

産 総 研

LINK

技術を社会へつなげるコミュニケーション・マガジン

No.33

1

2021 January

特集

新しい日常をつくり出すために

❏ MESSAGE

社会課題を科学技術で解決する

Ishimura Kazuhiko

❏ CROSS LINK

技術の多面展開で新型コロナに挑む!

Miyake Koji

❏ NEW TECHNOLOGY

大規模集客イベントでの感染をどう防ぐか?

Yasutaka Tetsuo / Naito Wataru / Shinohara Naohide
Onishi Masaki / Bando Yoshiaki

本当に気流制御による

ゾーニングはできているか?

Takatsuji Toshiyuki



社会課題を科学技術で解決する

変化する社会の中で、社会のために、
産総研が果たすべき役割とは

理事長

石村 和彦

Ishimura Kazuhiko



環境・エネルギーや少子高齢化の問題など解決すべき課題が山積しているなか、
2020年には新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大という新たな問題も発生した。
これらの重要な社会課題に対し、科学技術は何ができるのか。
日本で最大級の公的研究機関である産総研はこの命題に対し、どのように臨んでいくのか。
石村理事長に産総研の方針と今後の展望について聞いた。

社会課題の解決を 技術の社会実装で実現する

——2020年4月、産総研の理事長に着任されて1年弱が経過しました。まず、率直な感想をお聞かせください。

石村 私は産総研に着任する前、AGCで40年以上、商品をつくり、それを世の中に出していく製造業の仕事に従事していました。それに対して産総研は、モノ・商品は基本的につくらず、研究開発をして、その成果を何らかのかたちで社会に実装していく組織です。このような組織での仕事は経験したことがなく、最初は「まったく違う世界にきたな」と感じました。

製造業であれば、商品価値やユーザーの利便性の向上を追求し、その結果がビジネスになるというわかりやすさがあります。では、こうした直接の貢献が難しい産総研では、どのようにアウトプットを出していけばよいのか、ということを最初に考えました。

産総研は2020年度から第5期中長期目標期間に入り、「世界に先駆けた社会課題の解決と経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションの創出」をミッションに掲げています。「社会課題の解決」も「産業競争力の強化」も目的は明確ですが、成果を測定することも、実際にそこに向けてどのような研究開発をしたかを評価することも難しいと感じています。

——その中で産総研の役割をどのように認識し、どのようにか
じ取りをしていこうとお考えでしょうか。

石村 諸外国に比べて資源が豊富ではない日本は、何らかの付加価値を生み出し、世界にその価値を届けなければ生き残っていきません。だからこそ科学技術を高度化して価値を生んでいくことが重要となります。先端的な科学技術の

研究開発を行う産総研は、そのなかで非常に重要なミッションを担っていると実感しています。ただ、それを実現していくに当たっては、まず、これまでの取り組み方を検証し、変えるべきところは変えていく必要があります。

社会課題の解決として、当初は「エネルギー・環境制約への対応」「少子高齢化の対策」「強靱な国土・防災への貢献」の3点にフォーカスしていましたが、現在は「新型コロナウイルス感染拡大防止対策」にも重点的に取り組んでいます。しかし、社会課題の真の解決は、産総研の研究開発だけで果たすことはできません。世の中で人の役に立つためには、最終的に人が使うモノやサービスというかたちで提供される必要があるからです。企業などによって研究開発の成果が実装され、社会に展開されることで、初めて社会課題が解決できたり、その結果として産業競争力が高まったりするのであり、そこまでやらなければミッションを果たすことにはなりません。

私が理事長に着任したのが4月1日で、その少し後に緊急事態宣言が出されたため、しばらくはリモートで産総研の研究を見ることになりました。現場で実際に見ることができたのは5月の連休明けからで、つくばをはじめとした研究拠点に行けたのはさらにその後のことでした。その中で私は、産総研はどのようにミッションを果たしていくべきかを考え、周囲の所員とも相談をして、考えをまとめました。それが9月に発表した新たな経営方針です。

10月には所内向けのオンライン中継により全所員に経営方針を説明しました。社会課題の解決と産業競争力の強化という私たちのミッションを果たすためには、最終的に私たちの研究成果が実装されなくてははいけません。直接的にモノやサービスをつくらない私たちは、その出口として社会実装を担う企業との連携を模索していく必要がある。そういうことを明確に示しました。

研究開発が魅力的なら オープンイノベーションも加速する

——産総研はこれまでも、産業界への技術の橋渡しをミッションとしてきました。

石村 この10～20年、日本の産業競争力が低下していく中で、産業界としてもどのようにイノベーションを起こして競争力を強化するかを模索してきました。そこで期待されたのがオープンイノベーションです。政府も経済団体も、自前主義を捨て、オープンイノベーションによってイノベーション・エコシステムを強化しようと言ってきたわけです。

では、実際に日本でどのくらいオープンイノベーションに取り組んだかというと、2018年の日本の民間企業における研究開発費14兆円のうち、国立研究機関に投資された額は380億円、わずか0.3%にすぎません。大学との共同研究を含めても1000億円程度にとどまります。一方、ドイツでは民間企業の研究開発費9兆円のうち、5～6%に当たる5000億円が大学などに投資されています。これを見て、日本で現実にオープンイノベーションが行われたと言えるでしょうか。

取り組みが進まない原因は企業だけにあるわけではないでしょう。企業がオープンイノベーションによって競争力を強化できると思わないとすれば、もちろん大学や研究機関の宣伝が足りないことも一因だと思いますが、何より研究機関の研究開発に魅力を感じていないということです。そこで私は、産総研の研究開発の魅力を向上させ、相手に選ばれる研究機関に変わっていくことを運営方針の目的に掲げています。研究成果を企業の製品やサービスに実装できれば、産総研のミッションを果たすことに近づきますし、企業にとっても技術開発が効率的に進むことはメリットになります。ぜひ、これを実現させたいと考えています。

——具体的にどのように進めていくのでしょうか。

石村 ポイントは主に3点あります。まず大切なのは、企業からみた魅力的なテーマとはどういうものか、という視点です。私たちのターゲットである「社会課題の解決」は、企業にとっても重要なビジネスチャンスにつながるものです。つまり、研究テーマが「社会課題」からバックキャストして設定されていることが重要です。

