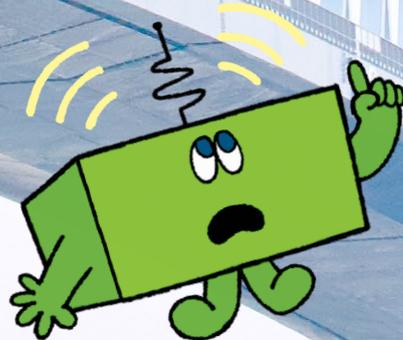


がんばる、 センサー



第2特集

“おもてなし経営”とは何か？

Special Report

「ダイバーシティ経営企業100選」と「なでしこ銘柄」

特集1 社会や暮らしの課題を解決!



04

がんばる、センサー

「見える化」で変わる

06

社会インフラのメンテナンス

素朴なギモンを徹底調査!

08

センサー探検隊



もう、始まっています。

10

センサーで節電!

12

センサーが導く新しい未来の姿

経済産業省 担当者の声

13

「シーズ」主導の開発から
「ニーズ」起点の課題解決へ



16



17

特集2 高付加価値化、差別化のカギ!

14

“おもてなし経営” とは何か?



16

“おもてなし経営”の現場から

株式会社都田建設/株式会社物語コーポレーション

18

これが、わが社の“おもてなし経営”

Special Report

20

「ダイバーシティ経営企業100選」と 「なでしこ銘柄」

～企業競争力を強化するためのダイバーシティ経営とは～

24

シンボルマーク探訪 vol.13

ダイバーシティ経営企業100選ロゴマーク

METI

Journal

Contents 6・7月号

編集・発行/経済産業省大臣官房広報室
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
TEL.03-3501-1511(代表)
編集協力/株式会社コンセント

CLICK!

をクリックするとより詳しい
情報にアクセスできます。



この橋桁、
傾いて
ないかな

あ、今
重すぎる
トラックが
通ったぞ!

社会や暮らしの課題を解決!

がんばる、 センサー



今日は
いつもより
通行量が
多いなあ

その独特なフォルムから“恐竜橋”とも呼ばれている「東京ゲートブリッジ」。眺めてみると、確かに2頭の恐竜が向かい合っているような形をしています。

ユニークなのは外観ばかりではありません。その巨大な身体の中に、“微細な神経”が張り巡らされているのをご存じでしょうか？ しかもこの神経網、実は今の日本が抱えるさまざまな社会課題の解決へとつながるステップとして、注目されているのです――。

その神経とは、「センサーによるモニタリングシステム」のこと。橋脚中央部の路面下などに、さまざまな種類のセンサーを装着。各センサーがひずみや振動、傾斜などのわずかな変化も見逃さず測定することで、橋梁全体の健全度を常時チェックする仕組みです。

経済産業省では、今年度から「社会課題対応センサー

システム開発プロジェクト」をスタートさせました。その目的は「省エネ型の超小型センサーおよび制御システムの研究開発」。また事業目標は、①社会インフラ②農業③健康医療などが抱える社会課題の解決です。

具体的には、センサーシステムの応用で、①橋梁や道路、建物などの異常・損傷を把握し「インフラを維持管理する」、②温度や湿度などの栽培環境をモニタリングし「農作物を適正管理する」、③血圧や血糖値などの生体情報を計測し「三大疾病などの早期発見・重篤化を防止する」こと。東京ゲートブリッジのモニタリングシステムは、その活用イメージの一つです。

でも「どうしてセンサー」なのでしょう？ そして、そこでは「どんなセンサー」求められ、現状はどうか――。さまざまな角度から、施策の全体像を探ってみました。

「見える化」で変わる

社会インフラのメンテナンス

「橋に“神経と脳”をつける」——。東京都市大学の三木千壽教授は、「橋梁モニタリングシステム」の開発を、こう表現します。長年にわたりインフラの構造設計やメンテナンス研究に携わってきた三木先生に、センサーシステムの現状と方向性、さらに課題について伺いました。

国 民社会を支える橋梁やトンネル、道路などの劣化が、近年問題となっています。これは社会インフラの整備が、1960～70年代にかけての高度成長期に集中して行われたため。三木先生によると「これだけ特定の期間に集中しているのは世界でも特異な現象」。国土交通省の統計資料によると、今後10年で建設後50年以上経過する道路橋やトンネルの割合は、約4割にも達すると見られています。

