

JSTnews

未 来 を ひ ら く 科 学 技 術

3

March
2016

FEATURE

01

産学連携が育てる福島の新技術

FEATURE

02

道路や橋を長く安全に保つ



3 FEATURE 01 産学連携が育てる 福島の新技術

8 FEATURE 02 道路や橋を 長く安全に保つ

12 マンガ家 Tori の研究室訪問 歌詞は踊るよ♪

14 NEWS & TOPICS 岩手発「ホタテや鮭の中華まん」 「似合うヘアスタイルがわかるアプリ」 宮城発「わかめで育てた羊肉」

16 さきがける科学人 Vol.47 砂漠の緑化をめざすロープクライマー 草野 都 (筑波大学 生命環境科学研究科 教授)



表紙写真

復興のさらに先、地域創生をめざして。福島県郡山市で開催された復興促進プログラムの成果発表・展示会場で、JST復興促進センター郡山事務所のプログラムオフィサーを務める小沢喜仁さんが思いを語った。産学連携の成果が今、大きく実りつつある。

「超スマート社会」をめざして

JST 研究監
稲上泰弘
(情報通信技術担当)



4月から始まる第5期科学技術基本計画では、「超スマート社会」の実現が重要な目標となっています。超スマート社会とは「必要なモノ・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会のさまざまなニーズにきめ細かく対応」とあり、人々に豊かさをもたらすのが目的です。

ところで、今から15～20年ほど前、「いつでも、どこでも、誰でも」インターネットにアクセスできる社会を「ユビキタス情報化社会」と呼んで、その実現に多くの人が取り組み、多様な技術が開発されてきました。「超スマート社会」をあえて「ユビキタス情報化社会」と対比するなら、「今だから、この場所だから、あなただから」の観点で、必要なモノ・サービスがインターネットを通じて届けられる社会といえるでしょうか。価値の高いサービスをインターネットからタイムリーに受け取ることによって、人々がより質の高い生活を送ることができる社会です。

もちろんその実現は簡単ではありません。さまざまな情報通信技術が必要になります。例えば、ある時、ある人が、ある場所で何を欲しているかをコンピューターが推測する技術。この中には、その人が居る場所などの外界情報を収集・認識する技術(センシング)、その人の感情も含めて何を欲しているかを調べる技術(感情把握)、その結果どんなサービスが必要かを適切に推察する技術(学習と推論)などです。また、文字・音声・画像だけでなく、触覚などを含めた五感情報を扱う技術も必要になるでしょう(五感による情報収集と認識)。コンピューターが人間と高度なやり取りをするための高度な人工知能技術が必要となるので、着実に技術開発を積み重ねる必要があります。JSTでも歩き方からその人の意図や心身状態を読み取る技術、触覚情報を遠隔通信していつでもどこでも手触り感を実感できる技術などの開発を進めています。さらに研究テーマを充実させ、超スマート社会の実現に貢献していきます。

FEATURE

01

産学連携が育てる 福島の新技術

東日本大震災から5年を迎える。

JSTの復興促進プログラムによる被災地域の企業と研究機関の連携は、被災地の復興だけではなく、全国の地域創生のモデルになっている。



福島県郡山市での成果発表・展示会の様子。

大学などの研究機関が持つ先進技術を被災地の企業で実用化し、復興促進をめざすのが「マッチング促進」事業である。その要となるのがマッチングプランナーの活躍だ。企業などで新技術の実用化・製品化に携わった経験を生かして、被災地企業の事業復興の要望を探り、大学などの研究成果を調査して解決策を練り、1～3年かけて産学共同研究や製品の実用化を支援する。被災地企業と研究機関を引き合わせ、新たな価値を

つくっていくためには、幅広い知識と、人と人を結びつける能力が要求される。

この事業を効果的に実施するため、JSTは2012年4月に「JST復興促進センター」を発足させ、岩手県・宮城県・福島県の3都市に事務所を開設した。以来3年半で、各地のマッチングプランナーがめざましい活躍を見せ、研究者と地元企業のチームワークで新技術や新製品、新産業が続々と誕生している。

昨年12月8日には福島県郡山市で成

果発表・展示会が開かれた。会場のビッグパレットふくしまには、各企業の展示ブースが設けられ、来場者は各企業の担当者や協力した研究者の説明に、熱心に聞き入っていた。

当日発表された56の事例のうち7つを紹介するとともに、個々の取り組みを見守り続けてきた郡山事務所プログラムオフィサーの小沢喜仁さんに、復興促進プログラムの足跡と意義について語ってもらった。

「復興促進プログラム
(マッチング促進)」は
2013年度募集分より正式名称を
「A-STEPハイリスク挑戦タイプ
(復興促進型)」に変更している。

企業と研究機関の連携で、被災地に新しい産業を

破損しにくい鋳物で、軽量化を可能に

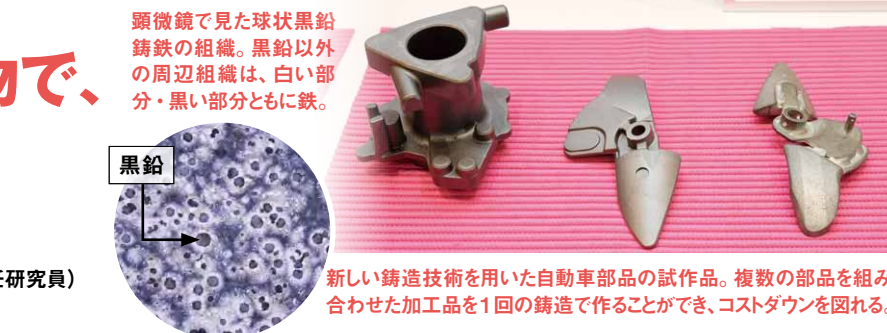
企業 株式会社会津工場（福島県只見町）
研究責任者 工藤弘行（福島県ハイテクプラザ 工業材料科主任研究員）
研究機関 福島県ハイテクプラザ

会津工場は、英国で開発された「Hプロセス」という特殊な鋳造方法を世界で唯一実用化している。寸法精度や湯肌（鋳物の表面のなめらかさ）が一般の鋳造品に比べて優れ、複雑な薄肉部の鋳造も可能な点が特長とされる。同社はこの技術をさらに進化させようと、鋳物製品の高強度化に挑んだ。

鉄の鋳物は広く利用されているが、材料の粘り強さを表す「じん性」が低く、割れたり欠けたりしやすい。この欠点を克服するため、福島県ハイテクプラザが持つミクロ組織シミュレーション技術の提供を受けて、共同研究を進めてきた。

同プラザの工藤弘行主任研究員が解説してくれた。

「これは鋳物に使う球状黒鉛鋳鉄のミク



ロ組織の顕微鏡写真です（上）。黒くて丸い部分は黒鉛で、非常に脆く、強度上、好ましくないと考えられます。黒鉛の周りの白い部分は伸びの良いところ。さらに、周囲に黒っぽく広がったところがあります。球状黒鉛鋳鉄には、球状の黒鉛、その周りの白い部分と、さらにその外の黒い部分の3種類の材料が散らばっているのです。組織の強度を高めるためには、球状黒鉛の周囲の白い部分の体積をコントロールする必要があります。

ミクロ組織シミュレーション技術は、球状黒鉛と周囲の白い部分が、いつ、どのように変形し、どの段階で壊れるのかを予測する。そこで工藤さんは、白い部分の厚みが何ミクロンのときに最も望ましい性能が出るのかを明らかにし、その組織を作るにはどういう熱処理をすればいいかを会津