次に、産総研は7つの研究領域をもつ総合研究所であるわけですが、「総合」であることで何ができるか、どのような効果があるか、企業にご理解いただけるようにすることです。多くの研究テーマがあることは産総研の特徴ではあっても、それだけでは必ずしも魅力とはなりません。企業からすると、それぞれのテーマを専門にやっている研究所に別々に相談してもよいわけです。総合性を魅力に変えるには、7領域がシナジー効果をどのように出せるのが重要になるでしょう。社会課題の解決に向けて必要な提案を、総合研究所ならではの「融合」をもって提示していけるよう、私たちは変わっていきたいと思っています。

最後は、産総研のもともとの強みである規格化・標準化です。日本は新しい技術を開発して特許は取得するのですが、規格化・標準化に力を入れなかったために、ルール自体を変えて勝負をかけてくる欧米に太刀打ちできないところがありました。規格化・標準化の戦略は産業全体の流れをも変える力があるという点で非常に重要であり、私たちは開発の初期から標準化まで、パッケージで追求していこうと考えています。

この3点を強化して産総研の魅力を打ち出すことにより、産総研と一緒に研究開発をしていこうという企業は増えるでしょう。各研究者もそのような意識でそれぞれの研究テーマを見直し、社会実装につなげて、ミッションの実現を加速させてほしいと考えています。

また、社会課題の解決に向け、新たにいくつかの領域融合テーマを設定しました。本誌で紹介する新型コロナウイルス感染症対策の研究もそのひとつですが、ここを研究開発の起点とし、軌道に乗ってきたところで国家プロジェクトとして応用研究を進め、社会実装につなげていければと考えています。

感染の拡大防止に 産総研ができること

——新型コロナウイルス感染症対策の研究開発はどのように進めていくのでしょうか。

石村 7領域の研究テーマをもつ産総研は、感染症対策に適用可能な技術シーズをある程度もっています。課題の解決につなげられるよう、そのシーズをできるだけ早く実用化する

ことが初動として重要だと考えています。

新型コロナウイルス感染症に関する具体的なニーズのひとつとして、大規模集客イベントなどにおいて、どうすれば効率的に感染の抑止ができるのか、ということがあります(8ページ参照)。従来はイベントの企画も参加も自由にできたわけですが、それが一時的にすべて中止となりました。経済活動が止まっただけではなく、人々の楽しみも失われ、果たしてこんな世の中でよいのだろうか、という思いがあります。感染をゼロにしなくても、ウィズコロナとしてやっていけるのだという方法を科学的な知見と検証をもとに提示できれば、社会にとって大きな意味があるでしょう。こういった課題に対する答えはタイムリーに出すことが極めて重要です。換気の目安となるCO₂濃度測定や、人流計測、画像解析を用いた密集の度合いの割り出しなど、産総研のもつさまざまな技術を用いた計測を行い、早急な指針策定を目指しています。

また、今後、国同士の移動制限が緩和された場合、各国でPCR検査の評価基準が異なっているのは混乱のもととなります。産総研では世界の研究機関と連携してPCR検査の信頼性向上を目指します。具体的には、新型コロナウイルス由来のRNAを対象とした測定能力の国際比較を進めています。ほかにもPCR検査の迅速化のための研究や、地下鉄の換気実験など、各分野でさまざまな研究を行っていますが、いずれにおいても重要なことは、早期に結果を出すことです。

——新型コロナ対策以外の研究テーマをご紹介します。

石村 領域融合の典型的な例としてゼロエミッションに関する研究があります。中心となるのはエネルギー・環境領域ですが、他の領域からも研究者が集まっています。2020年1月にはゼロエミッション国際共同研究センター(GZR)を発足させました。これは2019年のG20における安倍首相(当時)の提案によって始まった組織で、研究センター長には2019年のノーベル化学賞受

賞者である吉野彰博士を迎えています。コロナ禍の現在はバーチャルでの活動が多いですが、今年5月には研究拠点の整備が終わり、研究者もこのつくばの拠点に集まります。再生可能エネルギーによる高効率な発電技術や人工光合成など、本格的に研究活動をスタートさせる予定です。

——新しい経営方針を打ち出されてから、研究者の意識の変化を感じていますか。

石村 現在は各領域で今後の研究の進め方を議論しているところで、変化を実感するのはこれからになると思います。先に目標を掲げ、それを解決するにはいつまでにどこまでやらなくてはならないのかを常に考える。研究者の意識がそのような変わっていくことを期待しています。

もちろん私は、研究者個人の興味・関心から出発する研究を否定しているわけではまったくありません。何に化けるかわからない未知の挑戦をするのは、非常に意義深く重要なことです。ただ、それだけではなかなか社会課題の解決に結びつかないので、社会課題からバックキャストすることで解決につながる研究に力を入れていきたいと考えているのです。企業や他の研究機関の皆様には、産総研にご期待いただき、社会課題の解決のために一緒に連携していただければと強く願っています。ご支援とご協力をお願いいたします。



技術の多面展開で 新型コロナに挑む！

非医療技術で支える「新しい日常」

新型コロナウイルス感染症の流行により、私たちの生活は劇的に変化し、社会・経済活動はかつて経験したことがない停滞を余儀なくされている。感染リスクをコントロールしながら、人々の生活に安心・安全を取り戻し、社会・経済活動を維持発展させていく、そのためには医療・医薬の分野だけでなく、社会活動のさまざまな面で感染リスクへの対策が必要となる。産総研は今のこの未曾有の社会的危機に対して、専門性と総合力を発揮すべく、研究所一丸となって、新型コロナ対策のための研究開発に取り組んでいる。

企画本部 研究戦略室
室長

三宅 晃司

Miyake Koji



感染リスクを下げ、人々の生活を正常化する

——2020年3月末発表の第5期中長期目標において、産総研は「エネルギー・環境」「少子高齢化」「強靱な国土・防災」という社会課題の解決を目指していくことを示しました。今、新たにそして大きな社会課題となった新型コロナウイルス感染症対策について産総研の取り組みを教えてください。

三宅 所内でアフター・コロナ検討チームを立ち上げて、議論を重ねてきました。この検討チームには、7つの研究領域だけでなく、イノベーション推進本部や広報部なども参加し、課題解決に向けて全所的に取り組むことができる体制としました。現在の最大の社会課題は、コロナの存在を前提としながら、人々の生活を正常化し、社会・経済活動を維持・発展するために感染リスクをコントロールし、早急に下げていくことにあります。その課題の解決に向けて貢献できる所内の技術を探索し、かつ、世の中にある技術調査も行ったうえで、「治療・予防・拡散防止」という3種の技術を抽出しました。