動態観測から「予防保全」へシフト

「いま世界的に見て橋梁の設計供用期間は、おおむね100年。きちんとメンテナンスしていけば、それくらい持ちます。しかし1960年代に建設された構造物は、その後の交通量の飛躍的な増大などもあり、少しずつ不具合が出始めている。また地震への対応も大きなテーマです。すべての社会インフラに対し、いかに同一レベルの『安全性』と『安心感』を付与していくか。それが今、我々が直面している問題といえます」

三木先生は、80年代から橋梁の疲労問題に着目。それ

以降、新幹線や首都高速道路、主要国道の高架橋など、メンテナンスの研究に数多く携わってきました。そして、10年ほど前からはセンサー技術を使った構造物チェックの研究に着手。横浜ベイブリッジ下路(国道357号線)の開通の際には、光ファイバーセンサーによるモニタリングシステムの開発も行なっています。

「センサーによる構造物チェックは、実は早くから試みられていましたが、橋が設計どおりに動いているかどうかという動態観測が主でした。私たちはそこに光ファイバーセンサーという新技術と、橋梁の健全度を確認する『予防保全』という新たな概念を持ち込んだのです」

東京ゲートブリッジでは、その建設と平行して、ひずみ計や加速度計、変位計など、さまざまな種類のセンサーを開発。“橋の劣化進行シナリオ”に従い配置しました。

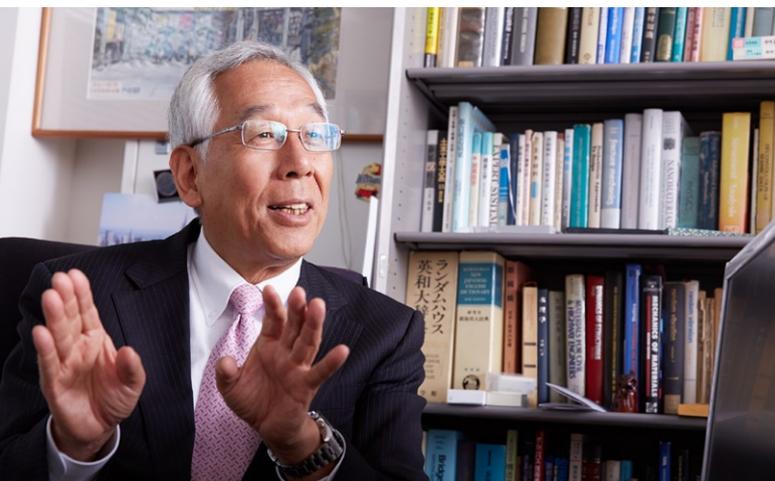
シナリオというのは、最新の解析技術を駆使した疲労度合いの見立てや強い地震をうけたときの損傷の進行などのこと。予防保全で重要なのは、構造設計や維持・保全に対する幅広いスキルとノウハウ。その知見のもとに「どんなセンサーを、どこにどれだけつけ、どんなデータをとるか」を決めていくのです。

リアルタイムで送受信されるひずみ・振動・傾斜などの膨大なデータ。それを収集・解析するのが情報センターの役割です。「センサーが神経なら、コンピュータは脳。それをつなげるのが、最新のICT(情報通信技術)。この3つが進化したことで、現在のモニタリングシステムができました。しかし今後へ向け、未だ複数の課題があります」と三木先生は指摘します。

「コストベネフィット」の議論が不可欠

三木先生が指摘する課題の一つは、センサー自体の性能です。例えばセンサー用の電池の寿命。「いま電池寿命が1年程度といわれています。しかし現在行われている点検員による橋の目視点検は5年に1回。せめてこの期間は持たせる必要があるでしょう」。

