

スマートソサエティ/シティを実現する技術

Technologies to Realize Smart Cities and Society

鈴木 紀雄 古賀 貴士 塩谷 正樹 越川 義功 高井 剛 近藤 宏二
Norio Suzuki, Takashi Koga, Masaki Shioya, Yoshinori Koshikawa, Tsuyoshi Takai and Koji Kondo

I. はじめに

スマートシティの構築，その後の運営，維持，発展のためには，広範な知恵や知識，技術を集めなければならない。建設会社は快適な居住環境の提供，省エネルギーや温暖化防止，自然との共生，災害への備えと対処，車や人の流れの制御や誘導，都市基盤となるインフラや建物の建設と維持・管理など，多くの役割を担うことになる。

本論では，当社で開発した技術を交えながら，これらの分野に関わる技術を紹介する。

II. スマートウェルネスの実現

1. スマートウェルネスとは

近年，コミュニケーションのありかたや，身体と心の両面からの健康性（ウェルネス）に関する意識が高まっており，快適な居住空間やオフィス空間が求められている。一方，温暖化ガス発生抑制の観点からは建物の省エネルギーが重要とされているが，ともすると，省エネルギーと快適性は相反する。

スマートウェルネスは，省エネルギーと，快適性の先にある健康性を両立させる概念である。その手段としては，自然を活用しパッシブに空間を構築していく方法と，IT技術を賢く活用し，そこにいる人の感覚や心理生理状態に応じて空間を制御する方法がある。両者を適切に用いて，住まう人の心と体により人間中心主義の空間を提供することが目標である。すでにオランダ・アムステルダムのThe Edge¹⁾をはじめとしたスマートビルでは，建物内に設置された人感センサや環境センサがネットワークを介して執務者のモバイル端末と連携し，自動制御や情報案内などさまざまなサービスが提供されるようになっている。

現在，新型コロナウイルス感染症の流行によって健康に対する意識が高まり，その一環として働き方を大きく見直そうという動きが活発になってきている。人を守るために，移動やコミュニケーション手段の行動変容が求められ，半強制的な在宅勤務も経験してきた。今後，オフィスや住宅に期待される機能や価値観が変化し，オフィスと住宅の間がボーダーレスになっていく可能性も考えられる。見方を変えれば，都市そのものがオフィスになっていくという考え方もできよう。都市に住む人々の健康状態をセンシングし，本人が気づかないうちに快適な環境に変えていく機能や，アクションを起こすべきことを気づかせる機能などがますます求められていくことになるであろう。

2. スマートウェルネスを実現するための技術

生活のリズムに応じて，快適と感じる空間は時々刻々微妙に変化していく。これに対応するには，空間の環境性能

をセンシングするとともに，そこにいる人の感覚や生体情報をセンシングすることで，その場の環境を適切に制御できると良い（Fig. 1）。当社が開発した「NEM-AMORE®」（特集 01）は，センサで得た「患者の体の状態」と「病室内の音・光・熱環境の情報」を統合し，一日の生体リズムが自動かつ無意識に整えられるように環境を制御するシステムである。病室の環境を良くすることで入院患者の回復を早め，一人の患者が病床を占有する時間を短縮させることを目的としている。

オフィスでは，気分転換を図る，あるいは新しい発想を求める場合に，屋外へ出るというのも一つの選択肢である。しかし，屋外ではPCのディスプレイも見づらく，昨今の日本の気候では，温熱環境として快適な時期も限られる。「そと部屋®」（特集 02）は，そのような課題を解決するために，屋外の心地よさを屋内に取り込むシステムであり，Photo 1のようなアトリウムに近い空間を，既存の事務所ビルにいわば模擬的に導入する技術である。

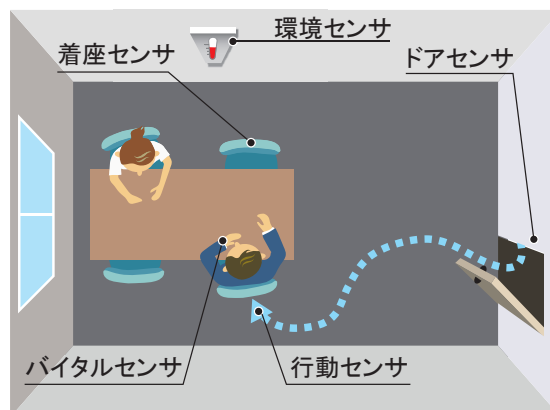


Fig.1 人や空間のセンシング
(Sensing of People and Space)