産総研は医療・医薬品開発の専門機関ではありません。私たち産総研が取り組んでいくべき研究開発については、「医療行為とは異なるアプローチで感染リスク低減に資する技術の開発と社会実装」を想定しています。

——研究開発のテーマとしては、現在、いくつあるのでしょうか。

三宅 コロナ対応で取り組むべき研究課題を集めた結果、68もの研究課題がありました。主としてウイルス感染のリスク軽減につながる技術、軽減した環境を測定する技術、その空間にいる人の行動を測る技術などです。これらの技術を融合し、社会活動の再開に向けてどれだけリスク低減が可能であるかの検証を行っています。

研究内容の具体例を挙げますと、CO₂濃度の測定、空気の流れや人の動き、人の流れをシミュレーションして可視化する技術などを駆使し、どのような換気をすればどれだけ空気は入れ替わるのか、大勢が集まる場所ではどのようなところで人が密集しやすいのか、避難する場合はどのような経路・手順で行うのがスムーズなのか、といったことを明らかにする研究などがあります。

——新型コロナ対策にはスピードが要求されます。すでに社会で実際に使われたり、対策に貢献したりした技術があればご紹介ください。

三宅 飲食の場でクラスターが発生することが知られていますが、産総研は、政府からの要請で、飲食時に会話で、口からどのように飛沫が発生するかを可視化計測しました。その結果、飲食の場ではマスクをしないため、その状況での会話が感染拡大に影響を与えるが見えてきました。この結果は第15回新型コロナウイルス感染症対策分科会で報告され、「イベント中の発声がないことを前提にしうる催し物（映画館など）に限定して、収容率を100%以内にすることができる」という政府の方針の決定に貢献しました。

また、事業者と協力し公共交通機関の車内の換気量調査や、民間スポーツ団体からの依頼によるスタジアムなどにおける感染予防に関する調査にも取り組んでいます。

新しい日常に向けて

——今後の展望をお聞かせください。

三宅 コロナ禍の社会課題は医療、福祉から経済、教育まであらゆる領域に及びますが、幅広い研究領域から多様な技術を集めて融合させ、対応できることが産総研ならではの大きな特徴だと言えます。

産総研は2020年3月末に、2020年4月から2025年3月までの第5期中長期目標において、「エネルギー・環境」「少子高齢化」「強靱な国土・防災」という社会課題の解決を目指していくことを示しました。これらの目標は喫緊の新型コロナ対策につながるものではありませんが、アフター・コロナ社会における新しい日常で期待されるイノベーションにつながります。

例えば、少子高齢化という社会課題に対応する省人化や遠隔操作の技術が、コロナ禍で省人化された工場の稼働、生産性の向上につながると期待されます。また、エネルギー・環境制約への対応では、コロナ禍により、日本をはじめ2050年のカーボンニュートラル実現を表明する国が増加していますが、この実現に貢献できると考えています。

日本だけでなく世界中の企業や研究機関・大学が力を結集すれば、新型コロナウイルスを克服できる日がくるでしょう。産総研は、喫緊の新型コロナ対策のみならず、コロナ禍後の「新しい日常」を技術開発で支え、「新しい社会」の発展に総合力で寄与したいと考えています。

大規模集客イベントでの 感染をどう防ぐか？

実地計測からリスクを
評価し、安全につなげる





KEY POINT

コロナ禍において安全に**大規模なイベントを開催**するためには、どのようなことに注意し、どのような対策を立てればよいのだろうか。産総研ではさまざまな分野の研究者が協力し、スタジアムに設置した**CO₂センサ**、**画像センサ**、**音響センサ**などの機器で多様な側面から**選手やスタッフ、観客の行動を測定**し、データを分析することにより、飛沫や飛沫核による感染リスクなどを評価、**スポーツイベント会場での感染抑止**に向けた指針づくりなどに協力している。





地質調査総合センター
地圏資源環境研究部門
地圏化学研究グループ
研究グループ長

保高 徹生

Yasutaka Tetsuo



エネルギー・環境領域
安全科学研究部門
リスク評価戦略グループ
研究グループ長

内藤 航

Naito Wataru



エネルギー・環境領域
安全科学研究部門
リスク評価戦略グループ
主任研究員

篠原 直秀

Shinohara Naohide



情報・人間工学領域
人工知能研究センター
社会知能研究チーム
研究チーム長

大西 正輝

Onishi Masaki



情報・人間工学領域
人工知能研究センター
社会知能研究チーム
研究員

坂東 宜昭

Bando Yoshiaki

スタジアムで 観客の3密状況を計測

保高 新型コロナウイルスの感染拡大が続くなか、スポーツイベントのような大規模な集客イベントは開催しにくい状況が続いています。昨年は、国の定めた指針などに従って、無観客もしくは集客人数や収容率の上限を設定し、感染症対応ガイドラインなどを策定、感染予防を実施して開催していました。集客人数や収容率を限定することで、イベント時の感染リスクは下がることが想定されます。しかしながら、実際にリスクがどの程度下がるのかについて、科学的根拠に基づいた算出はなされていません。スタジアムの中に人を大勢入れたらリスクがどのくらい上がるのか、また、具体的にどのような対策をとれば感染リスクが下げられるのかなどについては、まだまだわかっていないことが多いのが現状です。

イベントには多様な形態があり、人の動きもそれぞれに違い、当然、感染するリスクも異なってきます。実際にイベントを行う側が知りたいのは、そのイベントを開催する場合に、観客を増やすとどの程度リスクが上がるのか、リスクが高い場所がどこにあるのか、どのような対策を講じればより効果的な感染予防ができるのか、ということです。

私と内藤は2020年3月から、東京大学医科学研究所の井元教授、福島県立医科大学の村上准教授らの有志研究チーム(MARCO)と連携して大規模マシギャザリングのリスク評価の検討を進めてきました。リスク評価の中では、実際のスタジアムにおける観客の行動や換気率の情報が重要であ