工場に提案したのである。

会津工場の吉田幸男業務改革室長らが試験を繰り返し、ついに望み通り割れにくく欠けにくい鋳物を作ることができた。自動車用の鋳物部品の軽量化や、値段の高いプレス加工品からの代替が可能になった。会津工場は2年後の実用化をめざしてさらに研究開発に力を入れている。



会津工場の吉田幸男さん（右）と福島県ハイテクプラザの工藤弘行さん（左）。

ナノテクによる低価格・高性能レンズを実現

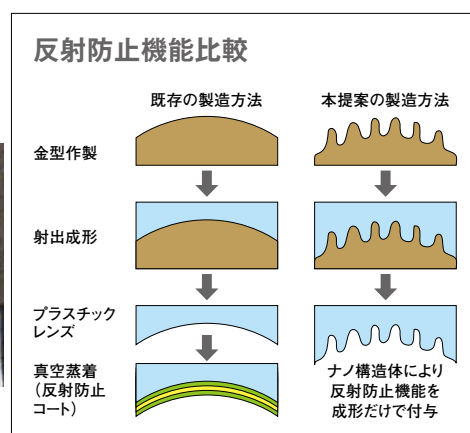
企業 カンタツ株式会社（福島県須賀川市）
研究責任者 栗原一真（産業技術総合研究所 マルチスケール機能化表面研究チーム主任研究員）
研究機関 産業技術総合研究所

レンズ表面にナノサイズの構造体を作ることで、既存の反射防止コートと同等の効果が得られ、ゴースト※の改善まで期待できる新技術を開発した。これまでは、成形したレンズの表面に真空蒸着で反射防止コートを施していた。開発したレンズは、表面にナノ構造体を直接作ることで反射を防止で



表面にナノサイズの構造体を持つ試作品レンズ（右）。左のレンズはナノ構造体がないので反射して白く見えている。

きる。レンズユニットの製造工程から蒸着工程を省くことで、コストダウンも図れる。今後はスマートフォン用レンズの量産化に向



表面にナノ構造体を作ったレンズと既存のレンズの違い。

けて、反射防止コートと同等の性能を持つナノ構造体の金型製造やレンズの成形技術、金型の耐久性を向上させる計画だ。

「夏穫りイチゴ」の栽培で村の復興をめざす

企業 株式会社KiMiDoRi（福島県川内村）
研究責任者 森利樹（三重県農業研究所 園芸研究課主幹研究員）
研究機関 三重県農業研究所

福島県川内村は福島第一原発の事故で全村避難したが、2012年に帰村宣言を出した。帰村率が思うように上がらない中、同村が2013年に植物工場で農作物栽培をするKiMiDoRiを設立した。外気と遮断した植物工場なら、放射能汚染の風評被害を断ち、高品質な作物栽培ができると考えた。

千葉大学大学院園芸学研究科を修了したばかりの兼子まやさんが入社した。

「自分にもできることがあるのではと覚悟を決めて、軽自動車に家財道具一式を積んで引っ越してきました。暮らしてみても夏が涼しく過ごしやすいのには驚き、『夏イチゴが栽培できるのではないかと』思いついたのです。ところが、川内村ではイチゴ栽培の経験がなく、適正品種や栽培管理がわかる人はいませんでした」。

兼子さんは、イチゴの品種選びから始めた。三重県農業研究所に協力してもらい、耐病性、作りやすさなども考慮して、最終的に三重・香川・九州沖縄農業研究所が共同で開発した「よつぼし」という新品種を選定して、栽培の実証試験を始めた。「普通のイチゴは冬から春にかけて花を咲かせて実がなります。よつぼしは、夏にも花が咲く。川内村は比較的冷涼なので、この品種を使えば収穫期間の長い栽培が可能になります。冬から春にかけてだけでなく、夏にも収穫できるのです」。

実証研究では、計画だけでなく一切の作業を兼子さんが1人で切り盛りしている。なるべく早い時期に、KiMiDoRiで発芽育苗したイチゴの苗を川内村の農家に販売し、農業再生への手がかりになることをめざしている。

ハウスの中で栽培されているよつぼし。



発芽したよつぼし。普通のイチゴは親株から伸びるランナーで増やすが、よつぼしは種子で繁殖する。



収穫したイチゴを掲げる兼子まやさん。

「夏にもイチゴを出荷できれば市場では高値で取引されるので、帰村した農業者の収入確保にもつながります」。甘いイチゴが復興に結びつくよう、兼子さんは最適栽培管理法の確立に全力を尽くしている。

田んぼの雑草を抑えるアイガモロボットで無農薬栽培

企業 玉川エンジニアリング株式会社（福島県会津若松市）
株式会社メカテック（福島県喜多方市）
株式会社北日本金型工業（福島県会津若松市）
株式会社アイザック（福島県会津若松市）
研究責任者 成瀬継太郎（会津大学 コンピュータ理工学准教授）
研究機関 会津大学

アイガモ農法からヒントを得た自走式水田除草ロボット。バッテリー駆動のロボットが水田内を移動して車輪で水をかき混ぜることによって、雑草の種子が土壌に定着するのを防ぐ。走行速度は分速6～12メートル程度で、ロボット1台を1時間稼働させると面積1アール（100平方メートル）の水田の雑草を抑えられる。10反（約1万

平方メートル）の水田なら、40台のロボットを田植え後6週間ほど毎日2時間走行させることで、雑草の発芽を防いでくれる。現在は手動によるバッテリー交換が必要だが、将来は自動で充電設備に戻る機能を搭載する。ロボットがそれぞれの位置をGPSで把握して衝突を防止する機能にも取り組んでいる。除草剤を使わない無農



アイガモロボットを走行させた水田。

薬・低農薬栽培が可能となり、消費者の要望に応える米作りにつながる。

※レンズの表面の光が複雑に反射を繰り返してできる像。

メタボを解消する「玄米あまざけ」を開発

企業 会津天宝醸造株式会社（福島県会津若松市）
研究責任者 鈴木賢二（福島県ハイテクプラザ 醸造・食品科室長）
研究機関 琉球大学、福島県ハイテクプラザ

創業明治4年の会津天宝醸造は、味噌などの醸造品の製造販売のほか、ブランド米として人気だった会津米を主に九州・四国に販売していた。ところが震災後、風評被害で米の売り上げが激減し、新商品の開発に迫られた。同社の要請で、琉球大学、福島県ハイテクプラザが協力し、玄米あまざけの開発が2012年秋からスタートした。

琉球大学は、玄米中に含まれるγオリザノールが、脂肪分の多い食品に対する食欲を抑える働きを見つけていた。これを使って同社が、玄米あまざけで効果を検証した。さらに、製品化の過程で、同大学医学部第二内科が臨床介入試験を行って、安全性や効用を確認した。福島

県ハイテクプラザは、玄米をこうじ化する技術や分析技術でサポートした。開発から3年の昨年8月、商品は完成し、現在はインターネットを通じて全国に販売され、好評を博している。

玄米あまざけは、アルコール分ゼロ。会津天宝醸造の金本淳一総合企画部長は自らの体験に基づくダイエット効果を成果発表会で発表した。

「私は朝食をやめ、代わりに毎日半パックを飲むようにしました。5カ月ほどで81キログラム以上あった体重が72キログラムまで落ち、今は60キログラム台で安定しています。ダイエット目的だけでなく、健康増進のために飲んでほしいと思いますよ」。

