



音が ひらく、 未来。

教会の鐘や出港する船の汽笛、
路面電車のガタンゴトンという音。
円形劇場に例えられるすり鉢状をした
長崎の街にはさまざまな音が響き渡り、
長崎特有の音風景を創り出しています。
そもそも「音」は、物体の振動によって生じる
空気などの揺らぎのこと。
その中には私たちの耳に聞こえる音だけでなく、
超音波や超低周波音なども含まれます。
水産、医療、工学、情報科学などの
幅広い分野で活用されている音には、
どのような力が秘められているのでしょうか。
最新の研究とともにご紹介します。

魚の鳴き声に秘められた 繁殖行動のメカニズム

鳴き声の録音には水中マイクや防水デジタルカメラ、GoProカメラなど、一般的に手に入りやすい機器を使用しています。研究コストを抑えられる点でも有効です。



海洋未来イノベーション機構 天谷 貴史 助教

音(鳴き声)を出す魚は、現在判明しているものだけでなんと約1000種。一般的には知られていませんが、専門家の間では知られている現象です。魚は、人のように口や声帯から声を出しておらず、鰾や音を出すための筋肉(発音筋)を使って音を出しています。魚の生態を研究している天谷助教は、長崎でも水揚げされる高級魚の一つ「メバル」の求愛行動に、オスの“尿”と“鳴き声”が関係していることを、世界で初めて明らかにしました。奇想天外なこの行動には、どのような意味や目的があるのでしょうか。

「オスがメスに求愛する時、メスの鼻先で尿を放出します。この行動に関する実証実験を行う中で、オスが事前に鳴き声を発することが判明しました。まず、鳴き声を出し、大丈夫だと確認ができたら尿を放出する。つまり鳴き声には、

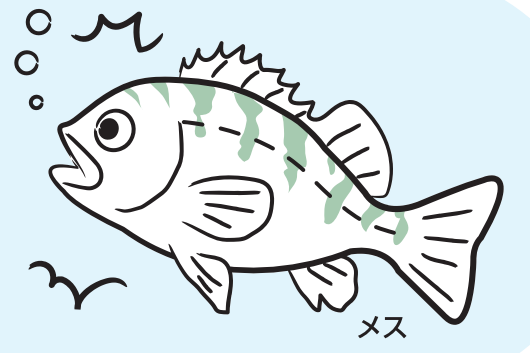
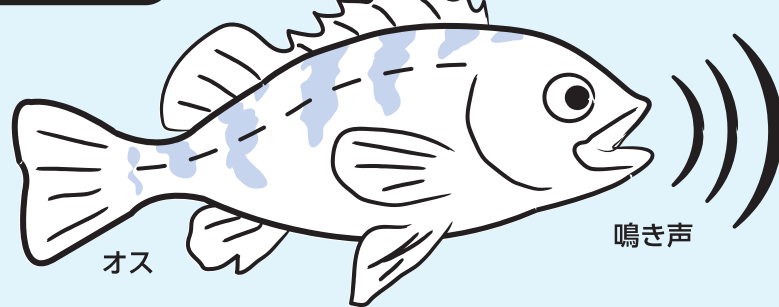
メスが驚いて逃げてしまわないよう、事前にアピールをする目的があるのです」。

天谷助教はメバルのほかに、ハタ類の求愛行動に関する研究も進めています。「ハタは求愛行動や縄張り争いの際に音を発することがあります。求愛時はどのような音を出すのか、オス同士がけんかする時に出す音とは異なるのか、産卵場に水中マイクをセットして

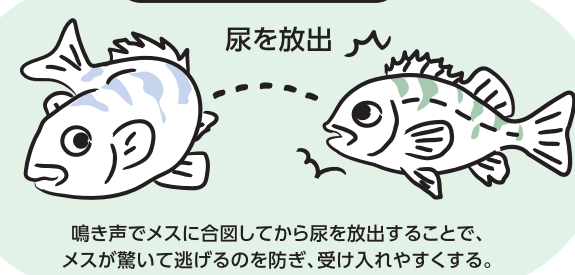
調べています」。

こうした研究は魚の生態解明だけでなく、社会課題の解決にも貢献する可能性があります。例えば、養殖業界で深刻化している人材不足において、鳴き声の研究が課題解決につながるのではないかと天谷助教は考えています。「養殖現場では魚の産卵時期など、熟練のスタッフが経験をもとに見極めるケースが少なくありません。養殖場では

