる やりたいな。伊勢湾口にあるような、 と思うんですが……。 直に底まで下りて上がって来るような観 グポストをいくつか立てて、連続観測が 例えば東京湾の中にモニタリン 鉛

出せない場合もあるので、どれだけデー で、10年分くらいないと研究成果として ということ。あと、観測データは蓄積が命 ながるんじゃないかと思っています。 設置の必要性が認められたり、一般の方 究成果として発表することで、観測ブイ 夕が蓄積できるか、ですね。しっかり研 は、何を観測しているか理解されにくい に知ってもらえたりといったことにもつ 大倉 研究者として課題だと感じるの



昨年12月11日、福岡(博多)で「第6回日韓沿岸技術 研究ワークショップ」が開催されました。この合同ワーク ショップは、港空研と、韓国海洋科学技術院 (KIOST)、 沿岸技術研究センター (CDIT)、みなと総合研究財団 (WAVE) による4者共催によるもので、2013年から年に 一回、韓国と日本で交互に開催。6回目となる今回は、 一昨年KIOSTが釜山に移転したことを考慮し、初の博多 での開催となりました。

ワークショップには、KIOSTからKIM. WOONG-SEO (金雄西) 院長をはじめ、港空研の客員研究員でもある AHN, HEE DO (安熙道) 顧問、KANG, HYUN-JOO (康 鉉珠)国際協力部長など計14名が参加。日本からはCDIT の高橋重雄理事長、WAVEの山縣宣彦理事長、港空研か らは栗山善昭所長 (開会式のみ)、各組織のメンバーに加 え、橋本典明九州大学教授、中川康之九州大学教授など 一般からの参加もあり、全部で約50名が参加されました。

会議ではWAVEの細川恭史顧問による基調講演をはじ め、LEE. KWANG-SOO (李光守) 責任研究員の特別講 演、さらに沿岸防災、沿岸管理、沿岸環境、技術開発の 4つのテーマに関しての研究発表が行われ、各分野の研 究成果について活発な意見交換が行われました。

また、ワークショップの前日には関門海峡と響灘洋上 風力発電施設の見学会を実施。関門海峡では、高台にあ る火の山公園から関門航路を航行する船舶の状況などを 見学しました。響灘洋上風力発電施設では電源開発株式 会社 (J-POWER) の協力により若松総合事務所を訪問 し、風力発電施設や銅スラグを用いた消波ブロックにつ いての説明をしていただくなど有意義な見学会となりま した。

このワークショップは今年も開催され、韓国の済州島 または釜山にて行われる予定です。

第6回日韓沿岸技術研究ワークショップ

2018年12月11日(火)

福岡 (TKP ガーデンシティ PREMIUM 博 多駅前)

港空研研究者発表内容

鶴田修己研究官「沿岸防災」、伴野雅之主任 研究官「沿岸管理」、茂木博匡研究官「沿岸 環境」について発表しました。



ワークショップに参加したメンバー

海象情報研究グループの研究官らが土木学会「海岸工学論文賞」を受賞

2018年11月、港空研の海洋情報・津波研究領域 海象情報研 究グループ 藤木 峻研究官らが、「2018年度 土木学会 海岸工学 論文賞」を受賞しました。「海岸工学論文賞」は、海岸工学論文 集に掲載され、海岸工学講演会で講演を行った論文の中から選 ばれるもので、海岸工学における学術、技術の発展に役立ち、 独創性や将来性に富むものと認められた論文に贈られています。

藤木 峻研究官のコメント

一論文の内容について教えてください。

台風の接近に伴う高波において、これまで定量評価が困難 だった二方向から同時に到来する波浪の評価手法を提案しまし た。この手法により、それぞれの方角から高さ何メートルの波 浪が来ているのかを把握することができます。将来的には防波 堤の規模や配置を、より現実に即した形で設計できるようにな ると考えています。論文は土木学会の海岸工学論文集に投稿し たもので、論文としての完成度や実用的にも有用な手法の提案 を評価されて今回の賞をいただきました。