玄米あまざけは腸内で酢酸を作る善玉

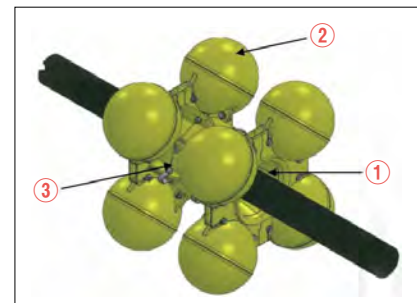
玄米あまざけ（商品名 玄米オリザーノ）を展示するブースで、開発の経緯を語る会津天宝醸造の金本淳一さん。



玄米あまざけ開発時の様子。

菌を増加させる効果もあるといい、検証を進めている。

「商品の安全性を保証しながら、販売に力を入れていくことで、福島県の農産物や加工品の風評被害の低減にも貢献したいと考えています」。



水中ケーブル用プラスチック製フロートは、①ケーブル保持器、②フロート、③フロート固定部のパーツに分かれており、①と③が滑りながら動きケーブルのねじれを防止する。



肉牛のセシウムを測定しているところ。

水中ケーブル用フロートでねじれ解消

企業 宇部樹脂加工株式会社（福島県二本松市）
研究責任者 菊池時雄（福島県ハイテクプラザ 有機材料科主任研究員）
研究機関 福島県ハイテクプラザ

洋上風力発電に用いられる送電線ケーブルや油田パイプは、海中を浮遊し、ねじれを起こしやすい。潮流の激しい海中で大きな水圧を受け続けてもねじれない大型フロートを開発した。研究では、深

海中における樹脂の強度低下のメカニズムも明らかになり、製品にも生かされた。海底資源開発、養殖漁業などからの需要も期待される。

和牛体内のセシウム濃度を、生きたまま正確に測定

企業 株式会社コムテックエンジニアリング（福島県いわき市）、株式会社ラド・ソリューションズ（宮城県仙台市）、株式会社日本環境調査研究所事業部（福島県いわき市）
研究責任者 古閑文哉（福島県農業総合センター 畜産研究所）
研究機関 福島県農業総合センター、福島大学、東北大学

農家の庭先で、生きたまま牛1頭のセシウム濃度をまるごと正確に測定できる装置を開発した。屠殺する前に牛肉中のセシウム濃度がわかる。清浄な飼料で

一定期間飼育して体内のセシウムを排出させ、濃度を低減できるようになった。この装置を使えば牛1頭の測定は5分で終わる。

復興から創生への ギアチェンジをもたらし 「マッチング促進」

震災後に始まった文部科学省の「都市エリア産学官連携促進事業（発展型）」から関わっています。福島県では優れた技術開発力を持つ企業が頑張っていたこともあり、10年ぐらい前から産学連携の取り組みが始まっていました。つまり、結果として産学連携が復興を後押ししていますが、福島県としての新たな地域創生につながる根が以前からあったということです。

マッチングプランナーの方々は大変だったと思います。最初はどこに話をしたらいいのかわからないので、足で稼いでいただきました。メンバー構成を見ると分野も出身地域もさまざまで、ものの見方も異なります。プランナー同士の協力もありました。時には意見が異なり議論になることもあったでしょう。そうした活動の中で、多彩な個性と才能がすばらしい連携体制をつくって、新技術を求めている企業と研究機関を見事に結びつけてくださいました。

郡山事務所の場合は、茨城、千葉、群馬、栃木各県の事業も含んでいたのが、他県の産学官連携のやり方と比べることができ、それが勉強になったと思います。

促進事業を通して、多くの中小企業が新しい技術や製品を生み出す「やり方」を知ったと思います。知識だけでは新しいものをつくり出せませんから、このことは必ず今後の発



研究者とマッチングプランナーが企業と連携（写真はKiMiDoRi訪問時）。

展に結びつくでしょう。技術を伝えることの大切さも再認識されたと思います。技術がうまく伝われば、若い人は頑張っただけを高め進化させていきます。

ここ20年ほどの間に、阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、東日本大震災と大きな震災が続き、震災後それぞれに投資が行われました。神戸を中心とした地域の投資は実を結んで、立派に復興しました。では、福島はどうかと問われたとき、それに自信を持って答えられるようにしなければなりません。

福島県は、震災前の2010年に約203万人以上いた人口が2015年（10月）には約191万人に減りました。これを激減したととらえるのではなく、191万人もいるととらえたいのです。それだけ人がいることは、東北の他県に比べても非常に恵まれており、創生のためのポテンシャルも高いといえます。

福島が復興から創生への道を着実に歩むことが、各地で進められている地域創生のモデルになるよう、これからも頑張ります。

小沢 喜仁

おざわ よしひと

福島大学副学長（地域連携担当）
復興促進プログラム
プログラムオフィサー

1984年、東北大学大学院工学研究科博士課程後期3年の課程修了、工学博士。東北大学工学部基礎工学教室助手、福島大学教育学部助教授、教授、2004年より共生システム理工学類教授、06年福島大学副学長（研究担当）などを経て12年より現職。

郡山事務所の支援課題と 県内企業・研究機関の所在地

県内企業 連携先
大学など所在地

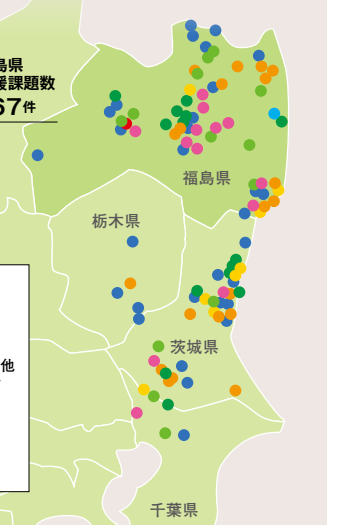
福島県
支援課題数
計67件

福島県内
39%

福島県外
61%

2012～14年度採択課題

凡例 ●製造
●医療・医学など
●環境・社会基盤・その他
●エネルギー・電池など
●情報通信など
●放射線測定など
●農業・農産加工など
●漁業・水産加工など



道路や橋を長く安全に保つ

道路や橋、トンネルなど社会基盤となる構造物（インフラ）の老朽化が大きな問題になってきた。補修時期が迫っているものも少なくない。コストとのバランスをとりながら、いかに事故を未然に防ぎ、適切な時期に保全を進めていくのか。その鍵を握るのは、東京大学の前川宏一教授らが取り組む「アセットマネジメント技術」だ。インフラを「アセット（資産）」と見なして維持管理しようという新たな技術を紹介する。

「新しくつくる」から「長く使う」へ

高度経済成長期、1964年開催の東京オリンピックに向けて、全国の道路は急速に整備され、多くの高速道路や橋、トンネルが建設された。半世紀が過ぎ、2020年のオリンピック開催を控え、それらの構造物の老朽化が進んでいる。橋が落ちる危険性は年々高まり、早急な更新（道路、トンネルの大規模補修や橋の架け替え）や撤去が必要な構造物もある。2012年の笹子トンネル天井板落下事故は記憶に新しい。同じ過ちを二度と起こしてはならない。

損傷が激しくなってから対策する事後的な維持管理ではなく、損傷を早期に発見して補修する予防的な維持管理の徹底が重要だ。高速道路だけでも、維持管理・更新費は今後15年間で3兆円に達すると試算

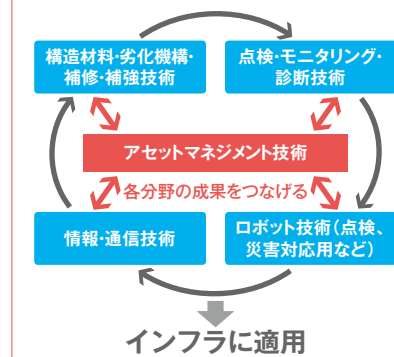
されている。道路以外の鉄道や港湾、河川堤防の老朽化対策も合わせれば、今後50年間で190兆円規模に膨らむと予想される。問題はコストだけではない。少子高齢化のため維持管理・更新を担う人材不足も深刻で、自治体に重い負担を掛けかねない。この難題に取り組むのが、内閣府総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI) の「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の課題の1つである「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」* だ。藤野陽三プログラムディレクター（横浜国立大学先端科学高等研究院上席特別教授）の下、「新しくつくる」から「長く使う」ことをめざし、以下の研究開発を進めている（図1）。