① 鳴き声でアピール



② 尿を放出し誘引



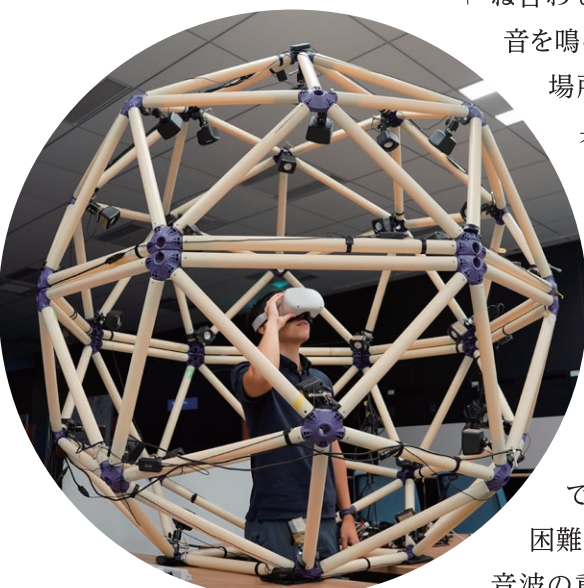
超音波が炎症を抑えるのはなぜか。研究室に在籍している大学院生が実験に何度もトライしてくれた結果、メカニズムを解明することができました。



進化し続ける音響技術 感動を高める音体験を目指して

情報データ科学部 堤 公孝 准教授

堤准教授の研究室を訪ねると、一直線に並んだ32台のスピーカーが迎えてくれました。モニターに表示された犬や鳥の鳴き声が、スピーカーから再生されると、音がすぐ目の前で聞こえたか



球体の実験装置は、幼児用のジャングルジムを転用して自作。VRヘッドセットを付けた状態で、球体の中央に立つことで、360度の映像と音が再現でき、現実に近い没入感を体験できる実験に取り組んでいます。

と思えば、次の瞬間には遠くへ移動したかのように感じられます。この奥行きのある音空間を生み出しているのが「スピーカーアレイ」と呼ばれる装置です。複数のスピーカーから出る音を重ね合わせることで、リスナーの耳元で音を鳴らすなど、実際には存在しない場所に音源があるかのような効果を作り出します。

「近年、映画館を中心に“IMAX”などの立体音響システムが普及してきました。これらは主に音量を制御することで音源の位置を動かすサラウンド技術をベースとしています。サラウンドでは奥行き方向の音源移動が困難です。一方、我々の研究室では、音波の重ね合わせを利用した立体音響技術を研究しています。複数のスピーカーから出る音波を精密に制御することで、耳元で音が鳴っているように感じさせるなど、仮想的な音源を出現

させることができます。これは単に音量を変えているのではなく、空間内の音波そのものを制御して実現しています」。

通常、1台のスピーカーから出た音はそのまま周囲へ広がります。しかし、複数のスピーカーを用いると、ある場所では音波同士が重なって強くなり、別の場所では音波同士が打ち消し合って弱くなるという現象が起きます。堤研究室では、この性質を利用して、各スピーカーの音の強さや再生のタイミングを精密に調整し、空間全体の音の分布を自在に操っているのです。

現在、堤研究室ではさらに高精度な空間音響の再現を目指した研究を進めています。

「例えば、コンサートホールの映像に対して、オーケストラの演奏を会場特有の豊かな響きとともに再現するといったように、立体映像に合わせて立体音響を合成する技術の実現を目指しています」。この研究の応用範囲は