Photo 1 オフィスビル内のアトリウム空間
(Atrium in Office Building)

Ⅲ. スマートシティを支えるエネルギーシステム

1. 新たなエネルギーシステムが目指すもの

スマートシティへの取り組みは、特定分野を対象としたプロジェクトとして始められた。中でもエネルギーの安定供給や効率の利用に特化したスマートコミュニティ、スマートシティの構築がいくつも試みられてきた。その後、急速に発展したAI、IoTなどの先端技術の導入を通じて、スマートシティは、環境、健康、交通、安全など幅広い分野を包括するものとなっているが、エネルギーが重要分野であることに変わりはない。

国が提唱するスマート社会 Society 5.0でも、ICTで収集した気象情報、発電所の稼働状況、電気自動車（EV）の充放電、各家庭での使用状況といった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、「的確な需要予測や気象予測を踏まえた多様なエネルギーによって安定的にエネルギーを供給すること」、「水素製造やEV等を活用してエネルギーの地産地消や地域間での融通を行うこと」、「エネルギーの供給予測に基づいた最適な使用法の提案などにより各家庭での省エネを図ること」ができるようになることとともに、社会全体としてもエネルギーの安定供給や温室効果ガス排出量の削減のような環境負荷の軽減が可能になるとされている²⁾。

また、新型コロナウイルス感染症により大きな打撃を受けた世界経済を立て直すにあたって、脱炭素に向けた気候変動対策をさらに推し進め、経済ではなく地球温暖化対策を最優先する社会・経済モデルへと移行する「グリーン・リカバリー」の考え方が広まっている。ニューノーマル時代のスマートシティでは、再生可能エネルギー、水素、EV活用の推進は必須となり、ここで紹介する技術が貢献すると考えられる。

2. スマートシティを支えるエネルギー関連技術

(1) 都市・地区レベルでのエネルギー最適化技術

これまで、建物単体のエネルギー消費を最適化する管理システムが開発され、ビルを対象としたBEMS (Building Energy Management System)、個人住宅を対象としたHEMS (House Energy Management System) が実用化されている。また、消費エネルギーが限りなくゼロに近いZEB (Zero Energy Building, 例えば(特集03))を目指した省エネルギー技術が開発されている。

スマート社会では、ICTによるデジタル化の進展により、エネルギーの供給情報や消費情報がインターネットにより結合され、エネルギーの需要と供給の双方が管理されるIoE (Internet of Energy) の実現が期待される。IoEの実現で、建物単体を対象としていたBEMSを統合して、地域レベルのAEMS (Area Energy Management System)、都市レベルのCEMS (City Energy Management System) に拡張することでエネルギー需給が最適化され、省エネルギー、脱炭素化が一層進むものと考えられる。また、IoEによりピーク時の需要者側消費電力を調整するデマンド

レスポンス技術や、熱・電気を融通する「スマートエネルギーネットワーク」(Fig.2)により、都市レベルで安定した電力の供給が可能となる。スマートエネルギーネットワークの計画には、当社で開発した解析ツール「ENe-ST®」(特集04)が有用である。

(2) 脱炭素化技術

スマートシティでは、ガスコージェネや水素利用などを中心にした高効率エネルギー供給や多角的な再生可能エネルギー・未利用熱利用による脱炭素化が重要となる。

水素利用の例として、当社が参画している北海道・十勝地区における水素サプライチェーンの実証実験があげられる(特集05)。このプロジェクトでは、家畜のふん尿からメタンガスを製造し、それを分解して得られる水素を燃料電池自動車や施設の燃料電池に供給している。メタンガスを分解する過程でCO₂が発生するが、元は家畜が食べた牧草に固定されていたものなので大気中のCO₂濃度は変わらない。温室効果ガスを排出しないでエネルギーを供給できるとともに、地産地消を実現できるシステムとして拡充を図っている。

再生可能エネルギーとしては、太陽熱、空気熱、地中熱、水熱など複数の再生可能エネルギーを効率的に利用して、冷暖房・給湯の熱を供給するReHP® (Renewable Energy Heat-Pump, (特集06))を開発、実用化している。現在は個別建物に導入されているが、地区・街区レベルの複数の建物でエネルギーを利用することにより脱炭素化に貢献できる。