ることから、これらの現実解を求め、2020年10月、日本プロサッカーリーグ(Jリーグ)と協力し、実際の試合会場で3密状況や観客の行動計測、そのリスク評価を行うプロジェクトをスタートさせました。最初に、FC今治、モンテディオ山形、川崎フロンターレ、北海道コンサドーレ札幌などのJリーグのクラブに協力していただき、公式試合の場でデータを測定して分析結果をモデル化し、現在のJリーグの対策がどのくらい効果的なのかということと、安全を維持しながら観客収容率をどの程度まで上げられるのかといったことを評価することにしました。評価に必要なデータとして、場所ごとのCO₂濃度の変化とスタジアム内での人々の行動を測定しました。

内藤 場所ごとのCO₂濃度計測は、主に私と篠原が担当しています。CO₂濃度は、密閉密集の状態を知る一つの指標になると考えています。室内の化学物質のリスク評価においても、換気は重要なパラメータであり、CO₂濃度は部屋などの換気状況を知る指標としてよく用いられています。地下鉄などの換気実験でもCO₂濃度を指標として使用しています。

ただ、CO₂濃度では、人間同士がどのくらい密接しているかはわかりません。このとき頭に浮かんだのが、ステレオカメラ画像を用いて人流計測を行い、そこから混雑状況のモニタリングなどを行う、人工知能研究センターの大西が研究している技術でした。あの技術を使えば密接の状態は計測できると思い、早速、大西に連絡を取りました。Jリーグとの最初の打合せから2日後だったと思います。

大西 私はこれまで、花火大会会場やスタジアムの周辺でどのように混雑を回避するか、コンサートホールでは災害時にど

のように誘導すればスムーズに避難ができるかなど、ずっと群衆の動きを対象とする研究をしてきました。私が担当するのは、カメラの画像とAIを使い、人がどこに何人いて、それぞれの距離はどのくらいであるかを自動で算出して、人々の密集、密接の度合いを計測することです。コロナ禍以前から、茨城県立カシマサッカースタジアム試合時の混雑解消のための人流計測を行っていましたが、今回は混雑解消ではなく、人と人との距離をどのようにとるかという新しい課題に挑戦することになりました。

保高 私自身は、福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性Csや土壤汚染、休廃止鉱山のリスク評価／管理やコミュニケーションの研究をしてきました。今回は、各研究者が捉えたデータを束ね、暴露経路ごとにリスクを分類・評価し、どの場所のどのような行動が感染リスクとなっているのか、どのような対策が有効かを検討する役割を担っています。新型コロナウイルスの感染経路は、主に飛沫感染、接触感染、飛沫核(空気)感染です。内藤、篠原のCO₂濃度計測によって密閉度・密集度がわかれば空気感染によるリスクもある程度わかりますし、大西の画像解析技術によって人々が近い距離にいとわかれば飛沫感染のリスクが推定できます。

2万人を超えるイベントのリスクを評価する

保高 当初の計画では、観客の感染リスク評価だけを予定していたのですが、選手や審判、スタッフなどのリスクも重要だという話になり、全体を把握するためにスタジアム内のロッカールームや審判室など選手やスタッフが活動する場所も計測することに変更しました。Jリーグのクラブチームの協力のもと、11月、12月には計4スタジアム、6試合で計測し、そこである程度の知見を得ることができました。

篠原 屋外スタジアムの場合、スタンドには試合開始前から終了まで長時間大勢の観客がいますが、屋外なので換気は常時できており、CO₂濃度の増減があってもノイズ程度の差でしかありません。

一方、ロッカールームや審判室は試合中のCO₂濃度が低く、ハーフタイムには上昇しますが、試合後半が始まると減衰していくことから、室内の換気がなされていることが把握できます。これまでの計測結果から、CO₂は人が大勢いるときによ

り高まり、人数が少ないときには下がることが明らかになっていますから、CO₂濃度は換気の指標としてだけではなく、人の密度の指標としても使えると考えました。正確に人の密集度を測定するにはカメラを用いるのがよいのですが、トイレやロッカールームのように撮影のできない場所もあります。そういう場所ではCO₂濃度から判断するなど、状況に応じて複数の技術を併用することで全体を把握することができるわけです。

保高 これらの知見をもとに、ルヴァンカップ決勝戦での計測に臨みました。新しくなった国立競技場で行われたこの試合にはこれまでの計測で最大となる2万4000人を超える人が入場しました。

篠原 CO₂センサはスタジアム各所(メインスタンド階段や通路、トイレ、売店)のほか、ロッカールームや審判室などの室内にも設置しました。試合当日には合計32台のCO₂センサを設置しました。



CO₂センサ

客席やコンコース、トイレ、選手や審判の控室などに設置して二酸化炭素濃度を計測する。濃度の値や上昇の仕方によって密閉や密集の度合いがわかる。



大西 人の行動を計測する方法として、3種類のセンサを設置しました。まず、一画面で1000人ほど撮影できるカメラを用いて、応援方法やマスクの着用状況など観戦中の観客の行動はどのようなものかを画像から把握することにしました。次に、距離を計測するセンサを用いて、入場ゲートを入った観客がコンコースでどのような経路で動いているのかも測定し、さらに、ロッカールームや審判室にも別のタイプの距離を計測するセンサを設置しました。

人々のそれぞれのふるまいについては、撮影した画像からAIが自動で個別に識別していきます。また、試合が盛り上がったときに観客が興奮している様子、声を出している様子などと、各所に設置されたCO₂センサの数値を突き合わせて

高リスクの状況を抽出していくのも、AIが自動で行います。

ここで、会話、つまり音のデータもリスクを評価する指標となるのではと考えました。密接であっても会話のありなしで感染リスクは変わりますし、換気のよい屋外であっても近くでマスクなしで会話をすればリスクは高まります。ロッカールームなど狭い空間に人が密集する場所においては、人と人との距離だけでなく音も計測したほうが、飛沫感染のリスクをより正確に測定できるのではないかとということで、音響信号処理の研究をしている同じ社会知能研究チームの坂東にも参加してもらうことにしました。

坂東 私はふだん、街中などの騒音の中で複数の人が話している声を、それぞれの人の話し方の特徴や聞こえる方向などに基づいて同定し、分離する研究を行っています。今回は話者の位置や会話量、声の大きさの情報から、その空間に飛ぶ飛沫の量を間接的に把握し、リスクの高低の評価につなげていくために、ロッカールームに音響センサを設置して音イベントデータを取得しました。