大規模なスピーカーシステムによって、音が空間に浮き上がる現象は感動的です。音響研究の面白さでもあるでしょう。



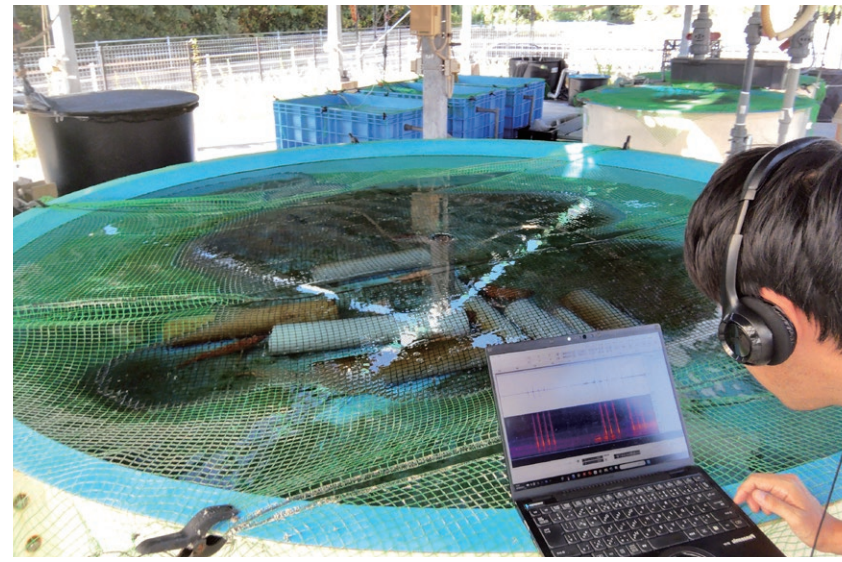
エンターテインメントにとどまりません。「スピーカーアレイの考え方はソナー技術にも応用できます。魚群探知機の性能向上や魚種判別への応用の可能性があり、水産学部の先生方とも議論を進めています」。

音波を自在に操る立体音響技術は、さまざまな分野への展開も期待されています。



32台のスピーカーを並べた実験風景。コントローラーを操作することで、犬や鳥の鳴き声が目の前から背後へ移動するなど、音が空間内で移動する体験ができます。「実験は、理論的な難しさと装置を組む難しさがあります。スピーカーの数が増えてくると、市販の機材では対応できなくなることもあるため、専用の機材を自分たちで取り付けることもあるんですよ」と堤准教授。

ハタを対象に飼育水槽で行われた音響モニタリングの様子。



水温や明るさ、与えるエサの種類や回数などを人間が管理しています。また、魚が季節を感知するタイミングには個体差があるため、産卵を促すホルモン

の投入時期など、長年魚を扱ってきたベテランの経験に頼らざるを得ません。魚を生簀から取り出して調べる方法もありますが、人手がかかりますし魚に与えるダメージも大きいのです。例えば、水中マイクを用いて魚が発する音を検知し、産卵時期を見極めら

れるようになれば、このような課題の解決にもつながるでしょう。将来的には、人の経験や勘を補完するソフトやアプリの開発に発展させたいですね」。

農業や畜産業と比べて難易度が高いとされる水産業のスマート化。魚が発する“音”をヒントにした新技術の開発が待たれます。

生態を知る
((音))



脳と内臓をつなぐ迷走神経 超音波が活性化を促す

医学部 井上 剛 教授

妊婦検診やがん検診など体内を画像化する「超音波エコー」として、医療現場で広く利用されている超音波技術。井上教授は2015年、かつての留学先で超音波によって体内の炎症を抑えられることを発見しました。この発見は新たな治療法の開発につながる可能性を秘めていましたが、当時の技術では超音波がどのように作用してそのような現象が起こるのか、解明できなかったそうです。

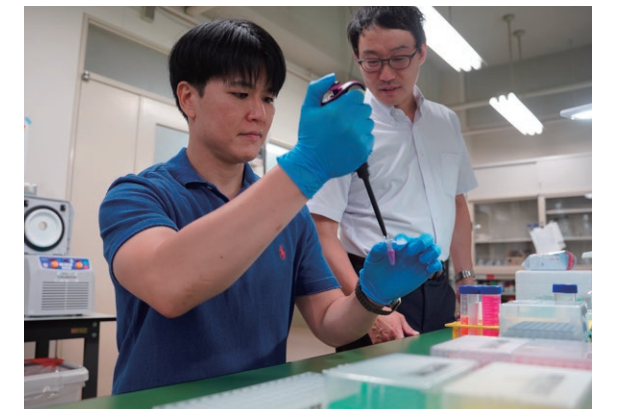
現在、井上教授の研究室は、工学部の古里友宏准教授との共同研究によって、その謎を解き明かそうとしています。マウスを使った実証実験を行い、腹部に超音波を当てることで、体の炎症を抑え