- 老朽化の現状を正しく把握するための「点検・モニタリング・診断技術」。効率的で精度の高い非破壊検査技術などの開発をめざす。
- 危険な現場などで人手に頼らず作業を進めるための「ロボット技術」。点検診断を行い、維持管理するロボット、災害対応ロボットを開発する。

インフラ
資産活用の
アセット
マネジメント
技術を応用

- インフラに関する膨大なデータを蓄積し、解析するための「情報・通信技術」。インフラに設置したセンサーからデータを回収する技術や移動体によるセンシング技術も含まれる。
- インフラ構造物や建設技術に関わる「構造物材料・劣化機構・補修・補強技術」。構造物材料の劣化予測システムを構築するとともに、新材料や補修技術を開発する。

図1 SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発項目

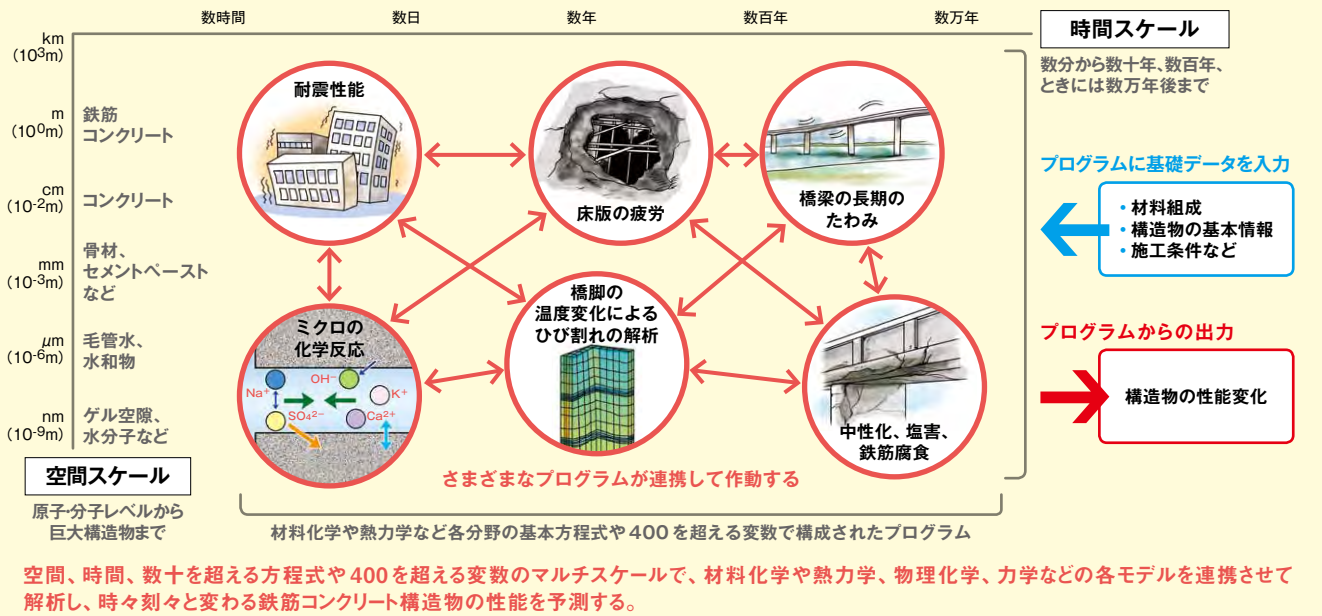


前川 宏一 まえかわ こういち 東京大学大学院工学系研究科 教授

1982年、東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了、工学博士。82年長岡技術科学大学工学部建設系助手、86年東京大学工学部助教授、90年アジア工科大学大学院助教授（派遣）、93年東京大学工学部総合試験所助教授を経て96年より現職。2014年よりSIP課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」研究開発テーマ「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」研究責任者。

*JSTは国土交通省およびNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）とともに、本課題の管理法人として事業推進支援業務を実施しています。

図2 鉄筋コンクリート構造物のマルチスケール統合解析



4つの研究開発項目で開発された技術を効果的に組み合わせ、有効かつ迅速に現場に導入する鍵となるのが「アセットマネジメント技術」だ。SIPで開発された技術を実用化につなげることで、主要幹線道などの重要インフラを確実に守り、また地方が抱える膨大なインフラを限られた予算と人材で維持管理するために、継続性の高い仕組みを提案する。老朽化を解決するには、個別のインフラの劣化状況を診断し、将来の進行を予測したデータに基づいて、優先順位を立てて効率的に維持管理や更新を行うことが課題となる。技術開発だけでなく、行財政や人材育成など科学とは異なる多様な要素も関係する。

アセットマネジメント技術を開発しているのが、東京大学大学院工学系研究科の前川宏一教授だ。

「これまでも各分野で個別の研究は行われてきましたが、成果を効率よくつなげ、より早く現場へ導入する取り組みは不十分でした。アセットマネジメント技術を、科学技術や行政、人材育成など個別の歯車とつなぎ合

わせ、1つの大きなシステムとして機能させるのが、このプロジェクトの最終目標です」。

前川さんは、鉄筋コンクリート構造物の寿命を予測する「マルチスケール統合解析」という手法を開発した。空間スケール（分子・原子レベルから構造物の実サイズまで）と時間スケール（完成直後から少なくとも数十年後まで）で構造物の性能や耐久性を高い精度で評価できる（図2）。水分子など分子レベルの動きが毛細管レベルの化学変化を起こし、さらにミルレベルのひび割れを発生させ、ついにはメートルレベルの大型構造物の劣化に至るような空間スケールの過程を1つにまとめ、それぞれの段階で数分、数カ月、数年、数十年と時間スケールも考慮した解析ができる。マルチスケール統合解析で得られたデータは、構造物の設計や維持管理などアセットマネジメントに活用される。

橋や道路など実際の構造物にアセットマネジメント技術を適用するために、「床版（しょうばん）」「道路アセット」「自治体アセット」「国際アセット」の4つのサブプロジェクトも同時

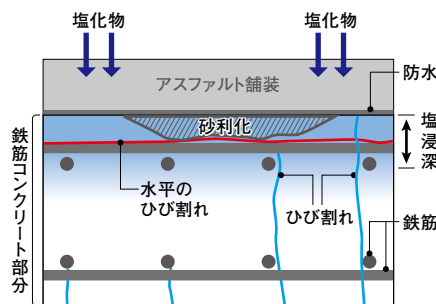
に進行している。前川さんは、全体のまとめ役とともに、「床版サブプロジェクト」も担当する。

床版とは、舗装を介して車両を支える床部分をいう（図3）。道路の維持管理コストの60パーセント以上を橋が占める。床版の耐久性を高めて破損を少なくできれば、全体のコスト削減に大きく貢献できる。

床版の状態を分析し、寿命を予測するには2つの側面があると前川さんは言う。「1つは『過去から学ぶ』こと。過去の膨大な記録を解析することで未来が見えてきます。もう1つは過去だけでは予測困難な『未来を予測する』こと。スパイクタイヤが禁止され、凍結防止剤として塩化ナトリウムなどを路面にまき始めたのは1991年。スリップ事故を防ぐ効果は大きかったですが、凍結防止剤がコンクリートの塩害、凍害、アルカリ骨材反応といったさまざまな劣化を促進させました。後者のように過去の記録がない技術の予測は非常に難しい。しかし、マルチスケール統合解析を活用すれば、過去からは予測しえないものを予測できます」。