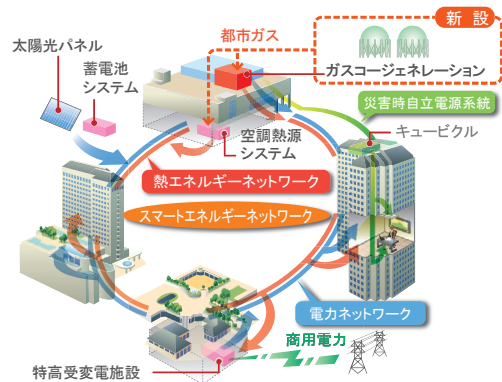


Fig.2 スマートエネルギーネットワークの例
(Image of Smart Energy Network)

Ⅳ. 自然環境と調和した都市づくり

1. 都市における自然環境の重要性

現在、都市では、異常な高温やいわゆるゲリラ豪雨の増加、アレルギー疾患の急増、新型コロナウイルスのような未知のウイルスとの遭遇機会の増加といった問題が顕在化している。これらの主要な原因として、経済を優先した開発や人と資源の集中があげられている。これらの問題を解決し、安全、健康、快適な社会を実現するためには、自然環境と調和した都市づくりが重要である。

ヒトの生活目線というならば、都市における自然環境に

は、屋外環境の物理的環境改善効果（空気浄化、ヒートアイランド現象の緩和）や、緑の存在によって与えられる安らぎといった心理効果が期待できるが、経済優先の社会では、特に後者の重要性が議論されることは少なかった。しかし、世界各地で新型コロナウイルス感染症に対するロックアウト解除後に、多くの市民が公園などの緑地に集まる現象が見られた。この現象は、ヒトが本能的に緑を求めることを示唆したものといえる。一方で、経済活動自粛の間に、世界各地の都市域で驚くほどの多くの生物が出現する様子が目の当たりにされた。これにより、我々はあらためてヒト以外の生物の存在と、これらと共存せざるを得ない現実を認識するに至っている。

現在、都市部においては高度成長期に構築された社会インフラの再整備事業が計画されている。これらの事業は、これまでに都市部において生じた歪みを解消する絶好の機会であり、2020年に発足した国土交通省グリーンインフラ官民連携プラットフォーム³⁾の推進と相まって、都市への自然環境インフラの実装が推進されると考えられる。

2. 自然環境と調和した都市を実現するための技術

都市部の自然環境を確実に機能させるには、利用する生物種を想定し、それに基づき環境条件を設定すること、目標とする環境機能を数値で客観的に示すことが必要である。

植物を含む緑地環境が竣工直後の状態であり続けることはなく、環境条件に応じて変化する。その変化は、気候や周辺の自然環境からの作用（外的要素）にも影響されるが、緑地環境そのものをどのように構成するか（内的要素）の比重が大きい。このため、コスト、施工性、要求性能など考慮すべきニーズに応じて、内的要素の構築をいかに合理的に行うかが課題となる。これまでの緑地環境の計画・設計は、設計者の経験と勘に大きく依存してきたが、今後は合理性、客観性を備えたものでなければならない。

近年、農業や生態系分野へのICT、IoT、AI等を活用したセンシングや解析技術の適用が急速に進んでいる。その結果、緑地の外形、植物の現存量、さらには健全状態に関するデータを定量的かつ合理的に取得できるようになった^{例え 4)}。当社では、これらの技術革新がもたらした調査技術によって、これまでの設計案件の環境要素を全て数値化し、竣工後調査による動植物データを合わせることで「生物多様性ポテンシャル予測モデル」（特集 07）を構築した。これによって、計画・設計図をもとに、建設予定の緑地における生物多様性に関する性能の客観的な予測が可能となる。さらに、これを設計にフィードバックすることで、自然環境と調和する緑地空間の実現に貢献できる。

緑の存在による心理効果や快適性の向上は、都市づくりにおける自然環境に対する大きなニーズであり、検証が進められている^{例え 5)}。当社が計画に携わったシンガポール・ジュロンレイクガーデンの設計計画においても、公園の快適性を高めるために緑地の配置の効果が検証された。

また、緑による高温化解消に関しては、緑陰による日陰の増加、植物の蒸散作用による気温低下、レインガーデンによる蒸散効果など多くの知見が蓄積されており、これらに基づいた計画・対策技術が検討されている。例えば、当社で開発した屋上緑化技術「エバクールガーデン」（特集 08）はその一つである。

