

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.32

77

2020 November

特集

Society 5.0を実現するデータ連携技術

■ CROSS LINK

今、なぜデジタルアーキテクチャが必要なのか？

Kishimoto Mitsuhiro / Mochimaru Masaaki
Yoshikawa Toshiyuki / Asai Yoshihiro

■ NEW TECHNOLOGY

データの相互利活用を実現し、新たな産業を創出！

Nakada Hidemoto

スマートシティで新たな価値を創出

Kurata Takeshi

138年蓄積されてきたデータを連携

Naito Kazuki

材料開発がかわる！

材料インフォマティクスの可能性

Miyake Takashi



地質調査総合センター
地質情報基盤センター
次長

吉川敏之

Yoshikawa Toshiyuki

情報・人間工学領域
人間拡張研究センター
研究センター長

持丸正明

Mochimaru Masaaki

材料・化学領域
機能材料コンピューショナル
デザイン研究センター
研究センター長

浅井美博

Asai Yoshihiro

 **CROSS LINK**

今、なぜ

デジタルアーキテクチャが

必要なのか？

データの相互利活用を実現する

情報・人間工学領域
デジタルアーキテクチャ
推進センター
センター長

岸本 光弘

Kishimoto Mitsuhiro

KEY POINT

2020年4月、産総研に「**デジタルアーキテクチャ推進センター**」が設立された。今、なぜこのセンターが必要とされたのか？ 同センターの岸本センター長と、産総研で**データのオープン化**や**データ連携**による利活用を推進する研究者が集まり、この**センターの意義と役割**、データ連携の**現状と課題**を話し合うとともに、データ連携によってもたらされる**未来への期待**を語った。

デジタルアーキテクチャの構築が必須

——まずは岸本センター長からセンター設立の意義をお聞かせ願えますか。

岸本 今、5GやIoTといったデジタル技術が発展し、Society 5.0(右下)の実現に向けた取り組みが本格化する中で、多くの企業が老朽化した既存システムの保守コストの増加、IT技術者のベンダー企業への偏在、新たなデジタル技術を活用できる人材の不足など「2025年の崖」の問題に直面しています。これらの課題に対して各企業はデジタルトランスフォーメーション(DX: Digital Transformation)を進め、スリムで変化に強い柔軟なシステムづくりに取り組むほか、社内でIT人材を育成し、ビッグデータ解析やAIを使ったデジタル技術による新しい価値創造を目指しています。

ところが、こうして進めているこれまでのDXは、個々の組織の中で閉じているため、技術やシステムが個別最適化されていたり、機能やアプリの追加や削除を繰り返し、システムが破綻しかけているなど新たな課題がでてきています。かといって後からほかのユーザーが参加しやすいオープンシステムをつくるのは、実は非常に難易度が高いのです。各企業がどのような技術やノウハウを使い、何を解決しようとしているのか、それは各企業の競争力の源泉につながる機密事項ではありますが、各企業が組織の壁を超えて、システムを相互利用し、新たなイノベーションを実現するには、産総研のような公的機関が主導し、多様な立場の参加者全員にメリットがある全体像と方向性を描き、そのうえでデータや参加者を円滑につなぐ必要があるのです。デジタルアーキテクチャ推進センターは、それを実現していく組織として設立されました。

——デジタルアーキテクチャとはどういう意味なのでしょう？

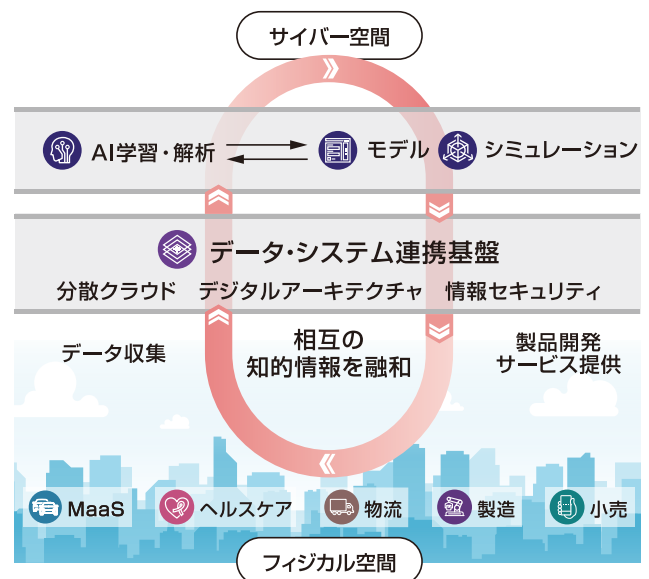
岸本 デジタルアーキテクチャとは、多くの組織や社会の構

成員の間でデータやシステムをつなぐ全体像のことです。それは国の政策、法律や規則から、実施機関や運営機関などの組織、企業戦略やサービス、ソリューションといったビジネス実体、それらを実現する個々の機能、データとその連携、さらにはセンサ、ハードウェア、既存ITシステムまでを包含する、いわばアナログ領域からデジタル領域までのすべてを含んだ設計図と言えるものです。