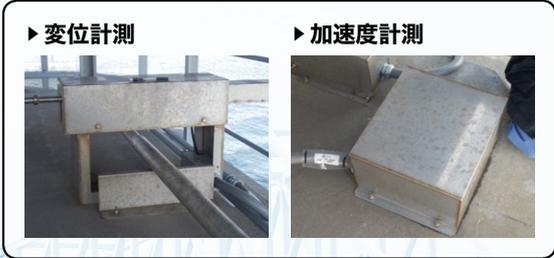
経産省のプロジェクトでは「省エネ型(自立電源・無線



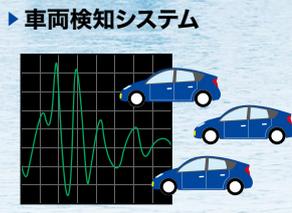
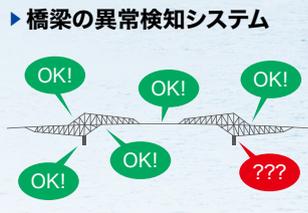
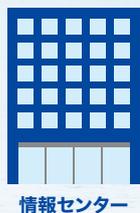
三木千壽(みき・ちとし) ●東京都市大学 副学長/総合研究所教授
1947年徳島県生まれ。72年東京工業大学大学院修了。東京工業大学助手、東京大学助教授、東京工業大学教授、東京工業大学副学長などを経て、2012年から現職。現在は国土交通省の社会資本整備審議会「道路メンテナンス技術小委員会」の委員長も務める。

東京ゲートブリッジ 橋梁モニタリングシステム

東京ゲートブリッジの「橋梁モニタリングシステム」では、光ファイバー系のセンサーを採用。入射光に対する反射光の変化からひずみや振動などを計測する。地震などの「災害時」はもとより「平常時」も長期間モニタリングすることで、継続的な劣化・損傷の早期検知に貢献。光ファイバーは有線のため、敷設工事の手間やコストが課題となることから、「無線化」への取り組みが進められている。



光ファイバーで計測データを転送



通信・メンテナンスフリー)」の超小型センサーの開発を目指しています。人による点検実施が困難な場所へのセンサー設置を想定するとき、熱や光を電気に変える「自立電源」は必須の性能といえるかもしれません。

またセンサーの価格もポイントです。「いまの光ファイバー系のセンサーでモニタリングシステムを構築すると1000万円オーダーもかかる。これでは全国の橋梁メンテナンスに使うのは現実的ではありません。現在MEMS（微小電気機械素子）技術でセンサーも安価になりつつあります。今後は性能とコストを考慮しながら、この分野での研究が重要となるでしょう」。

それにもう一つ、何よりも大きな課題は「コストベネフィット（費用対効果）の視点」です。

「社会インフラの維持管理へ、どのくらいコストをかけるのか。それを誰が負担するのか。そのコストベネフィットや、メンテナンスへの研究開発投資を含め、全員で議論し共有することが重要です」と三木先生。「例えば首都高の道路橋一つを取り替える場合、通行止めなどの影響で、その社会的損失は1000億円を大きく超える可能性があります」。こうした社会インフラが、全国各地に

あるという現実——。橋梁や道路の老朽化で被る社会的リスクは、私たちの想像をはるかに超えるものがあります。「さらにあわせて考えるべきは、新たなビジネスモデルの構築です。これまではインフラの新設に比べ、維持管理分野は後回しにされがちでした。しかし今後は産業界を巻き込んだ形で、維持管理の投資に対するリターンがきちりとれる仕組みにしていかなければ、民間企業もビジネスとして参入しづらいに違いありません」

新たなセンサーシステムを確立するためには、まだまだ多くの課題が残されています。今回のプロジェクト事業では、そうした「課題」や「現場ニーズ」を把握することから着手し、ユーザーとともに実証研究を進めていく計画です。

「日本のインフラが見事に生き返った。それは、センサーを活用したことが要因である——。いつか、そんなふうに言われる日がくるといいですね」

センサーのポテンシャルに集まる期待感は、今後、ますます高まっていきそうです。

CLICK! ● 東京ゲートブリッジ ● 東京都市大学

素朴なギモンを徹底調査！

センサー探検隊

探検隊員1号



探検隊員2号

いつもそこにいる存在 センサーに守られる社会へ



1号 自動車、エアコン、デジカメ、スマホ……。センサーって、本当にあちこちにあるんだね。



2号 でも、いったいどんな働きをするものをセンサーというのかな？



藤巻 やかんでお湯を沸かすと、ピーっと鳴って知らせてくれるでしょう。また、ドアベルは人が来たことを教えてくれますよね。センサーというと電波信号を発信する機器というイメージがあるかもし