都市づくりにおいて、物理的環境の改善効果を期待するためには、街区レベルに展開した個々の要素技術の実証を繰り返すしかない。今後は、進化が著しい効果のモニタリング、予測評価技術も活用し、心理的效果の解析を含めた検討と合わせて、都市部における緑地を通じた合理的な快適性の確保が求められる。これらを含めたグリーンインフラの効果・機能が街づくりに有効と認められており、エリアマネジメントに積極的に活用されている⁶⁾。グリーンインフラは、住民が主体的に街づくりに関われる媒体でもあり、地域の価値向上や持続的な発展に寄与できる街の構成要素として重要性が一層高まっている。



Fig.3 自然環境と調和した都市づくりの技術の展開 (Development of Technologies for Urban Construction in Harmony with Natural Environment)

V. 安全・安心な都市づくり

1. 都市を襲う災害

日本は地震大国と呼ばれ、しばしば大地震に襲われてきた。近年でも、熊本地震、大阪北部地震などで大きな被害を受けた。さらに、今後30年以内に南海トラフ地震が発生する確率は70%~80%、M7クラスの首都直下地震が発生する確率は70%といわれている。

地震以外では、2018年の西日本豪雨や台風21号、2019年の台風15号や台風19号による豪雨や強風が甚大な風水害をもたらした。将来的には、気候変動による集中豪雨の増加や台風の強化などが予想されている。これまで、わが国では地震に対する対策に力を入れてきたが、これからは風水害に対しても目を配らなければならない。

2020年初頭より新型コロナウイルス感染症が世界中で蔓延し、人々の生命や経済が脅かされている。感染症の蔓延は自然災害とは一線を画すが、都市機能の維持を阻害す

る障害であることは変わりがない。将来も新たな感染症の発生が懸念されていることから、感染症をリスクとして捉える必要性が出てきた。

感染症の流行は長期間に渡るため、地震や風水害などの自然災害と同時に起こる可能性がある。現に2020年の梅雨では、九州を中心に新型コロナウイルス感染症と水害が同時に発生しており、避難方法や避難所の在り方が大きく変わってきている。これらの問題は、ニューノーマル時代における都市や社会の在り方、ひいてはスマートシティへの取組みにおいても重要な課題を提起しており、災害の経験の蓄積と伝承（データ共有）、新たな研究開発の必要性を示唆している。

2. 安全・安心な都市生活のための技術

(1) 自然災害に対する技術

安全な都市を構築するためには、個々の建物を災害に強くした上で、街全体としての機能を維持できるような強靱化が必要となる。

これまで、地震動や風を対象とした研究、構造物の耐震・耐風に関する実験や解析が進められ、安全を確保する技術が確立されてきた。耐震性が不十分な構造物は、耐震補強によって安全性を確保することができる。また、安全だけではなく、財産を守り人々に安心を与える技術も免震・制震を始めとして開発されている。地震直後には建物の損傷状況を把握し、避難の要不要を判断することが人命保護に重要であるが、この機能を持つq-NAVIGATOR（特集09）を開発し、すでに多くの建物に適用している。強風に対しては、風洞実験や数値解析で建物に加わる風の力を把握し、安全な設計を行っている。このように個々の構造物での対応はかなりのレベルまでできているといえる。

街全体を対象とした技術には、近年多発している都市域での内水氾濫を予測する都市型水害予測システム（特集10）がある。また、海域で地震が起きた際に発生した津波がどのように伝搬し沿岸部に氾濫するかをシミュレーションする津波伝搬解析技術（特集11）も開発している。最近では、都市域全体の地盤と構造物をまるごと数値モデル化し、地震時の被害を解析的に評価する「統合地震シミュレーション（IES）」⁷⁾ 技術の開発が、東京大学を中心に進められている。

都市域の安全・安心を確保するには、事前に災害リスクを把握して被害を軽減し、被災後は早期に事業を立ち上げるための対策を講じるBCP（Business Continuity Plan）の導入が有効である。当社で開発した「オンラインハザードマップ」（特集12）は、平常時は様々なハザードに関する事前のリスク把握を容易にするとともに、発災時にはリアルタイムで推定被害状況を視覚的に確認することで、適切かつ迅速な復旧活動に効力を発揮する。今後、様々なセンサが日本中に張り巡らされ、リアルタイムの情報が数多く取得できるようになると、より一層効果的な対策が取れるようになる。