図3 鉄筋コンクリート製の床版や橋脚、橋桁の劣化

（左）凍結防止剤に含まれる塩化物の影響で劣化した鉄筋コンクリート製の床版の概念図。（右）凍結防止剤の塩化物の影響で劣化した橋脚や橋桁。雨水などの浸水でも劣化は起こるが、塩化物による劣化の度合いは大きい。塩化物はアスファルト舗装や防水加工面をすり抜け、床版や橋脚、橋桁にまで及ぶ。



寿命予測と実際とのずれをどう縮めるか

マルチスケール統合解析の基礎データを得るため、「床版サブプロジェクト」では実際の橋と同じ構造・大きさの床版も使って実証実験をしている。実物大の実験施設「ロハスの橋（丈夫で長持ちする橋）」をつくったのが、日本大学工学部の岩城一郎教授だ。

「大型の構造物を小型化することで実験の効率化を図り、温度や湿度などを調節して、30～50年かかる経時変化を数カ月に縮めることは可能ですが、得られたデータには実際とのずれが生じます。ずれを縮めるため、2014年に実物大の実験施設『ロハスの橋』を野外につくりました（図4）。材料や配合、施工法を変えた6種類の実物大モデルを使って、現実に近い劣化状況を再現して1年間計測しました」。

現在は塩害や凍害、走行疲労など東北地方で問題となる劣化に対する耐久性試験をしている。得られたデータを前川さんの研究チームへ送り、マルチスケール統合解析で精査する。そのデータをフィードバックしてもらい、さらなる実証実験に生かす。このサイクルが余寿命予測の精度を上げる。

開発された耐久性が高い鉄筋コンクリー

図4 ロハスの橋



（上）2014年7月に完成したロハスの橋（日本大学工学部キャンパス）。（下）タイプの異なる6種類の鉄筋コンクリート製の床版を野外に作製し、1年間にわたり実測データを収集している。

ト製の床版は、東日本大震災の復興道路にも活用されている（図5）。復興の現場で調査・検証に当たっているのが東京大学生産技術研究所の田中泰司准教授だ。

「東北の寒冷な自然環境は、インフラにとって厳しく、東京を基準としたデータは通用しません。これからつくるインフラは100

年経っても使えるものにしたいというのが地元の強い要望です。東北で予測技術に基づく最新の材料や工法を実際に試せる意義は大きいと思います。現場での計測からも良好な結果が出ており、今後、復興現場で使われている施工法が、日本全国の基準となるかもしれません」。

岩城 一郎 いわき・いちろう

日本大学工学部土木工学科
コンクリート工学研究室 教授

1988年、東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程修了、博士（工学）。88年首都高速道路公団、96年東北大学工学部土木工学科助手、2005年日本大学工学部助教授を経て09年より現職。

小澤 一雅 おざわ・かずまさ

東京大学大学院工学系研究科教授／
公益社団法人土木学会技術推進機構上席研究員

1986年、東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了、工学博士。92年東京大学工学部土木工学科助教授、97年建設省土木研究所建設マネジメント技術研究センター主任研究員、99年東京大学大学院新領域創成科学研究科助教授を経て2004年より現職。

田中 泰司 たなか・やすし

東京大学生産技術研究所
人間・社会系部門 特任准教授

2004年、東京大学大学院工学系研究科博士課程社会基盤学専攻中退、博士（工学）。2004年長岡技術科学大学環境・建設系助手、07年同助教を経て15年より現職。

アセットマネジメント技術の自治体への導入

最新技術の導入には、そのコストを負担する自治体との協働が欠かせない。市町村では予算不足や少子高齢化による人材不足がより深刻で、維持管理にまで手が回らないのが実情だ。

しかし、すでにいくつかの自治体で、導入のための実証実験を始めている。「自治体アセットサブプロジェクト」を担当する東京大学大学院工学系研究科／土木学会技術推進機構の小澤一雅教授に、現状と課題を聞いた。

「インフラは国の基準をもとに点検され、品質を維持してきました。しかし、厳しい財政や人材不足など、各自治体の事情に合わせたマネジメントが必要です。新技術を

使った維持管理・更新費をどう捻出し、いかに議会で合意を形成するか。点検・設計・施工の業務ごとに企業を選んで発注するルールも障壁の1つで、自治体には新技術を導入しにくい課題がたくさんあります。

そこで新しいモデルを提示するのも1つのやり方です。どのくらいの損傷があった場合に補修を判断すべきか、コストを最も低くするにはどうしたらよいか、科学的根拠に基づいて補修計画を立てることができそうです。各自治体で財務状況や気象条件は異なるので、一口にインフラ対策といっても同じものは2つとありません。まずは小さな自治体に合った財源確保や調達、入札、契約のモデルを提案して、いくつかの成功事例を

つくり、全国へ広げたいと思っています」。

維持管理や更新のコストをどこまで減らせるかは、各自治体の共通の悩みだ。インフラの老朽化は長期的に把握する必要があるため問題が見えにくい。前川さんは強調する。

「床版は実証実験で2倍長持ちするものが開発されています。新しくつくるコストは10～20パーセント高くなりますが、20～30年先を考えれば補修コストは従来の半分になる。この技術が全国に普及すれば、削減効果は非常に大きいわけです。ただ、自治体では目先のコストアップが目が行って、なかなか納得してもらえない心配もあります。いかに科学的なデータやマネジメント技術を提示して説得できるかが重要です」。

すぐに直さなければならない数多くの橋の更新が課題となる一方で、新しくつくるインフラは今後を見据えて更新頻度を減らすことが求められる。このため自治体は、一時的なコストが多少かかっても長期的には維持管理コストが安くなるものを導入したい。

インフラの老朽化は今この瞬間にも進行しており、技術開発を待ってはられない。まず何をすべきかを明確にする必要がある。それをうまくマネジメントできれば必要な技術も伸びていく、と前川さん。「実際にインフラの維持管理や更新を進めながら研究開発のレベルをアップさせるのが理想です」。



実証実験の分析結果は早くも復興現場で活用されている。その1つが、釜石道路の向定内橋（むかいさだないはし）の床版（岩手県釜石市）。期待値では更新までの期間が2倍に延びる。



多重防護を施した高耐久鉄筋コンクリート製の床版の施工。防錆鉄筋（青色）やフライアッシュ（石炭燃料のときに出る微粉末の灰）を用いたコンクリートにより高耐久化を図る。

アセットマネジメント技術の国際展開

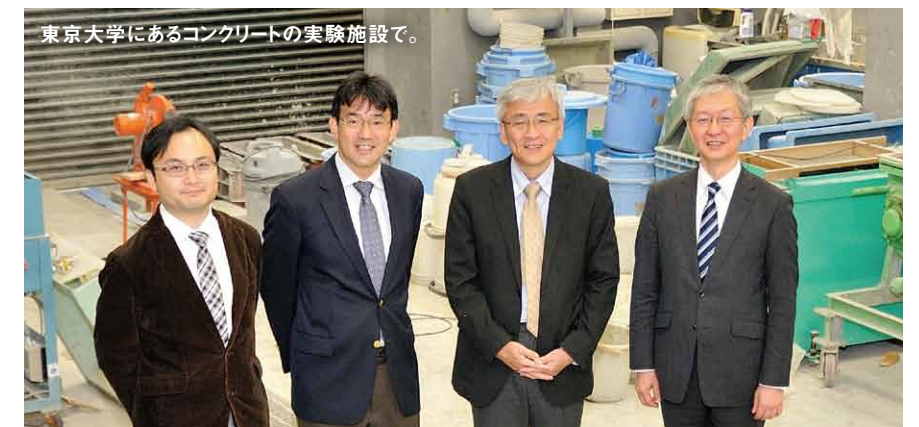
アセットマネジメント技術は、インフラだけではなく、あらゆる構造物に適用できて汎用性が高い。これがうまくいけば、日本の新たなテクノロジーとして海外にも輸出できる。