音響センサといっても、個人の会話を録音することに抵抗のある人は多いですし、ロッカールームでの会話は試合の戦術などにかかわることも多く、チーム側も音声の測定を受け入れにくいという事情がありました。そのためここでは会話自体の録音はせず、あくまで音声を音の塊として捉え、どの方向からどの程度の大きさの音イベントが発生しているかという情報だけを取得するようにしています。ロッカールームについては、その音響データと画像データを突き合わせることで、どこにいる人がどの程度話しているのかということも推定することができます。

保高 感染リスクは、滞在期間中におけるウイルスの暴露



■ 一画面で1000人ほど撮影できるカメラ

両チームゴール裏の席を撮影して画像認識によって人の位置やマスクの有無、応援方法などを推定する。密集や密接の度合いがわかる。

量で評価されます。そのため、CO₂濃度などセンサによる測定の結果と、各空間に何人がどの程度の時間滞在するかといった行動測定の結果、呼吸量や会話数などの一般的な暴露パラメータなど、感染にかかわる要素を組み合わせるリスク評価をしていくことになります。

実際の評価はこれからですが、例えば、屋外は人が大勢いても換気が十分されるので、マスクをして会話量が少なければ感染リスクは低い、トイレは密集状態になりやすくても、一人ひとりの滞在時間が短く、マスクをして会話をしないために感染リスクは高くない、などが評価できることになります。一方、狭い部屋に複数の人がいて会話量が多い場合には、相対的にリスクは高くなります。

これらの計測結果を、1月12日にJリーグと産総研で発表しました。Jリーグのシーズンは2月下旬に始まるので、測定結果を早めに公表し、今年度のシーズン運営の方向性を検討する情報として活かしていただきたいと考えています。

イベントごとに測定・評価し、考えることが重要

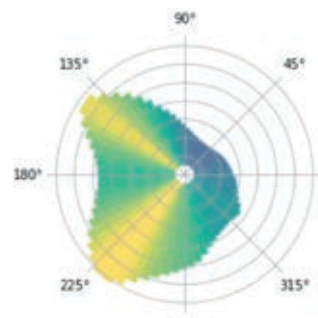
保高 今回の測定結果がJリーグの運営の方向性や対策づくりに役立てられたとしても、あらゆる大規模集客イベントがJリーグと同じ方針で実施できるかという点、決してそうではありません。イベントごとに特徴も来場者の属性も異なり、感染リスクが高くなる場所や防止対策もそれぞれ異なるからです。

例えば、サッカーは屋外競技場がメインで使用され、競技場も広いことから選手と観客の距離が離れていますが、バス



音響センサ

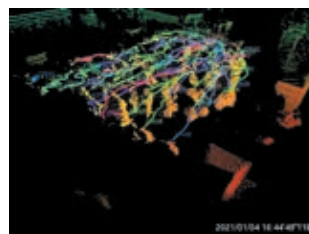
ロッカールームに取り付けて音のなっている方向と大きさを計測する。画像センサと統合してどの人がどのくらいの大きさの声で話しているかを特定することができる。



ケットボールは屋内施設の競技であり、選手と観客の距離はかなり近くなります。

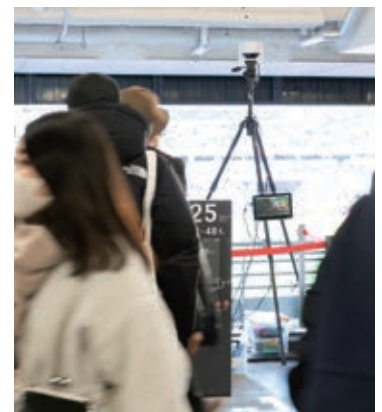
大西 同じ大きなスタジアムを使用する競技でもサッカーと野球では異なる点がありました。例えば、サッカーの試合ではトイレはハーフタイムだけ混雑しますが、野球の場合は応援するチームが守備の間やインニング間などバラバラにトイレに行く傾向にあります。今後は、それぞれのスポーツイベントの特徴に合わせた対策につなげていく必要があります。

内藤 それぞれイベントごとに特徴が異なるとは言っても、測定を重ねることにより、私たちは今後、どのようなイベントの



距離計測センサ

出入りロケット付近にコンコースの状態が撮影できるように設置し、各観客の半径2メートルの範囲に何人の人がいるかを計測する。密集や密接の度合いがわかる。





産総研ならではの多彩な技術で 社会に貢献したい

保高 今回は、研究者それぞれの力を結集することによって課題解決につなげる取り組みができたと感じています。また、この調査はJリーグや各クラブ、スタジアムの皆様に協力いただいたからこそ行うことができました。社会に役立つ技術を開発するには、いろいろな場面で協力していただける方々が必要であり、ここで関係者の皆様に改めて感謝申し上げます。

大西 コロナ禍で大規模集客イベントはすべて何らかの制限を受けました。そのような中、今回の測定を通して、私たちの技術によって人々が安心して集まれる環境づくりに少しでも貢献できればうれしいです。

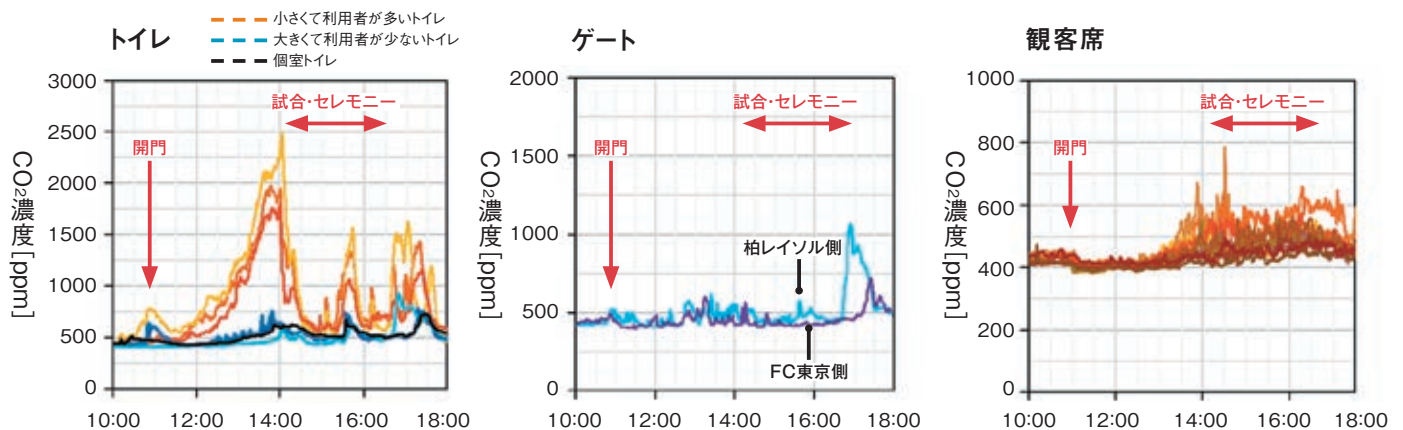
坂東 今回のプロジェクトの中で、私の音響処理技術の研究

きに何を計測すればよいかということについて、ある程度助言できるようになるでしょう。

産総研はスポーツイベントのほか、映画館や地下鉄、神社など、さまざまなところで測定を行ってきているので、それらの結果と合わせることで、さらに詳細な評価ができるようになるはずです。