Fig.4 オンラインハザードマップのイメージ
(Image of “Online Hazard Map”)

(2) 感染症リスクの評価・予防技術

新型コロナウイルス感染症のような感染症のリスクを正しく評価し効果的な対策を施すためには、きちんとした実験やシミュレーションによる感染リスク評価と対策技術の提案・効果検証が不可欠である。当社は文科省が公募した「新型コロナウイルス研究・対策へのスーパーコンピュータ『富岳（ふがく）』の計算資源活用での課題追加」に理化学研究所ほか^{注1)}と共に参加し、「室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策」に取り組んでいる（先行事例として、当社が独自に行った飛沫拡散解析を（特集13）に示す）。このプロジェクトでは、マスクの効果、咳・会話時の飛沫飛散状況、列車、オフィス、学校（教室、体育館）、音楽ホール、病院などでのウイルス拡散について、富岳コンピュータの性能を活かした高精度のシミュレーションを数多く実施しており、各分野でのガイドライン策定に協力している。当社では、本プロジェクトで得た貴重な知見を活かし、呼気エアロゾルのシミュレーション技術の開発や独自の対策技術の研究を推進しており、今後、社業を通じて我が国の感染症対策に貢献して行く予定である。

【注1】参加機関・企業：理化学研究所，京都工芸繊維大学，神戸大学，大阪大学，豊橋技術科学大学，ダイキン工業，鹿島建設

VI. 車や人の流れの誘導

1. 車や人の流れを誘導する目的

都市の交通渋滞による時間の損失は、労働の停滞や物流コストの増大といった経済的損失をもたらしている。また、車の燃費が悪化し窒素酸化物やCO₂の排出量が増えるため、大気汚染や地球温暖化の原因にもなっている。そのほかにも、生活道路が裏道として使われることで住環境が悪くなるなど問題は多く、渋滞緩和は世界的な課題である。交通信号を適切に制御するなどして車の流れを誘導する方法は、有効な渋滞緩和策と考えられている。

オフィスビルでは、日常業務での活発なコミュニケーション、火災などの緊急時の確実な避難など、目的に合った人の流れが必要である。これを叶える座席のレイアウトや

避難経路を設けることにより、適切に人の流れを誘導することは有効な手段である。商業施設をにぎわいにあふれたものとするためにも、人の流れを誘導する建築計画が望まれる。ニューノーマル時代には、駅や大規模商業施設などで、感染症拡大防止のために求められるソーシャルディスタンスを、人が意識しなくても実現できるように自然に人を誘導していく運用や空間構成が求められている。

2. 車や人の流れを誘導するための技術

渋滞緩和策として、AI を用い、交通量に応じて交通信号を最適制御することで車の流れを誘導するシステムが米国・フェニックス市で試行されている。デンマーク・コペンハーゲン市では、自転車を主要な交通手段することを目指した政策の結果、40%の人が自転車で通勤・通学しているが、自転車専用道路では、自転車渋滞を防ぐために信号がコントロールされ、時速 20km で走り続けなければ止まらなくて済む区間も用意されている。また、スペイン・バルセロナ市ではIoTを活用した市民サービスを展開しており、その一つとして、パーキングメータをネット接続することで駐車場の空き情報を市民に提供している。このシステムは渋滞緩和のほかに、観光客の増加や市の収入増に役立っている。

車や人の流れを誘導する方法を計画し、その妥当性を建物や街区の建設前に評価するためには、信頼できるシミュレーション技術が必要である。当社では、道路の車両一台一台を再現する交通シミュレーション技術(特集 14)や、歩行者一人ひとりの属性を与え行動を再現するシミュレーションシステム(特集 15)を開発してきている。これまでこれらの技術は、工事車両の交通への影響低減、エレベータでの滞留解消、火災時の避難のために使われてきたが、前述した車や人の流れの誘導に適用できる。

また、実際の建物において、レーザ計測による歩行者軌跡データを用いて人の行動を観察・データ化し、動きに関連する意味を建物の用途から読み解き、「どこで何が起きているか」を把握する技術がある。Fig. 5 は、実際のオフィスにおいて人の移動を観測し、移動速度をもとに、どこを移動し、どこで滞留して立ち話が発生しやすいかを可視化したものである。さらに、歩行者軌跡データを用いて歩行者の心理的ストレスを可視化し、歩行空間の快適性を合理的に評価する手法を開発している(特集 16)。