る神経回路である「迷走神経」が活性化される可能性があることが示されたのです。では、迷走神経は体内でどのような働きをするのでしょうか。井上教授にお話を聞きました。

「“脳と内臓をつなぐ”と言われる迷走神経は、自律神経の一つである副交感神経の中心的な役割を担っています。具体的には食後に腸を動かしたり、病気の時に体内の炎症を抑えたり、体の状態を調整する働きをすることが分かっています。従来、迷走神経の刺激に関する研究では、主に電気刺激装置が用いられてきましたが、超音波を利用することによって、より簡単に体への負担が少ない方法を実現できると考えました」。

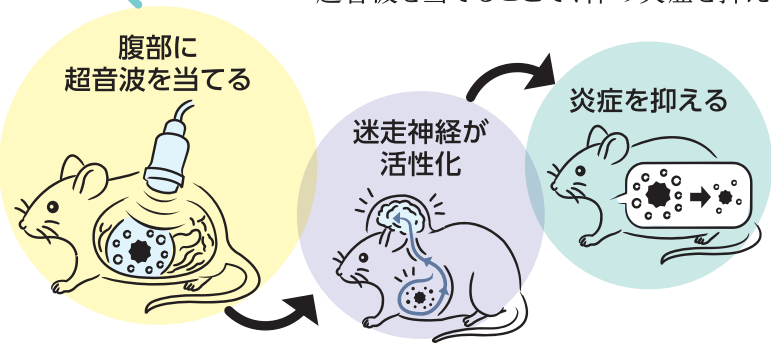
実験の結果、超音波がマウスの腹部の神経を刺激し、その情報が迷走神経を通じて脳に伝わるのが分かりました。さらに、脳からの指令が細菌やウイルスなどの病原体から体を守る免疫系へ働きかけ、炎症を抑えるという一連の仕組みが解明されました。炎症は多くの病気