■ 国立競技場のトイレ、ゲート、観客席でのCO₂濃度の変化

CO₂濃度から、観客席では十分に空気による希釈がなされていること、またトイレやゲートでは一時的に濃度が高まる時間帯・場所があることが明らかになった。



がさまざまな計測につながり、今起きている問題の解決に貢献できることがわかりました。私たちの持っている技術を、社会に少しでも還元していければと考えています。

篠原 私は今回の測定結果を発表するときに、同時に換気の限界もアピールすることが重要だと考えています。接触・飛沫・空気感染の3つの感染経路のうち、換気によって防げるのは空気感染だけです。CO₂濃度が低く、換気が十分な場所であっても、接触感染や飛沫感染は防ぐことはできません。マスク、手指消毒、人との距離を保つことを行っただけで、さらに換気もするのだということを、しっかり伝えていく必要があるでしょう。

内藤 さらに言えば、測っただけでは誤解を与えることもある、ということを忘れてはならないと思っています。測ることの意義はどこにあり、それを測ることでリスク低減にどのくらい寄与するのか、そして、それをどのように伝えるのか。

結果を誤解なく社会に出していくことは、私たちの課題でもあります。

保高 研究者ができることは科学的根拠を提示することです。ただし、科学的な根拠を提示したとしても世の中が動くとは限りません。実際に対策を検討し、意思決定する者（例えば、今回はJリーグ）に情報を提供し、意思決定に役立てることも重要と考えています。今回の成果を、世の中をよい方向に動かすために使っていただけたらうれしく思います。

産総研には、個人で専門分野を深めていくことが向いている人、個人での研究のほかに、ネットワークをつくって幅広い領域をカバーしていく人など、さまざまなタイプの研究者がいます。今回、このような幅広いメンバーと連携できたことで、多くの新しい視点が生まれました。これからも多領域をもつ産総研ならではの技術力と研究者のネットワークで、社会に貢献していきたいと思っています。