これらの技術の適用範囲は、計画段階での評価にとどまらない。まちづくりに活用した提案が実際に計画どおりに機能していることをセンシングしたデータから解釈し、検証することが可能である。このフィードバックループを自動化していくことで、都市のさまざまな課題解決へ向けた制御システムを提供することができる。

VII. 先端技術を使った都市の維持・管理

1. 土木インフラの維持・管理

(1) 土木インフラの維持・管理の目的と課題

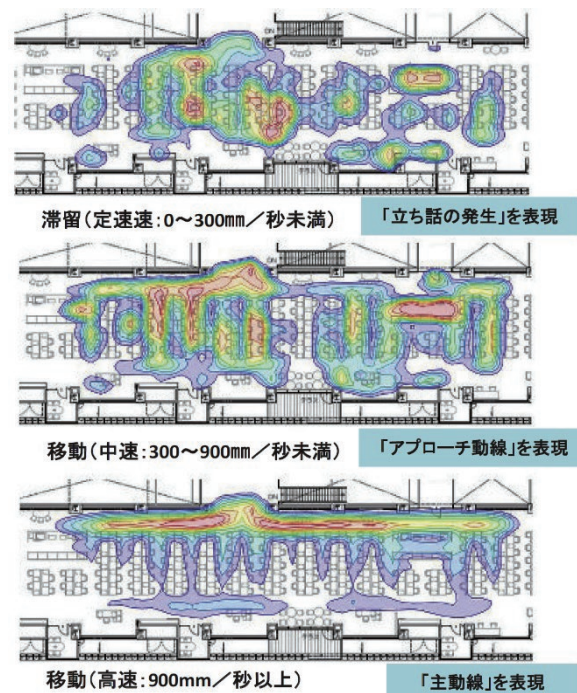


Fig.5 オフィス内の人の歩行速度帯別の空間分布
—レーザセンサによる行動観察結果の例—
(Spatial distribution by walking speed band of people in office — Example of Behavioral Observation by Laser Sensors)

土木インフラの維持・管理の主要な目的は、劣化を抑制し、長寿命化を実現することと言えるが、様々な課題が指摘されている。まず、現在の検査は、近接目視や打音といった人が構造物に直接接触する方法で行われてきたが、大規模構造物では目的の部位に近づくだけでも時間と費用がかかるため十分な頻度で検査ができない。また、外観や打音から異常の有無を判断するには熟練の技が必要だが、現状ですら技術を持った人が不足しており、今後さらに人手不足が深刻になる。これらの結果、劣化が顕在化して初めて補修を行う(事後保全)ことになり、補修費用がかさむ、使用停止期間が長くなる、寿命が短くなるといった問題が全国レベルで生じている。

(2) 土木インフラの維持・管理技術

土木インフラの検査にドローンやロボットを活用し、カメラで高所の状態を観察したり打音検査を行ったりする技術開発が精力的に行われている⁸⁾。これにより、人手、検査期間や費用が大幅に削減されるほか、個人差がない安定した結果が得られる。

また、構造物にセンサを取り付け、状態をモニタリングする技術が実用化されている。当社では光ファイバによるモニタリング技術を開発し、すでにコンクリート床版のひび割れ検知等に適用しているが、今後、様々な局面での活用を想定している(特集 17)。

さらに、収集された検査結果を AI で解析し、コンクリートのひび割れや剥離などの検出や目視観察の必要性の有無を判定することが考えられている⁹⁾。これらの適切な

検査や判断により、不具合が顕在化する前に補修を行う予防保全や、不具合の兆候を発見して補修を行う予測保全が容易になり、補修費用の低減や使用停止期間の短縮、長寿命化が実現する。

データを収集、蓄積し、様々な分析に適した形での配信を可能とするデータプラットフォームが着目されている。当社では、検査や運用時の計測データに加え、BIM/CIMなどの設計情報や施工情報、解析情報などを統合したデータプラットフォームを構築している（特集 18）。これを利用することで、構造物の状態把握や劣化予測、緊急時も含めたライフサイクルマネジメントのための各種提案が可能となる。

インフラの新設や更新に際しては、その必要性や投資対効果を吟味しなければならない。これには、対象とするインフラによって生み出される中長期的な経済効果（ストック効果）を評価する技術が利用できる。当社でもこの技術の実用化を進めており（特集 19）、今後、実適用してゆく予定である。