「『国際アセットサブプロジェクト』ではアセットマネジメントの国際展開をめざします。すでにタイやベトナム、インドネシアといった東南アジアの国で、この技術を展開する試みが始まっています。新興国ではインフラの建設が盛んで、日本の最新の施工法を導入したいという声もよく聞かれます。最新技術を効率的に現場へ導入するア

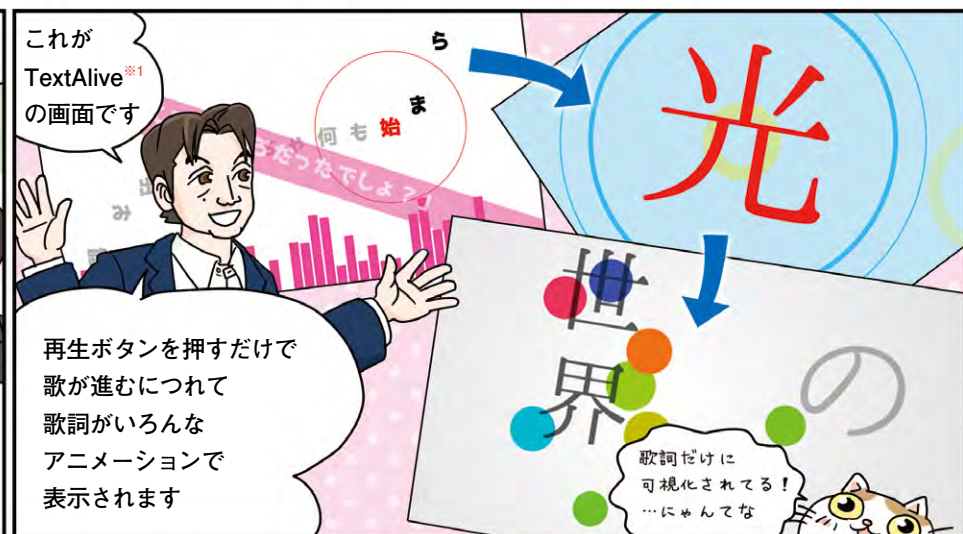
セットマネジメント技術が求められるはずです。まだ開発拠点の構築やネットワークの形成といった段階ですが、将来はさらに大

きな事業に発展していくはずですよ」。

前川さんは自信に満ちた笑顔で語ってくれた。



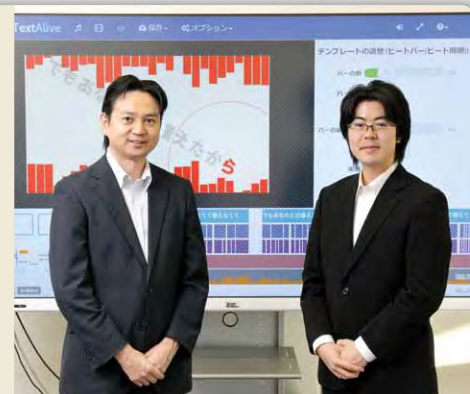
歌詞は踊るよ♪



曲に合わせて歌詞が動くアニメーションを簡単に制作できる「TextAlive」

後藤さんは、ウェブ上の楽曲の中身を可視化する「Songle^{※2}」や楽曲間相互の関係性を可視化する「Songrium^{※3}」を開発し、誰でもより深く音楽を理解して楽しむことができる能動的な音楽鑑賞支援に取り組んできた。歌詞アニメーション制作支援サービス「TextAlive」は、これらの研究開発から歌詞を視覚的に伝える表現手段としての歌詞アニメーションに着目し、開発された。研究代表者の後藤さんは、23年間にわたり音楽を自動的に解析する音楽理解技術やそれを応用した研究を推進してきた。今後は、「TextAlive」の持続的な研究開発・運用を進めると共に、音楽配信サービスや音楽に限らないコンテンツの制作支援、プログラミング教育などへの応用を検討している。

後藤さん(左)と加藤さん(右)



後藤 真孝 ごとう・まさたか
産業技術総合研究所 情報技術研究部門
首席研究員 兼 メディアインタラクション研究グループ長

戦略的創造推進事業 CREST 研究
領域「共生社会に向けた人間調和型
情報技術の構築」2011年度採択課題
「コンテンツ共生社会のための類似度を可
知化する情報環境の実現」研究代表者

加藤 淳 かとう・じゅん
産業技術総合研究所
情報技術研究部門
メディアインタラクション研究グループ
研究員

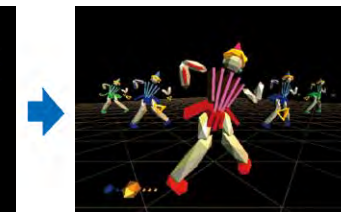
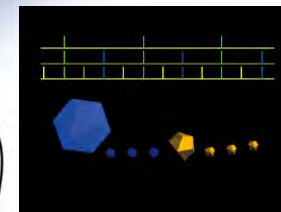
CREST 同研究課題
研究参加者

私はもともと
曲の解析を研究していました

音楽のビートやメロディ
サビがどこにあるかを
自動的に解析するプログラムを
開発してきたのです

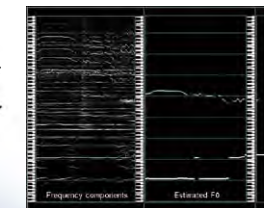


Cindy (ビート推定)

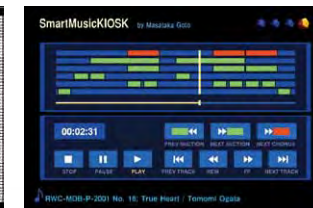


ビートに合わせてCGダンサーが踊る

PreFEst (メロディ推定)



SmartMusicKIOSK (サビ推定)

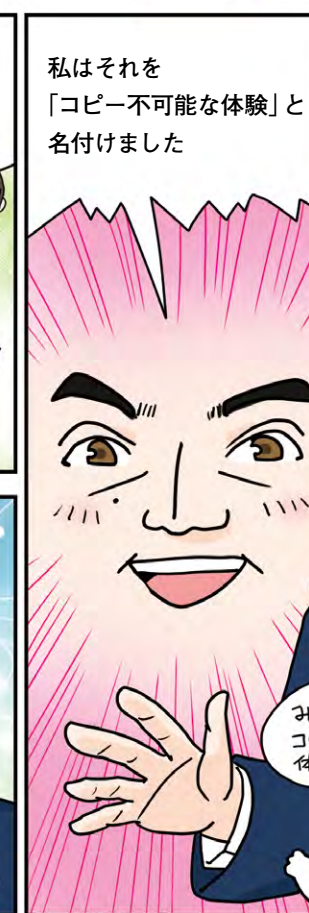


あとは
みなさんが
自由に活用してください

ウェブ上で公開されている
楽曲と歌詞を読み込んで



その繰り返しで
多くの人の手によって
アニメーションが
出来上がっていきます



これからも
TextAliveのような
創作支援技術で
たくさんの人に
「コピー不可能な体験」を
提供していきます!