大規模イベントを実施するために必要な「現状」を計測しています。これらの計測技術を活用したい方はぜひご連絡ください。

産総研
地質調査総合センター
地圏資源環境研究部門

✉ geore-web-ml@aist.go.jp

産総研
エネルギー・環境領域
安全科学研究部門

✉ webmaster_riss-ml@aist.go.jp

産総研
情報・人間工学領域
人工知能研究センター

✉ airc-info-ml@aist.go.jp

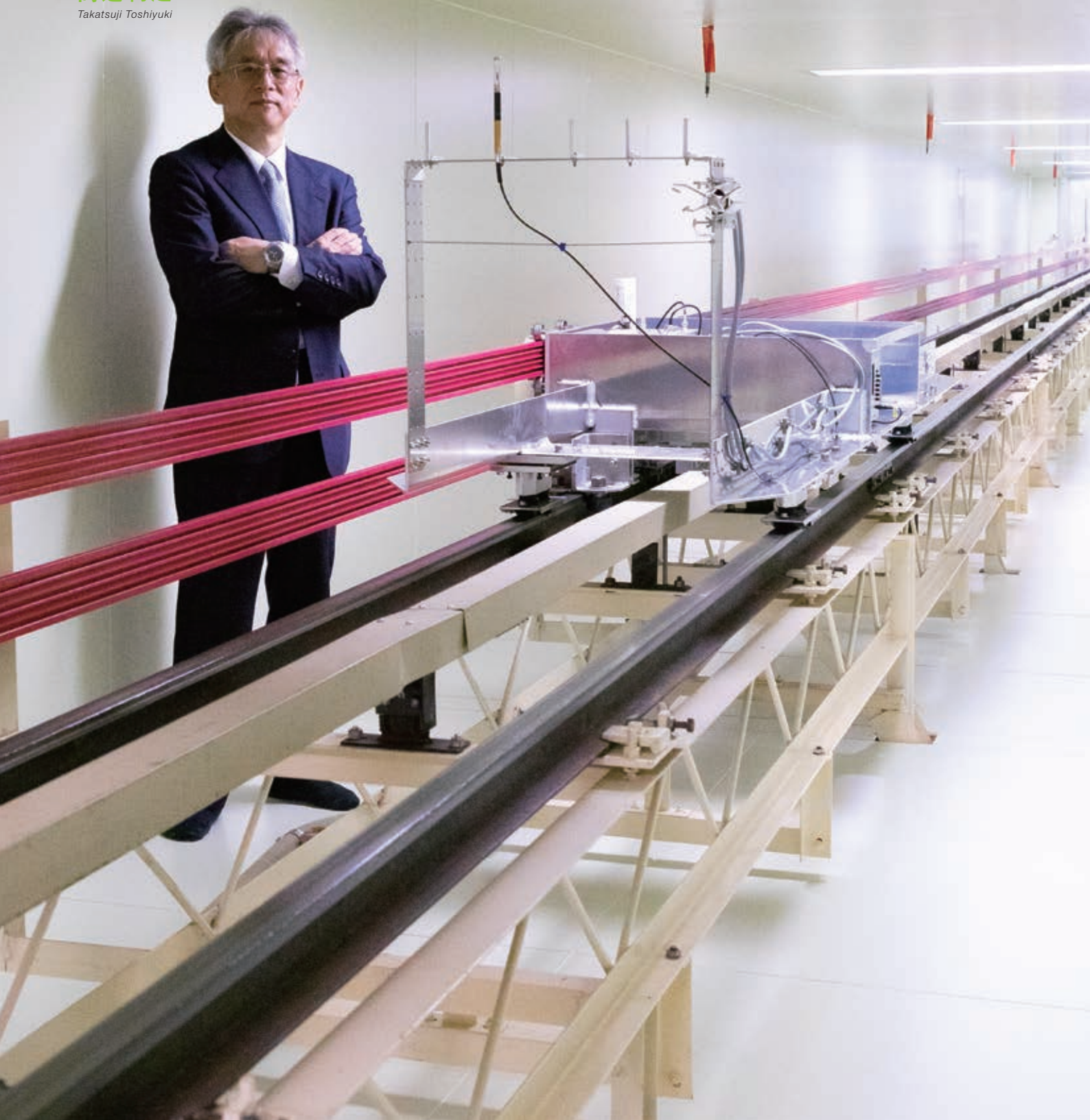
本当に気流制御による ゾーニングはできているか？

空気の流れを計測し、感染リスクの低減につなげる

計量標準総合センター
研究戦略部
上席イノベーションコーディネータ

高辻利之

Takatsuji Toshiyuki





KEY POINT

新型コロナウイルスの感染リスクが高い医療機関などでは、少しでも**感染リスクを下げる**ために**気流制御によるゾーニングが導入**されている。しかし、もし室内の気流が想定通り動いていなければ、ゾーニングの効果は発揮されない。産総研では、**室内の空気の流れを常時モニタリング**できる、**安価で高精度な三次元微風速計の技術開発**および**商品化**の可能性を企業に提案、高い信頼性を担保する仕組みも含め、包括的に社会へ実装されることを目指している。

プッシュプル装置やエアカーテンを効果的に使うには？

新型コロナウイルス感染症が蔓延し、いかに感染を防ぐかが社会の重要な関心事となるなかで、感染リスクを下げるためにさまざまな方法が提案され、実行されている。特に新型コロナウイルスの感染者も非感染者も訪れる医療機関においてどのように感染を防いでいくのかは、解決すべき喫緊の重要課題だ。

医療機関で感染防止に用いられる設備としては、中の気圧を外よりも低くすることによって、中の空気が外に漏れないようにして感染の拡散を防ぐ陰圧室や陰圧テントがよく知られている。しかし、これらは、いわゆる「設備」であり、既存施設の状況に応じてフレキシブルに用意するのは難しい。そこで導入されつつあるのが、プッシュプル装置やエアカーテンのような、室内に後付けできる気流制御装置である。

プッシュプル装置は、一方から風を流し、もう一方でその風を吸い込む2枚1組のパネル状の装置である。医療従事者などが風上に、患者が風下に位置することで、患者の飛沫を浴びることを避け、感染リスクを低減することを目的としたものである。

エアカーテンは一方向に風を吹き出し、気流によって空間を分け(ゾーニング)する装置である。夏場にビルの入り口付近で、外の熱気が内部に侵入するのを防ぐために広く使われている。医療機関などでは、感染者のいる区域とそうでない区域の空気が混ざり合わないよう、エアカーテンで両者の空気を遮断する。ただし、激しい乱流混合を生じさせるとゾーニング効果が逆に低下してしまうため、気流の最適化には細心の注意が必要だ。

今後、もし感染者が爆発的に増え、体育館のような広い空間に患者を収容せざるを得なくなった場合、各ベッドの左右にプッシュプル装置を配置したり、エアカーテンで患者のいる区域とそれ以外の区域を区別したりすることで、非感染者がウイルスにできるだけ接触しない環境が作れ、感染拡大が防止できるのではないかと考えられている。

しかし、これらの気流制御によってゾーニングできるのは、あくまで装置を設計した意図の通りに空気が流れている場合である。実際の病室では、ドアや窓が開いたり、ベッドの横を人が通ったりする。そのような日常の行為ひとつで気流は瞬時に乱れてしまう。果たしてそんなときでもウイルスはプッシュプル装置から出た気流に乗って、拡散されることなく、設計通りそのままの装置に吸い込まれていくのだろうか？

計量標準総合センターの高辻利之は言う。

「もし、実際の気流が想定と異なり、横で人が動くたびにウイルスが未感染者の方に流れていたら、感染リスクを低減するつもりで装置を設置しても、実際は有効ではないことになってしまいます。確実に感染リスクを減らしていくためには、まず、実際に空気がどう流れているのかを測定したうえで、適切な感染症対策を行う必要があるのです」

産総研の計量標準総合センターは「はかる」ことのプロフェッショナル集団である。高辻らは感染リスクの低減に向け、まだ十分に把握できていない室内の空気の流れ方について、世界最高レベルの計測技術をもって測定を行うことにした。

実際に精度よく測定しなければわからないことがある

例えば、新型コロナウイルス感染症の初動対応として必須

の胸部レントゲン診断を行うためにX線測定車を用いる際、車内の換気扇は相当強力で空気を吸い込むのだが、それでも実際に車内の気流を測定してみると、換気扇から離れた場所では空気が淀んでいることが明らかになったという。

部屋の換気も同様だ。換気の際には窓を2カ所開けることが推奨されているが、それでも窓から離れたところの空気は、十分に交換できていないかもしれない。

「病院だけではなく会社の執務室、学校など、人が集まるあらゆる場の空調設備に関して、どのように風が流れるのかを把握しておくことは、感染症対策として大変重要になるでしょう。気流を把握するには、気流センサが必要です。気軽に使える安価な気流センサを空間内にいくつも設置し、その場の空気の流れを常時モニタリングすることができれば、科学的にエビデンスのある感染症対策につなげられると考えられます」