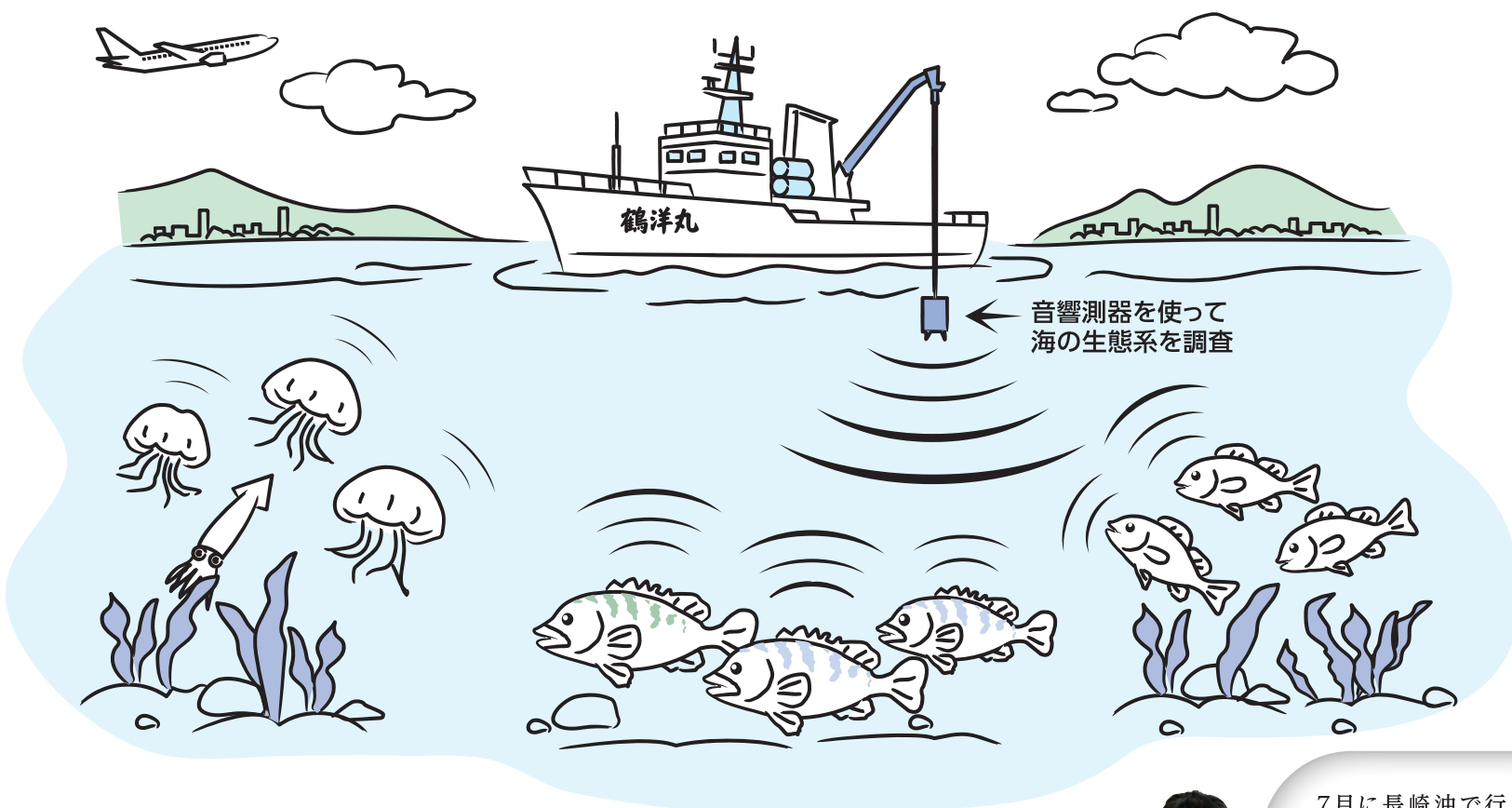
において関与するため、さまざまな疾患に応用できると井上教授は考えています。「ただし、現在は動物実験の段階であり、人体においても同様の効果が得られるかはまだ分かっていません。リウマチやクローン病(腸の炎症性疾患)など、炎症系の疾患で苦しんでいる方々はい多いので、副作用の強い薬に頼らず、超音波で治療できるよう研究を進めていきたいと考えています」と井上教授。将来的には、家庭でも利用できる超音波治療器への応用などを目指しています。



井上教授とともに粘り強く実験に取り組んだ、大学院医歯薬学総合研究科の下山皓太郎さん(手前)。

身体を整える
((音))





魚種が豊富な長崎の海 音波の力で生態系を探る

水産学部 広瀬 美由紀 准教授

音が水中を伝わる速度は、空気中の約4倍。しかも、水中ではすぐに届かなくなる光や電波と違い、音は遠くまで伝わります。この性質を応用しているのが、漁業の現場などで広く普及している魚群探知機やソナー。水中に送信した音波が物体に当たって戻ってくる“反射波（エコー）”で、生物の位置や量を調べる装置です。広瀬准教授の研究室ではこれらの装置（音響測器）を使って、海の生態系に関する研究を行っています。広瀬准教授のお話です。

「例えば、クラゲは魚に比べて跳ね返

す音が弱いのですが、これは多くの魚が鰾という気体の袋を持つ一方で、クラゲにはこうした器官がなく、体の性質も海水に近いからです。そこで私たちは、調べたい生物がどのくらい音を跳ね返すのか、どの音の高さ（周波数）だとより強く跳ね返すのかといった基礎データを集めています。これらのデータを活用し、魚種の分布変化を調べることで温暖化や洋上風力発電の設置などによる環境変化が生態系に及ぼす影響の評価にも取り組んでいます。長崎は魚種が豊富なため、魚種ごとのデータを多く蓄積できます。それも長崎の海の魅力の一つです」。

中でも力を入れている環境評価が大村湾での調査です。大村湾は、海水が入れ替わりにくく、毎年夏に海底付近で“貧酸素水塊”が発生する海域。その実態と生物への影響を調べています。