れませんが、こうしたものも立派なセンサーの一種なんです。簡単に言うと「人の代わりに何かを感じとる」、そして「人に知らせたり、人の代わりに何かをさせるための指示を出す」。これがセンサーなんです。



1号 なるほど～！ 人間の感覚の延長線上にあるイメージですね。



藤巻 そう。ズバリ、ネーミングの由来は「センシング=感じる」。人間には見えないものを見えるように、そしてより正確に察知してくれる機器などがそうですね。みなさんの周りには、いつも何かのセンサーがあるはず。広く浸透しているからこそ、社会のいろんな課題の解決に貢献できる可能性もあるわけです。



2号 将来、どんな便利なセンサーの登場が期待できますか？



藤巻 私が研究しているのは、体内のタンパク質などを検知するためのバイオ・センサーです。生活習慣病が大きな問題となっていることはご存じでしょう。疾患は気づかないうちに進行しますが、初期には小さな変化があることが分かっています。そこで、より高感度なセンサーがあれば、いち早く発見して予防につなげることができます。現在は採血で数値を計っていますが、いずれ、血を抜かなくても診断できるようなセンサーも完成するかもしれませんね。



2号 みんなの健やかな暮らしにも役立つんですね！



藤巻 さり気なく、自然にセンサーが人を守っている。そんな世界に、少しずつ向かっているんですよ。

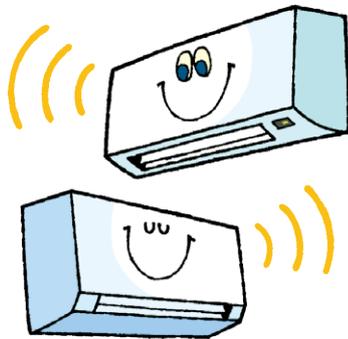
人間には見えないものを見せてくれる存在です

藤巻 真先生

←産業技術総合研究所情報通信・エレクトロニクス分野研究企画室企画主幹。工学博士。2004年よりセンサー開発に従事。

CLICK!

産業技術総合研究所



▶ エアコン

温度センサーはもちろん、近年は「人がいる・いない」を判別できる赤外線センサーを搭載した機種も登場。部屋の状況に応じて冷暖房をコントロールします。



▶ 自動車

エンジンの回転数を確認する、車間距離を計測する、ブレーキを自動制御する……。随所に配されたセンサーが、安全なカーライフを支えています。



▶ スマホ

自分が歩いている方角を正確に示したり、本体を傾けて遊ぶゲームがあったり。加速度センサーなどを搭載することで、多彩な機能を可能にしています。

なかなか意識することはないけれど、実は暮らしのさまざまなシーンで活躍中——。
 そんな頼れる「センサー」って、そもそも何者？ どんな場所で、どういう働きをしているの？
 基本の「キ」から今後の可能性まで、2人の専門家に聞きました！

センサー同士がおしゃべりする!?

 **1号** これからのセンサー開発のキーワードって何だと思う？

 **2号** 確か、「小型化」だと聞いたことがあるような気がするよ。

 **今仲** はい、それも重要な要素の一つですね。では、まずはセンサーがどこまで進化しているのかをおさらいしましょう。「これはいる、いらぬ」など、情報を識別して処理できるようなセンサーを「スマートセンサー」といいます。この性能がさらに高まって「超スマート」になると、センサー同士が「おしゃべり」するようになるんですよ。

 **1号** えっ、どういうことですか？

 **今仲** 例を挙げますと、小さな部屋であれば、お掃除ロボット1台で十分。しかし広い場所なら、何台かで手分けしたほうが効率的でしょう。その際、センサーを活

用して「ここは終わったから大丈夫」という具合に情報をやり取りする。これがセンサーのおしゃべりです。

 **2号** 上手に連携するんですね！ 先生が研究されている「センサー・ネットワークシステム」とも関係があるんですか？

 **今仲** 小型で自立電源と無線機能を搭載し、かつ低価格。私たちNMEMS技術研究機構では、このようなセンサーを駆使した低消費電力システムの開発に取り組んでいます。この技術の活用領域は公共インフラ、工場、オフィスビルなど、幅広い場所が想定されています。ただし、たった1個のセンサーだと故障したり、電池が切れたりしてしまう心配がありますよね。ですから自立電源式のセンサーをいくつも設置して、常にモニタリングできる環境を構築することが大切な