一受賞の感想をお聞かせください。

多くの人に助言をいただきながら地道に進めてきた研究です ので、これまで支援してくださった方々に感謝したいです。今 回提案した手法によって、これまで解析が難しかった現象の理 解が進むと考えています。これから多くの人に使ってもらえる 手法となるように、さらに研究を進めていきたいです。

受賞論文:「混合分布モデルを用いた波浪方向スペクトル Partitioningに関する研究」

論文著者:藤木峻(港湾空港技術研究所)、森信人(京都大学防 災研究所)、川口浩二 (港湾空港技術研究所)、末廣 文一 (港湾空港技術研究所)



左から京都大学防災研究所 森教授、港空研 藤木研究官、 川口グループ長

基礎工研究グループ 中村圭太研究官が地盤工学会「国際会議若手優秀論文賞」を受賞



港空研の地盤研究領域 基礎工研究グループの 中村圭太研究官(論文執 筆当時 横浜国立大学) が、地盤工学会の「平成 29年度 国際会議若手優 秀論文賞」を受賞しまし た。この賞は、国際地盤 工学会議およびアジア地 域会議に採択された論文 のうち、若手会員を第一

著者とする優秀論文を表彰するものです。

中村圭太研究官のコメント

―論文・研究の内容について教えてください。

ガソリン、灯油など水に溶けない液体は非水溶性流体 (NAPL) といわれ、地下水や土壌汚染の原因になっています。 この論文では、こうした汚染を効率的に改善するために地盤内

のNAPLの浸透現象を高い精度でシミュレートし、汚染の広が り方の予測や、浄化対策をより効果的に検証する方法について 研究しています。既存の方法の問題点を克服し、土壌内の水と NAPLと空気の3つの相互作用を正確に評価・検証することがで きるということが、今回の受賞に結びついた大きな成果だと思 います。

――受賞の感想をお聞かせください。

この研究は、私が大学4年で研究室に配属された時に初めて 取り組んだ研究内容で、とても思い入れのあるテーマです。こ のような形で研究成果を認めていただけたのは大変嬉しく思い ます。この研究をさらに発展させることはもちろん、今現在取 り組んでいる他の研究テーマ(大変形解析、不飽和土質力学) も評価されるよう頑張っていきたいと思います。

受賞論文:「Simulation of water-NAPL-air three-phase flow in porous media based on a generalized characteristic curve model



環境DNA技術とは?

すべての生物は遺伝情報を含むDNAをもっています。遺伝情報を調べることによって、生物の種や血縁関係などを知ることができます。水や土などの中にはさまざまな生物の細胞(あるいは生物そのもの)が含まれており、同時にDNAも存在しています。この水や土などの中に存在するDNAが「環境DNA」と呼ばれているものです。これを水や土などの中から取り出して分析することによって、どのような生物のDNAが含まれているのかを知ることができます。これが「大阪の大阪では、を域、水域のさまざまな生態系で生物を見つけるために利用されてきています。しかし、まだ新しい技術なので、港湾・空港の分野では環境DNA技術という言葉を耳にしたことがあっても、どのような技術なのかを具体的にイメージできる方は少ないかもしれませ

ん。われわれの研究グループでは、どういった魚たちが港湾の環境を利用しているのかを調べるために導入 しています。

環境DNA技術は、

- 実際に生物を捕まえなくてもよい(生き物にやさしい)高い専門性や経験は必要としない (簡便である)
- などの点でこれまでのDNAを活用した技術と比べて利点があります。しかし、環境DNA技術はまだまだ発展の段階であり、課題を抱えています。例えば、自然界で環境DNAがどのように移動したり、分解されたりするのかといったことについては未知の部分が多いのです。環境DNAによって得られた結果が本当に正しいかどうかについて確かめる時には、採取場所の周辺環境についての情報や対象となる生物の情報などを十分に収集したうえで注意深く行う必要があります。

現場での採水の様子

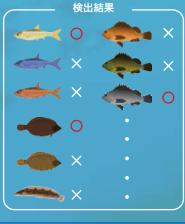






採水からデータ取得までの流れ







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: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。