2. 建物の維持・管理

（1）建物の維持・管理の目的と課題

建物の維持・管理の目的として、快適な居住性能の維持、安全、ライフサイクルコストの低減等があげられる。管理対象の中で設備は、快適な居住環境の提供に必要なであるとともに、ライフサイクルコストに占める割合が大きい水光熱費に関わり、故障などによる使用停止期間を短くすること、適切な制御を行い費用やエネルギー消費量を削減することが求められる。運用や調査の経験を積んだ人材が不足していること、集めた運用データを十分に生かせないこと、事後保全になりがちなのが課題である。

建物躯体は比較的寿命が長いと考えられているが、コンクリートのひび割れは内部の鉄筋の発錆や美観低下の原因となるので、定期的な検査とメンテナンスが必要である。また、タイルの剥落は事故にもつながりかねないので、建築基準法でも、特殊建築物の定期的な検査が義務付けられている。これらの検査は人による目視や打音で行われており、時間がかかることや高層階での作業の危険性が課題となっている。

（2）建物の維持・管理技術

設備の検査には種類に応じたセンサが利用される。例えば空調設備では、電力、温湿度、CO₂濃度等を計測するIoTセンサで時々刻々の運転データを収集する。得られた大量のデータはAIによって分析され、快適な居住環境の形成や使用エネルギー量の削減に役立てられる。また、故障の兆候を検出することで予測保全、予防保全が可能となる。当面はAIから発せられる情報を使って人が管理する場合が多いだろうが、将来的にはAIが運転を制御することが考えられる。当社では、IoTセンサで収集した設備の運転データをクラウドに集積し、これをAIで分析した結果を建物管理者や技術者に送る「鹿島スマートBM」（特集 20）

を開発し、複数の建物の維持・管理に適用している。

外壁の外観調査では、ドローンで撮影した画像データをクラウドに集め、これをAIで分析してひび割れを検出する技術が開発されている。また、外壁を移動しながら打音検査を行う小型ロボットが提案されている。

ニューノーマル時代には、「もの」の管理だけでなく、建物を利用する人の管理が必要とされる。体温が高い人の入館の制限や感染リスクが高い密集・密接の回避のために、センサや画像で検知した人の体温や位置情報をAIで分析し、管理者に知らせたり居住者に警報を出したりするシステムが商品化されている。

VIII. おわりに

建設業は人々が健康で快適に暮らせる安全・安心な社会を目指してきた。これは、「あらゆる人々が質の高いサービスを受けられ、生き活きと快適に暮らすことができる社会」（第5期科学技術基本計画）というスマートソサエティの定義に重なっている。今後も、本論で紹介した技術の適用や新たな技術開発を通じて、スマートソサエティ／シティの構築、運営、維持、発展に貢献して行きたい。

参考文献

- 1) EDGE ; The Edge, <https://edge.tech/developments/the-edge> (2020年9月15日16:00アクセス)
- 2) 内閣府 ; Society5.0資料, https://www8.cao.go.jp/cs/tp/society5_0/society5_0.pdf (2020年9月15日15:00アクセス)
- 3) 国土交通省 ; グリーンインフラ官民連携プラットフォーム <https://gi-platform.com> (2020年9月15日9:00アクセス)
- 4) 井上吉雄, 横山正樹 ; ドローンリモートセンシングによる作物・農地診断情報計測とそのスマート農業への応用, 日本リモートセンシング学会誌, 37巻, 3号, 2017, pp.224-235.
- 5) 平林聡 ; 緑の価値の客観的評価と波及効果—欧米諸国におけるi-Treeの実例を踏まえて—, 日本緑化工学会誌, 44巻3号, 2018, pp.460-464.
- 6) 北栄階一 ; 多様な主体が街づくりに関わるエリアマネジメントの推進, 実践版グリーンインフラ, 日経BP, 2020, pp.216-230.
- 7) 飯山かほり ; 統合地震シミュレーション (IES) 技術の紹介～システムとしての開発と現状～, コンクリート工学, Vol.56, No.9, 2018, pp.783-788.
- 8) 国土交通省 ; 点検支援技術 性能カタログ (案), 2019.2.
- 9) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム ; インフラ維持管理へのAI技術適用のための調査研究報告書, 土木学会技術推進機構 SIP 連携委員会, 2019.3.