んです。

 **1号** たくさん導入するために低価格の必要があるんですね。

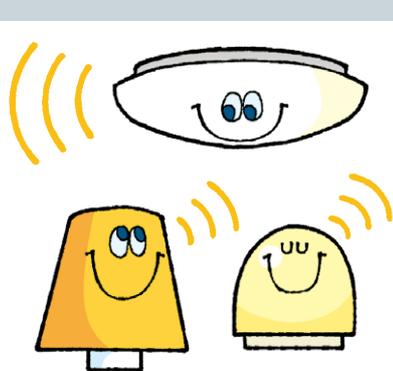
 **今仲** そうです。1日でも早く実用化を成し遂げたいですね。もっと安心・安全な、そして効率的な社会への後押しとなる。センサーには、そんな力があると確信しています。

CLICK! ● 技術研究組合
NMEMS技術研究機構

センサーには、
社会を変える可能性
があります!

今仲行一先生

→NMEMS技術研究機構理事長。工学博士。オムロン(株)でセンシングデバイス等の開発に従事。退社後、2011年より現職。



▶ 照明

赤外線センサーが人の動きを感知して、自動的に点灯する照明。省エネのほか、防犯にも役立ちます。ちなみに、自動ドアも同様の原理で動いています。



▶ 交通系IC

電車やバスの利用時に、乗客のスムーズな移動をサポートする各種ICカード。読み取り機でカード内の情報を送受信する際にもセンサー技術が活躍しています。



▶ デジタルカメラ

明るさの認識など、デジタルカメラの機能には、センサーは不可欠です。また、オートフォーカス機能なども一種のセンサーとすることができます。

もう、始まっています。

センサーで節電!



センサーが作業状況も見える化!

株式会社セブン-イレブン・ジャパン

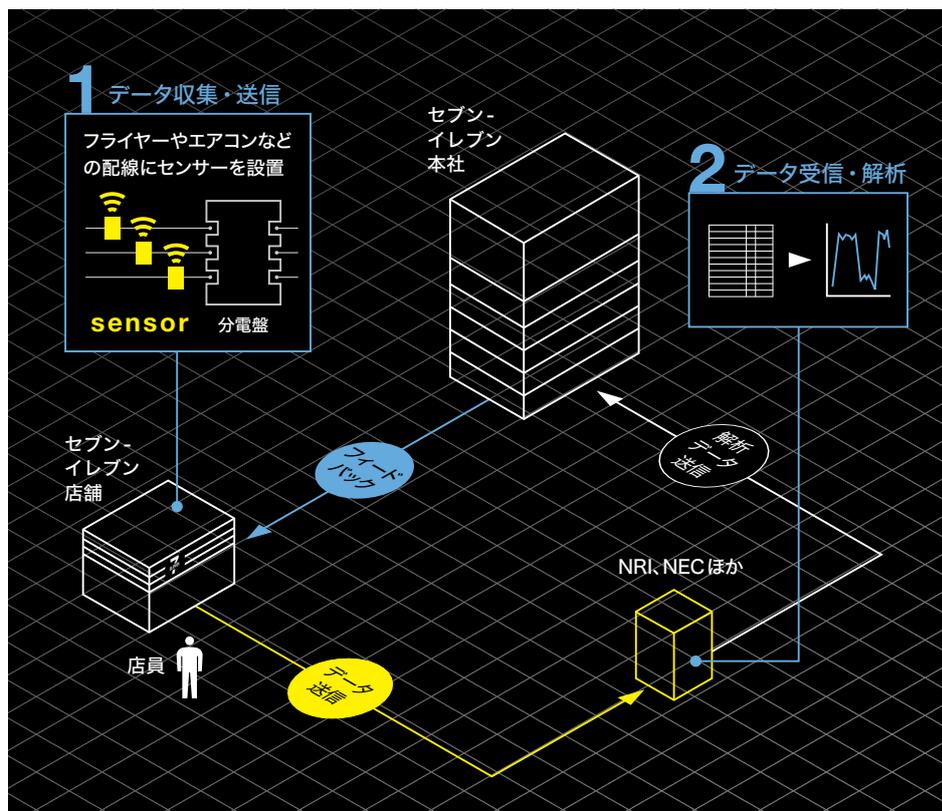
全 国各地に1万5000店舗以上を展開し、年々その数を伸ばしている「セブン-イレブン」。そんなコンビニエンスストア最大手にとって、CO₂排出量の削減や節電は、社会的な責任であり、重大な経営課題です。現実にCO₂排出量は年間100万トン程度、チェーン全店の電気料金総額は2010年で約344億円。早急な対策が求められていました。