「貧酸素水塊とは、海水に溶けている酸素が、生物がすみにくくなるほど少なくなった水のかたまりです。大村湾の海底では、ひどい場所では酸素がほぼゼロ近くまで下がります。魚は貧酸素水塊を避けると考えられますが、実際はどうかを、最新の魚群探知機や音響カメラ（暗く濁った水中でも撮影可能な音を使ったカメラ）を使用して調査しています。これまでの調査では、どのくらい酸素が少なくなると魚がいなくなるのか、その値が調査した年によって異なる

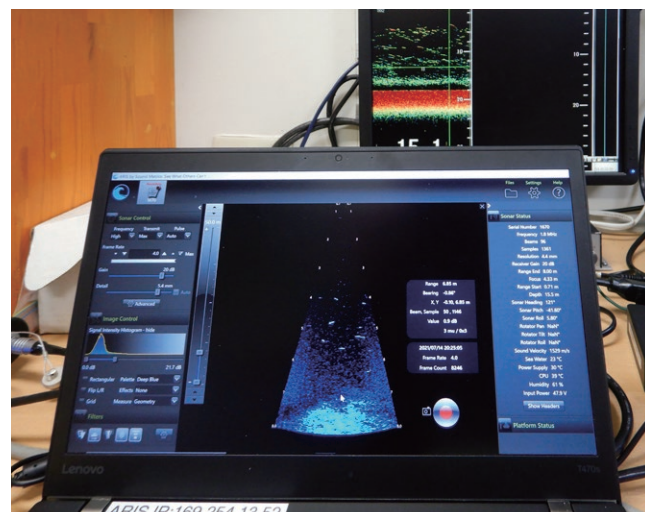
ことがわかってきました。また、貧酸素水塊を出入りする魚もいて、ただ避けているだけではないようです」。

音響測器を使った研究が盛んに行われてきたのは、北欧や北米など魚の種類が少なく、種の判別が比較的容易な高緯度海域です。そのため、従来の魚群探知機では、生物の位置や量を把握できても、種類まで見分けるのは簡単ではなく、長崎のように魚の種類が多い海での活用は難易度が高いといえます。そこで生きてくるのが、広瀬准教授が長崎周辺海域で収集した種ごとのデータです。「地道に収集したデータは、種を見分ける技術の向上につながります。種の判別が容易になれば、これまでは評価が難しかった海域でも、環境変化が生態系に与える影響を捉えられるようになって考えています」。広瀬准教授が積み重ねてきたデータは、音響測器を「魚を探す道具」から「海の環境を測る道具」へと広げようとしています。

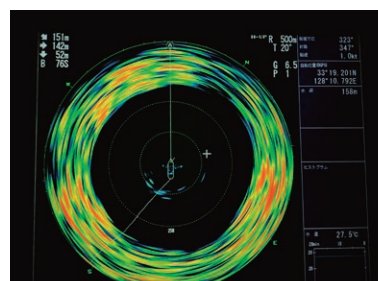


オープンキャンパスでは、研究に使用している最新の音響カメラを実演。水産学部棟前の池の様子を観察しました。

海を探る
音



音響カメラと魚群探知機



周囲の魚探索ソナー

声なき声に耳を傾け インフラの安全を守る

工学部 西川 貴文 教授

地震や台風などの自然災害が多い日本。高度経済成長期に多くの橋が架けられましたが、当時は約50年間の使用を想定して設計されました。現在、それらの橋の老朽化が進み、適切な維持管理の重要性が高まる中、既存の点検手法に加えて、限られた人員と予算で社会インフラを支えることができる技術の開発と導入が求められています。本学で、橋や道路の維持管理技術に関する研究に取り組む西川教授に、「音」を切り口に代表的な点検手法と最新技術について話を伺いました。

「離島や半島が多い長崎県には、1万を超える橋が架けられており、自治体が策定した独自の維持管理計画の下で対策が徹底されてきました。点検時には、外観から内部の状態を確認することが難しい構造物を、壊すことなく検査する方法が用いられています。代表