NEWS

01

研究成果 | JST復興促進センター
盛岡事務所・仙台事務所

岩手発「ホタテや鮭の中華まん」「似合うヘアスタイルがわかるアプリ」 宮城発「わかめで育てた羊肉」

被災地域の企業と研究機関の連携を支援する復興促進センターの活動は、地元の新たな産業だけではなく、東北以外の暮らしも豊かにする新しい製品や技術を続々と生み出しています。

海の幸を包んだ中華まんじゅう(釜石海まん)は、世界の三大漁場である三陸産の魚介類を具材とし、津波に耐え岩間に咲く釜石市の花・はまゆりの酵母を皮に使ったこだわりの一品です。藤勇醸造株式会社(釜石市)、三陸いりや水産株式会社(釜石市)と北里大学が共同で開発し、釜石復興のシンボルの名産となることをめざします。

土地が海水に浸かった災いを福に変えたのが、南三陸産わかめで育てた羊の肉です。一般社団法人さとうみファーム(南三陸町)と宮城大学は、塩害地で栽培したソルトブッシュ(好塩性植物)や海藻を餌にした羊肉の生産に取り組んでいます。成分検査では通常の羊肉よりもミネラル分が多く、味覚センサーによる評価では味に厚みがあり、さ

らに羊肉特有のくせが少ないことがわかりました。「南三陸産わかめ羊」としてブランド化をめざし、試験販売しています。

「ビューティエキスパート」は、株式会社花耶(盛岡市)、株式会社ネオオーMB研究所(仙台市)らと岩手大学が美容室向けに開発した、似合うヘアスタイルを提案するアプリ



「三陸極鮮炙り鯖のカレー」「三陸天然鮭のグラタン」「泳ぐホタテのアヒージョ」の3種類の味が楽しめる。

● <http://kamaroq.com/>



海のミネラルたっぷりの南三陸産高級わかめで育てた羊の肉

● <http://shop.satoumifarm.org/>



「ビューティエキスパート」は全国的美容室への展開をめざす。

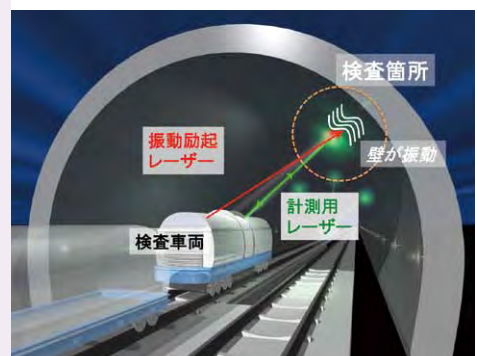
NEWS

02

研究成果 | 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」
研究開発課題「レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術の研究開発」
(研究責任者: 緑川克美・理化学研究所光量子工学研究領域 領域長)

音から光へ レーザー検査速度が従来の50倍に向上 トンネル内部のひび割れを効率よく発見

ひび割れなど外からは見えないトンネルコンクリート内部の欠陥を、レーザーを使って従来の50倍の速さで検出することにより、日本原子力研究開発機構の長谷川登研究副主幹と



レーザー欠陥検出法のイメージ図。打音法におけるハンマーの役割をする「振動励起レーザー」と、耳の役割をする「レーザー計測システム」で構成される。

レーザー技術総合研究所の島田義則主任研究員らの研究グループが成功しました。

トンネルコンクリート内部の欠陥は崩落事故などにつながる危険があるため、目視と触診、打音法による定期点検を5年に1回実施しています。国土交通省によると、道路と鉄道のトンネルは全国で約14,400カ所、総延長は約7,000キロメートルに及びます(2009年時点)。ハンマーでコンクリート壁面を叩く音の違いで欠陥を見抜く打音法は、高所作業で危険が伴ううえ、一晩で数十メートルしか進まず、膨大な時間と労力がかかります。

レーザー欠陥検出法はハンマーの役割をするレーザーを壁面に照射することで振動を与えて(振動励起レーザー)、同じ場所に照射された計測のためのレーザー(計測用レ

ザー)で振動の違いを検知して異常を検出する仕組みです。従来の方法では、検査を高速化しようとするレーザー素子に過剰な熱が生じてレーザーの質が低下するため、計測の速さは2秒に1回と限られていました。

研究グループは、機器の冷却装置を改良し、効率よく熱を除去してレーザーの質の低下を抑えました。さらに振動励起レーザーと計測用レーザーの両方を高速かつ正確に壁面に当たる装置を開発し、従来の50倍にあたる1秒に25回の速度で検査できるようになりました。実証実験ではトンネル中央から天井までの距離に相当する約7メートル離れた場所からでも欠陥を検出することに成功しました。

2年以内に鉄道のトンネルで性能を検証する予定で、打音法に代わる検査技術として実用化が期待されます。

NEWS

03

開催報告 | JST20周年記念事業
公開対談「若い世代へ ノーベル賞科学者からの提言～科学技術で次の時代を切り開け～」

「失敗や予想外こそ大発見のチャンス」若い世代にエール ノーベル賞受賞の赤崎終身教授と山中教授が対談

青色発光ダイオード(LED)の開発で2014年にノーベル物理学賞を受賞した赤崎勇・名城大学終身教授/名古屋大学特別教授・名誉教授と、iPS細胞(人工多能性幹細胞)の研究で12年にノーベル生理学医学賞を受賞した山中伸弥・京都大学iPS細胞研究所所長・教授の初めての対談が実現しました。JSTの20周年記念事業の1つとして1月9日に名古屋市内で開催され、中高校生を含む約700人が熱心に耳を傾けました。

研究者を志したきっかけについて、赤崎終身教授は「湯川秀樹博士が物理学賞を受賞した1949年に京都大学に入学した。自分も今まで誰もできなかったことをやってみたくて強く思った」と振り返りました。「青色LEDの開発が思うように進まず、窒化ガリウムはやめたらと言われたが、自分は絶対にできると考えていた」と、諦めないことの大切さを伝えました。

山中教授は、学生時代に柔道やラグビーで骨折を繰り返したことで整形外科医になりましたが、難病の患者を救いたいと研究の道に進みました。「他の研究者と同じでは勝ち目はないとテーマを決めた。とにかく実験を続けて実現できた。考えるより手を動かすことが大切」と成功の秘訣を語りました。

質疑応答で、研究者に必要な資質を問われると、2人は揃って「好奇心」を挙げました。山中教授は「血圧を上げるはずの薬で血圧が下がった実験結果に興奮した。実験で予想と違う結果が出たときにがっかりするのではなく、面白いと感じる好奇心が重要だ。予想を裏切る結果こそ、飛躍のチャンス」と呼びかけました。

好きな言葉として赤崎終身教授は「経験は最高の師」を紹介し、失敗しても自分の糧にする姿勢を強調しました。山中教授は「高くジャンプしたかったら、思い切りかがむことが必要。苦しいときは低くなるが、次のジャ



対談する山中・京大教授(左)と赤崎・名城大終身教授。

ンプにつながる」と答えました。

「科学にはわからないことがたくさんあり、無限に活躍する分野がある。若い時は人生のキャンパスに余白がある。焦らずにやりたいことを見つけてほしい」と赤崎終身教授。山中教授も「若い時の失敗は財産になる。失敗する中でやりたいことが見つかる。恐れずに多くのことに挑戦してほしい」と、研究の魅力とともに、若い世代にエールを送りました。