そこでセブン-イレブンが実施したことのひとつが、市販の電流計による店舗の電気使用量の把握です。しかし、機器が約40万円と高価なことから、より経済的な方法を検討。そうしたなかで2010年に出会ったのが産業技術総合研究所やNECが共同で研究開発していた「小型無線式電力センサー」でした。

実証実験の結果が大幅な節電につながった

実際、親指ほどの大きさで、取り付けも簡単なセンサーを店舗の分電盤に設置し、店内照明やエアコン、揚げ物を作るフライヤーなどの電気使用量を測ってみると、さまざまなことが判明しました。

例えば、フライヤーのセーブ(節電)モードを使っていないことや、エアコンのフィルター清掃をしていないことが予想以上に電力使用量に



影響している。また、エアコンの使用量が多い店舗を訪れてみると、来店頻度が高いという理由で入り口のドアをずっと開放していた。そんなことも分かりました。つまり、センサーは、単に電気の使用量だけではなく、各店舗の作業状況まで「見える化」してくれたのです。

産業技術総合研究所、NECとともにに行った実証実験の結果を受け、セブン-イレブンでは、「フライヤーのセーブモード活用の徹底」「照明オフの徹底」「冷蔵庫に関する作業手順の

見直し」などを実施。電力消費量の大幅な削減に成功しました。そして、その成果は全国の店舗に発信され、節電活動の啓発に役立てられているといえます。

さらに現在は、電流センサーに加え、温度や湿度、気圧を計測する環境センサーを設置し、さらなるエネルギー利用の効率化を推進中。小さなセンサーが、コンビニエンスストアの変革を後押ししています。



●株式会社
セブン-イレブン・ジャパン

「省エネ」や「コスト削減」は、企業が常に向き合わなければならないテーマ。そこにセンサーが登場することによって、新たな解決のヒントが浮かび上がってきます。積極的な取り組みを進める、2つの事業者をご紹介します。