的な手法の一つが、金属部材や接合部、コンクリートの表面を点検用のハンマーでたたく“打音検査”です。返ってくる音の高さや響き方の違いから、ゆるみやひび割れ、内部の空洞などの異常を見つけます。また、人には聞こえない高い周波数の超音波を構造内部に伝え、跳ね返ってきた波を分析する“超音波探傷試験”も、代表的な非破壊検査技術です。内部の亀裂や溶接部の内部にある微細なひび割れなどの異常の検知に用いられています」。

さらに、近年は点検の高度化や効率化（＝時間と労力の軽減）につながる新技術が注目されていると西川教授は話します。「研究室では、橋の振動から構造物の目には見えない特徴と状態を把握する“構造同定”の研究を行っています。橋に設置したセンサーで振動を計測し、そのデータを分析することで、異



本学が長崎県と連携して実施している「道守養成講座（以下、道守）」は、道路インフラに関わる民間技術者や自治体職員に加えて、身近なインフラの異常を早期に発見できるように一般市民も受講できる講座。地域社会と連携を深めながら、研究と人材育成の両面からインフラの維持管理に貢献しています。写真は、講座を担当する講師陣（工学部の教職員）。

道守養成講座
詳細はこちら



十八親和ホール・長崎創楽堂

広く開かれた音楽ホール
音楽が伝える真の豊かさへ

創楽堂は、文教キャンパスの一角に2012年春に誕生した音楽ホールです。これまで学内のみならず、市民に開かれたホールとして活用されてきました。2025年には、十八親和銀行がネーミングライツ（命名権）を取得。「十八親和ホール・長崎創楽堂」に名称が変わり、これを機に大学と銀行による芸術文化普及の共創事業もスタート。約80人の経営者や学生などが参加したキックオフイベントでは、学長と頭取による対談やミニコンサートなどが行われました。ほかにも、国内外の著名アーティ

ストによる特別演奏会や、学内の教員と地域のアーティストが連携したコンサート、子ども向けのワークショップなど、大学主催の多彩なイベントが開催されています。教育学部の加納教授に創楽堂の魅力を伺いました。

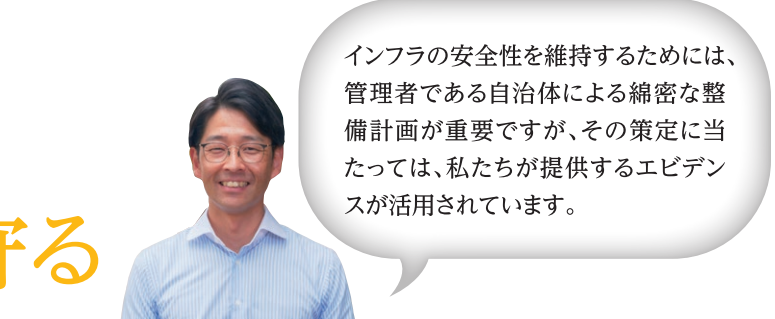
「創楽堂は、音がよりきれいに響くように、反響板（音響効果を高める板）を壁に使用しています。また、演奏者と観客の距離がとても近く、音楽を身近なものとして体感していたと思います。大学の中にある施設として、若い人を育てていく役割もあるでしょう。音楽を通して人と人



今後は、本学が協定を結んでいる海外の大学との交流イベントも予定しています。



教育学部
加納 暁子 教授



インフラの安全性を維持するためには、管理者である自治体による綿密な整備計画が重要ですが、その策定に当たっては、私たちが提供するエビデンスが活用されています。



常の早期発見や原因究明につなげています。このようなセンシング技術を用いることで、遠隔でのモニタリングも可能になります。2011～2012年に行った生月大橋（長崎県平戸市）の損傷原因究明では、この地域特有の風が損傷の要因となったことを明らかにし、その後の恒久対策や維持管理（類似の損傷の再発防止）に生かされました。

橋やトンネル、道路といったインフラは、環境や立地に合わせて設計・建設されており、全く同じ構造物は存在しません。そのため、長く安全に使えるインフラを整備・維持していくためには、長年にわたる経験とその知見の共有が必要です。これからは、データを継続的に収集・管理するとともに、それを扱う人材や技術を次世代へ受け継いでいくことが欠かせません。

社会を守る
音