NEWS

04

開催報告 | 社会技術研究開発センター(RISTEX) 研究開発成果実装支援プログラム(成果統合型)
実装プロジェクト「国際基準の安全な学校・地域づくりに向けた協働活動支援」
成果報告会「子どもの安全×エビデンス ～科学的根拠に基づく安全な学校・地域づくりに向けて～」

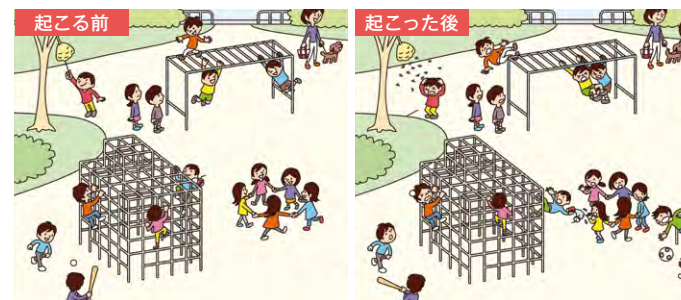
子どもの安全を守るための 科学的根拠に基づく学校・地域づくり

交通事故、ケータイ、いじめ…。子どもたちを取り巻くリスクは多様化しています。社会技術研究開発センターでは、行政や警察、医療従事者、教育関係者と研究者が協働して、科学的根拠(エビデンス)に基づいた安全な学校・地域づくりに取り組んでいました。1月22日、開発した6つの教材やプログラムの成果報告会と、その体験会を開催しました。

幼児・児童に多い事故の予防や犯罪被害からの身の守り方を学ぶツールが「安全行動イ

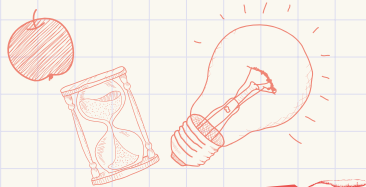
メージトレーニング」です。過去の事例や専門家の知識をもとに、家庭や路上、遊び場でのリスクをイラストで示しました。「事故や事件、大地震が起こる前」と「起こった後」のイラストがあり、子どもたちには「起こる前」を見せて、「これから起こること」や「取るべき行動」を自分で考えたり友達と話し合ったりして学習を深めます。学校や児童館、公園の環境改善にも活用できます。

学校では毎年100万件以上の事故が起きていますが、記録された事故データを予防



に活用できていませんでした。「傷害サーベイランスソフトウェア」は、事故が起きた時の環境や行動、けがの程度など事故予防に必要なデータを簡単に入力し、分析結果を検索することができます。けがが多い場所や種類を3Dの子どものモデルで調べる身体地図情報機能も組み込まれ、学校をより安全にするための活動に役立ちます。

「防犯e-learning」「子どもとケータイ・インターネット」「いじめ・自殺予防プログラム」など、その他のプログラムはエビスポ(<http://evisapo.com/>)で公開しています。



さがける

科学人

Vol.47



Kusano Miyako

草野 都

筑波大学 生命環境科学研究所
教授

Profile

滋賀県出身。2000年に鳥取大学大学院連合農学研究科修了。農学博士。秋田県立大学、スウェーデン農業科学大学、千葉大学、理化学研究所など世界各地で研究。14年より現職。趣味はロープクライミング、登山、音楽鑑賞。

PHOTO: 田中昭俊 (麴町企画)

砂漠の緑化をめざすロープクライマー

メタボロミクス手法を武器に

地球の森林破壊はとどまるところを知りません。子供の頃、砂漠化がすみを追われる動物の姿を図鑑で見て心を痛めました。その痛みはくすぶり続け、「乾燥地研究センター」のある鳥取大学に進みました。

砂漠の緑化をめざして、温暖化や森林伐採の影響について専門の先生と議論するうちにわかったのは、人工緑化の限界でした。目標が断たれたような気持ちになりました。親に借金してバイクを買い、400キロ離れた京都府丹後地方まで飛ばし、連なる山々を眺めてはいたたまれない気分を癒しました。

大学院で取り組んだのは、「特定の病害虫だけをたたく選択性農業」や「植物の生育を促す物質」の開発です。スーツケースほどの大きな培養タンクを上げ下げし、カビから有機物を抽出する肉体労働の日々でした。

鳥取から秋田へと研究場所を移しつつ、1つの物質を純度良く取り出す「天然物化学」の腕を磨きました。

留学したスウェーデンの大学で転機に恵まれました。生物の抽出物を丸ごと分析する「メタボロミクス」の立ち上げを担当したのです。これまでの発想とは正反対です。科学雑誌で報告され始めたばかりで、認めようという研究者もいました。しかし、検出機器の精度が上がり、物質を見分ける演算法が洗練され、統計解析が進んだことで、データの信頼性が十分高いことを実感しました。

例えていえば、天然物化学は西洋医学、メタボロミクスは東洋医学でしょうか。メタボロミクスには、試料の質を揃え、人為エラーを極限まで減らす技能が必要です。それまでの手法では誤差に埋もれていた小さな違いを拾い上げ、新しい物質を見つけるのです。全体として複雑に効果が変化する魅力もありました。

今では、私の最大の武器です。この技術

南米チリの
アタカマにて。



に価値を認め、協力を求める研究者も増えてきました。筑波大学内を始め、国内外の研究グループと、トマトやイネ、モデル植物であるシロイヌナズナなどさまざまな植物の品種育成や農業の改善に挑んでいます。

根っこは変わらず砂漠の緑化

緑の中にいると落ち着きます。研究仲間からフィールドワークの声がかかると喜んで出かけます。桜前線とともに北上しながら花を集め、遺伝的情報と代謝産物を比べたり、共同研究を通してチリのアタカマにある高山で高度100メートルごとに植物を集め、ミネラルを吸う力と代謝産物の関係を調べたりしています。

趣味はロープクライミングや登山です。群生する植物を見るたびに、なぜこの環境に生えたのかが気になります。土地とそこに育つ植物の特徴を結びつけると、植物が生きづら

い場所を緑化する手がかりが見えてきます。衛星写真で砂漠地帯を見ると気持ちが沈みます。幼い頃図鑑で知った砂漠はますます拡大していますが、それでも砂漠の緑化は私の目標です。「なぜそんなにこだわるの?」と聞かれますが、ひょっとして私の「草野」の姓が深い所で声を発しているのかもしれない。これからも植物を育てる人を支え、植物が生きる力を支えたい。

鳥取、秋田、スウェーデン、千葉、横浜、少しだけチリを経て、つくばへ。各地でさまざまな知恵を吸収しました。どこに行っても「住めば都」です。研究者をめざす方には、たとえ夢の形が変わっても、その根っこは変えないでほしい。途中で道草をくっても、じっくりやれば根っこは育ちますから。

(執筆: 松山桃世 JST 広報課)

戦略的創造研究推進事業さがけ
「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と生産物活用のための基盤技術の創出」領域
研究課題「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と生産物活用のための基盤技術の創出」
研究課題「低窒素で持続可能な二酸化炭素資源化のための中心代謝バランス制御機構の解明」

植物の生育は、炭素と窒素の代謝のバランスによって制御されています。この仕組みを解明し、二酸化炭素を効率よく資源化する手法や、荒れた土地でも生育する品種の選抜に応用できる基盤技術をめざしています。

メタボロミクスで解析するために、トマトの葉を採る草野さん。



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

270
古紙/パルプ配合率70%再生紙を使用

JSTnews

March 2016

発行日/平成28年3月1日
編集発行/国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)総務部広報課
〒102-8666東京都千代田区四番町5-3サイエンスプラザ
電話/03-5214-8404 FAX/03-5214-8432
E-mail/jstnews@jst.go.jp ホームページ/http://www.jst.go.jp
JSTnews/http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/



最新号・バックナンバー