問題は、安価で精度の高い気流センサがまだ世の中にはないということだ。

微風速も風向も測れる 安価なセンサの開発をスタート

気流センサにはそれぞれ特徴の異なるいくつかの種類がある。超音波風速計はとても高精度で微風でも風向きも捉えることができるが、価格が非常に高い。熱式風速計は超音波

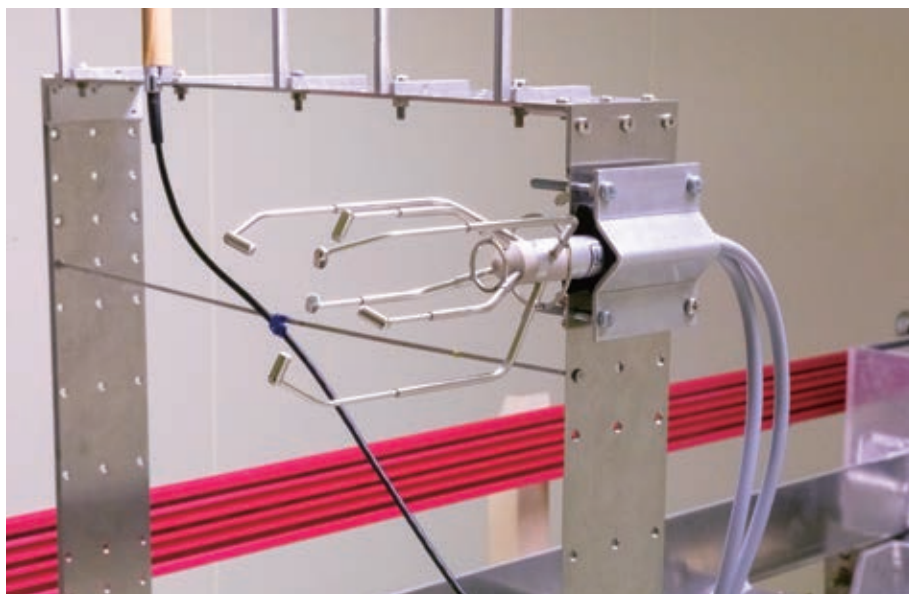
風速計より安価である一方、微風になると正確な把握がしにくくなることに加え、現在販売されている製品はどの方向から風が吹いているのかを捉えることができないものが多い。微風の強さと風向を合わせて計測することは、実はまだ容易なことではないのだ。

しかし、今、医療現場で導入されつつあるプッシュプル型の気流制御装置が効果的に稼働しているかを知るためには、設定されている0.3 m/sec程度の微風速と、想定している方向へ気流が流れていることが計測できなければならない。

「そこで私たちは、気流制御によるゾーニング効果の検証を高精度に行うという最終的な目標に向け、もともと計量標準総合センターが所有している微風速計の精度向上を進めるとともに、安価な三次元微風速センサ(全方位の風向きを計測できる微風速センサ)と、微風速センサの校正装置を開発するプロジェクトも開始しました」

産総研つくばセンターの地下には、風速計の精度を測るために、100 mを超える風洞がある。そこには、0.05 m/secまで測れる国家標準の計測設備がある(16ページ写真/うち微風速センサは下の写真)。地下にあり安定した温度環境にある無風状態の風洞内を、風速計の乗った走行台車を50 m走らせることで相対的に風速を計測する仕組みだ。台車の移動速度をレーザ干渉計で測定することにより、風速を知ることができる。

高辻らは、市販の安価な三次元微風速センサを片端から



◀地下の風洞で精度検査中の高精度三次元微風速センサ。
このセンサは全方位の風向きを0.05 m/secまで計測できる。

計測し、一方向の風だけ計測できる安価な微風速センサをいくつか組み合わせることによって、三次元計測が可能な風速計ができるというめどをつけた。それは超高精度というわけではないが、職場や家庭での感染症対策に必要な精度は満たせる風速計である。

「開発している風速計の精度を調べるのは私たちの得意なところ。試作品をつくっては校正し、さらに精度を上げるべく改良を続けています」

高辻らは、こうして開発した三次元微風速センサをサンプルとして、企業に提供していきたいと考えている。企業がセンサ開発に乗り出し、安価な風速計をつくるためには、精度測定にかかる時間とコストを少しでも減らさなければならない。そのことも想定して、現在トンネル内にもうひとつ小型のトンネルを設置し、効率よく高精度の計測ができるように計測設備全体を更新しているところである。

安心して暮らせる安全な社会のために 産総研の計測技術を役立てたい

このプロジェクトは感染リスクを低減させるという社会課題の解決を目指すものだが、高辻らが行っているのは、あくまで「気流を正確に測ること」である。

「気流を計測しても、それだけで感染防止率がわかるわけではありませんが、気流制御装置が正しく使われ、きちんと空間がゾーニングされているのかどうか、計測して把握しておいた方がよいのは間違いありません。実際にゾーニングできているかどうかを、開発した装置を使って計測し、検証する予定です」

現時点ではまだ具体化しているわけではないが、今後、医学・衛生学の専門家や環境評価分野の専門家などに



データを提供するかたちで社会実装につなげていく方法を探っていくべきと考えている。来年度以降、三次元計測のできる安価な微風速センサの開発を本格化させ、将来的な実用化を進める。

高辻は研究過程で得られた成果を企業などに広く開示していくと言う。それは、企業にも微風速センサの必要性を認識してもらい、積極的に開発に取り組んでほしい、そのための協力は惜しまないという高辻の思いの表れでもある。

今回の研究はコロナウイルス感染症をどう予防できるかという喫緊の社会課題からスタートしたが、飛沫感染や空気感染する感染症はコロナだけではない。微風速計測の技術によって気流制御によるゾーニング効果が明らかになれば、今後、気流をうまく制御することで、大勢の人が集まる場などで空間をゾーニングし、感染リスクを下げるだけでなく、より快適に、より安全に暮らすことのできる社会の実現につなげることができる。産総研ならではの高度な計測技術は、測ることで社会基盤を支えるだけでなく、社会課題の解決にも積極的に貢献していくだろう。

「はかる」ことでわかることがあります。微風速の計測を活用してみたい方はぜひご連絡ください。

産総研
計量標準総合センター
工学計測標準研究部門



〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第3



nmij-info-ml@aist.go.jp



<https://unit.aist.go.jp/riem/index.html>

<https://unit.aist.go.jp/riem/gf-std/>（気体流量標準研究グループ）



LINKの先にあるのは「技術を社会へ」
そんな思いをのせたコミュニケーション・マガジン
「産総研LINK」をお届けします

Search

産総研LINK



産
総
研

LINK

技術を社会へつなげるコミュニケーション・マガジン

産総研LINK No.33 2021年1月発行

編集・発行 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
問い合わせ 広報部 広報サービス室 出版グループ
〒305-8560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1
TEL : 029-862-6217
E-mail : prpub-ml@aist.go.jp

次
号
予
告

2021年3月号

東日本大震災から10年。
3月号では地質の研究を特集します。



■ 禁無断転載 ©2021 All rights reserved by the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
■ 所外からの寄稿や発言内容は、必ずしも当所の見解を表明しているものではありません。
■ 「産総研LINK」へのご意見・ご感想がございましたら、上記E-mailまでお寄せください。今後の編集の参考にさせていただきます。