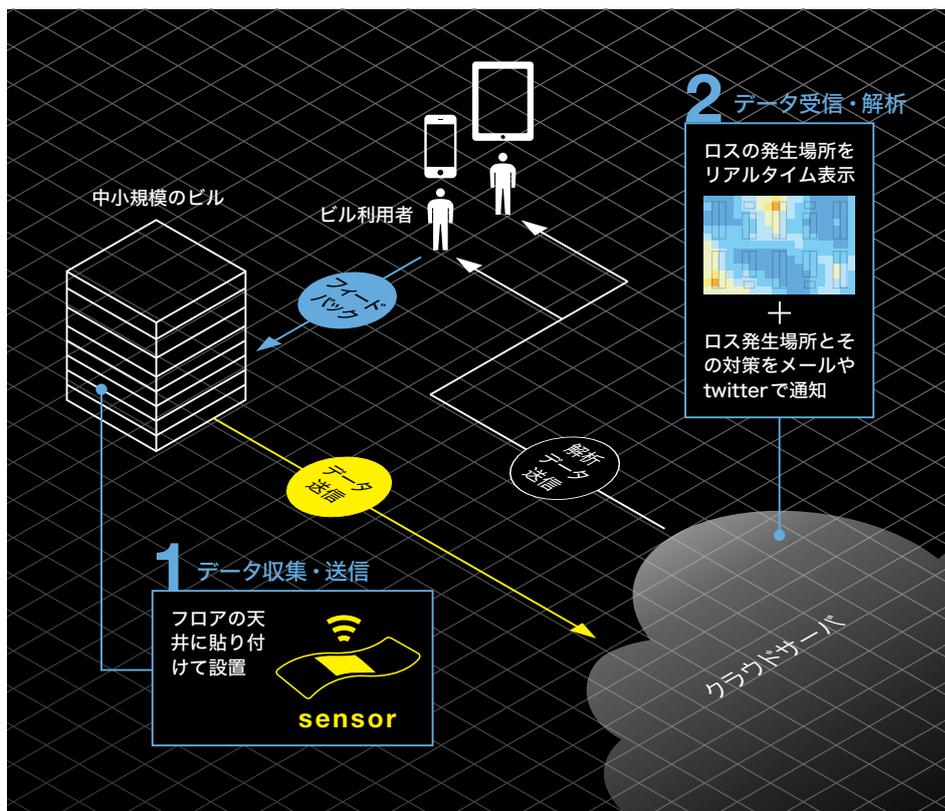
中小ビルの省エネ化を促進！ ダイキン工業株式会社

多くの中小規模のビルでは、なかなか省エネ化が進んでいないという現状があります。その要因の一つは、厳しい法規制がある大規模ビルとは異なり、「専門的な知識をもつ管理者が不在である」ということ。エネルギーロスが発生している場所を見つけ、速やかにその改善策を組み立てる。そんなアクションが生まれにくいのです。

このような中小規模ビルの弱点を補うことのできるツールやサービスを提供したい——。空調機器の開発をメインに手がけるダイキン工業株式会社が目指しているのは、使い勝手がよく、しかも低コストで容易に導入できる省エネシステムの確立です。そうしていま、同社がセンサーメーカーら(オムロン、ローム、日立製作所、NTTデータ)と共に挑んでいるのが、次のようなコンセプトをもつプロジェクト。それは、「天井面にセンサー端末を貼り付けるだけで、エネルギーロスをリアルタイムに「見える化」し、さらに「その対応策を提案し、省エネを促進する」というものです。

部屋を「俯瞰」することでさらに10%の省エネも

実証試験を進めるにあたり、温度分布のみならず人分布も分析できる「赤外線アレイセンサー」を新開発。



太陽電池と無線通信機能を一体化することによって、電源と通信の配線工事は不要です。また、サイズを2cm×5cm程度に小型化して簡単に設置できるようにするなど、さまざまな特長を有しています。

このセンサーを複数使用すれば、まさに部屋全体を「俯瞰」できます。例えば何人が在席し、無駄な冷暖房や換気を行っている場所はどこのか。それが一目で分かるようにモニターに表示されるため、最適な空調の調節が可能となります。実際の

オフィスビルで計測したデータをもとに、このシステムを導入した場合の省エネ効果を試算した結果、すでに節電に力を入れているオフィスでも、さらに10%程度の省エネ効果が見込めるデータも得られました。

単に計測するだけではなく、「意味のあるデータとして加工できる機能」をもつセンサーシステム。その実用化に向けて、さらなる飛躍が期待されています。

CLICK! ●ダイキン工業株式会社

センサーが導く新しい未来の姿

センサーの進化にともなって、私たちの暮らしはどう変わるのでしょうか？ その一端を、ご覧いただきましょう！

クリーンルームや店舗、オフィスなどの電力使用量や塵埃量を把握。最適なエネルギー管理などを実現します。

橋や道路に設置されたセンサーが損傷や災害による異常をいち早く察知。事故防止に貢献します。

インフラの“健康”を管理！

エネルギー使用をもっと賢く

小さな変調も見逃しません

体に装着したセンサーによって、日々の状態をモニタリング。小さな変異の予兆も見逃さずにキャッチします。

農業・畜産分野でも大活躍！

センサーで収集したデータを活用すれば、植物工場での栽培や、家畜の飼育などが効率的になります。

温度や水位などの自然情報、電力使用量、化学物質——。センサーが活用されているシーンは多岐にわたり、その領域はさらに広がり続けています。現在、さまざまな企業や機関が取り組んでいる研究が実を結び、感度の向上や小型化などが進めば、これまで困難だと思われていた課題の解決もグッと現実味を帯びてきます。

上に示したように、将来的には、例えば人々の健康増進をサポートする新たな機器が製造されたり、より質の高い農産物を効率的に生産できるようになったり——。さらにセンサー技術は暮らしを豊かにするだけでなく、

「ものづくり」と結びつくことで、より大きな効果をもたらします。いわば、日本の「国際競争力の向上」につながる可能性も秘めているのです。

その動きを加速させるべく、経済産業省では「社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」を進めています。交付金による補助のほか、研究成果は関連する制度や規制の改革につながるようフィードバックを検討。民間企業のバックアップ体制を整えていく予定です。

CLICK!

●社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト
事業概要 (NEDO 公募情報より)

「シーズ」主導の開発から 「ニーズ」起点の課題解決へ

瀬戸 幸 産業技術環境局 研究開発課 係員

「東京ゲートブリッジでは橋げたにある点検通路にも入りました」と言うのは産業技術環境局研究開発課の瀬戸幸さん。学生時代は土木工学を専攻しており「げた下にあるセンサーと橋梁構造との関係など非常に興味深かった」と話します。道路や橋梁などの「社会インフラ」のほか、「農業」「健康医療」分野の課題解決へ向け、先導的な調査・研究が進む「社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」。その狙いや特徴、今後の方向性などを聞きました。

——このプロジェクトの特徴や注目ポイントはどこでしょうか。

瀬戸 特徴は、2つあると思います。1つは「社会課題」というニーズを起点に実用化を進めている点。もう1つは「小さな投資で大きな課題に挑む」という、本事業の基本姿勢です。これまでの研究開発は“技術シーズ主導”が多かった。しかし今回はまず“課題をどうするか？”というニーズがあり、そこから必要な仕様を整えていく、というやり方をとっています。

そのなかで、関係省庁や機関・団体との連携をさらに強化。限られた予算を有効活用するべく、民間企業にも広く事業参加を呼びかけています。すでに産業技術全体の育成については、数年前から基礎研究を所管する文部科学省と融合的に政策が進行中で、今回のプロジェクトでも今後、国土交通省や厚生労働省などと

の連携・協調が増えてくるはずですよ。——超小型センサーの開発自体は早くから進められていましたね。

瀬戸 2008年度に「BEANS(異分野融合型次世代デバイス)プロジェクト」(08年～12年度)で革新的デバイスの研究に着手。これはMEMS(微小電気機械システム)技術の活用にも主眼がありました。そこで確立したプロセス技術などの要素技術を引き継ぐ形で、11年度から「グリーンセンサー統合制御システム実証プロジェクト」(11～16年度)がスタート。「グリーンセンサー」の主な狙いは、「省エネ」とCO₂排出量の「見える化」です。ビルや店舗など、実際にセンサーが活用されている事例を見ると、やはりMEMS技術による超小型化がポイントだと思います。小さいと量産化しやすく、低コスト化や省電力化にもつながる。センサーシステムの実用化には必須の条件ですね。

安心・安全を見守る “縁の下の力持ち”

——対象として3分野が取り上げられています。

瀬戸 今回の事業では「グリーンセンサー」の技術成果を受けつつ、フィジビリティスタディ(実行可能性調査)から着実に進めていく方針です。「社会インフラ」「農業」「健康医療」分野が抱える課題とマッチングさせた方向で、まずは“どんなセンサーが有効なのか”を探ります。従

当課は、我が国がエネルギーや健康などの課題を克服しつつ、将来の産業や雇用を生み出していくため、大学・研究機関などの新しい技術を民間企業に繋いで実用化を進める「未来開拓研究」などのプロジェクトを推進しています。

来から目指している「自立電源」「無線通信」「メンテナンスフリー」というセンサーの基本要件を含め、改めてニーズを中心に検証していく計画です。

——センサーとは社会のなかでどんな存在なのでしょう？

瀬戸 社会の安心・安全を見守る上での“縁の下の力持ち”的なイメージでしょうか。例えば道路や橋梁をクルマで走るとき、誰も見守られているとは気づかないけど、さまざまなセンサー群が、ひずみなどの変化を常時センシングし、社会インフラの維持管理、長寿命化に役立っている。センサーは情報入力系であり、その検出データを蓄積し解析・評価するシステムと、一体不可分で働くもの。その力をより発揮できる技術の開発に向けて、実証実験を進めていきたいと思っています。