海外には米国のスマートグリッド、ドイツのIndustrie 4.0など著名な成功事例があります。日本では内閣府が主導したスマートシティ(*1)分野のアーキテクチャ設計などの事例があり、検討が続けられています。

産総研では、柏の葉スマートシティのデジタルアーキテクチャ設計、地理空間情報の国際標準化、AIクラウドABCIを利用したデータの連携プラットフォームなど、デジタルアー

■ Society 5.0社会の実現



Society5.0とは、人間やデバイス、工場、自動車など、フィジカルな空間から生成されるさまざまなデータをサイバー空間と密接につなぐことで、社会問題の解決や新たな価値・サービスの継続的な提供を行っていく社会のこと。また、それらによって豊かな社会の実現を目指していくというビジョンでもある。

キテクチャ実装のための取り組みを進めています。また、IPA（情報処理推進機構）のデジタルアーキテクチャ・デザインセンターと連携し、まずは住民起点MaaS（Mobility as a Service）、スマート安全、自律移動ロボットの3テーマについてそれぞれデジタルアーキテクチャの設計を進めています。

データが価値を生み出す3つの要件

——**柏の葉スマートシティで研究を行っている持丸研究センター長はどのような構想をお持ちですか。**

持丸 人間拡張研究センターは柏の葉の街自体を実験場として、空間情報を3Dマッピングしてつくったデジタルツイン（現実世界を、サイバー空間にデジタル化して映したもの）を用いて新サービスのシミュレーションをしたり、VRシミュレータでサービスの有効性や使いやすさを検証したりしています。

私は集めたデータに価値や競争力を出していく要件は3つあると考えています。1つめは、街で取るビッグデータと、ラボで環境を整えて取る高精度なデータ、これを私はディープデータと呼んでいます。この2種類を組み合わせることです。後者は前者とは違い、資金力があってもすぐに取得できるものではない強みがあります。

2つめは、人の体の形や歩行の仕方といった生物的数据だけではなく、どこをどのように歩いているのか、どの季節にどんな景色を見ているのかといった社会的データも取って、両者を組み合わせることです。社会的データを集め、蓄積して、それを価値ある情報として活用することは一朝一夕にできるものではありません。これまで培ってきたこのノウハウが、私たちの研究に優位性を持たせ、柏の葉をはじめ、スマートシティで活動する企業の競争力につながると考えています。

3つめは、相手に情報や刺激を与えたときの反応、つまり「インタラクション」です。私たちは人間拡張の研究を通じて、「その人」自身のデータを集めています。特に、移動や介護、健康などは人と人がお互いに反応し合うといったといったイン

タラクティブなサービスです。フィジカルなサービスでは、日本企業は優れた競争力のある製品を提供していますので、こうした製品から集めたデータにインタラクティブなサービスを加え



ることで、製品の競争力を高めるだけでなく、サービスの質的向上にもつなげられます。私たちは柏の葉を実験場として、製品を通じてデータを蓄積してそれをフィジカルなサービスとつなげていければと考えています。

岸本 デジタルアーキテクチャの必要性を、どのようなところで感じますか。

持丸 柏の葉で試す規模程度のサービスでは企業は利益をあげられませんので、それを大きく展開する必要があります。柏の葉で試しているのはサイバーとフィジカルを組み合わせたデータが価値を生む新しいタイプのサービスです。ほかの街で試す場合、サイバーの部分の部分を今のまま展開できれば、フィジカルな部分を追加投資するだけですむので、スケール効果が期待できます。

そのとき重要なことは、システムやデータが最初から汎用性のあるアーキテクチャで構築されていることです。「とにかくこの街で使えるサービスをつくらう」という思想で個別サービスを構築し、それらをいくつか連携させようとすると、大変難しい。なんとか連携させたとしても、後から別のサービスを追加したり新たな試みを加えたりするにはさらに困難が伴い、結局ゼロからつくり直すことになります。柏の葉で試したサービスを今後大きく展開していくために、基盤となるアーキテクチャの重要性を常に考えながら、データの採取とシステムの構築を進めていかなければならないと考えています。

岸本 オープンシステムのプラットフォームは、多様な機能の追加や削除、既存システムや他都市との相互接続が前提となるので簡単ではありません。まずはデータを持っている自治体や企業などを巻き込んで、データ交換ができるような合意形成とデータの共通フォーマット化などを行うこととなります。そのうえで、基盤となるITシステムもオープンで変化に強くすることを頭においてデジタルアーキテクチャを構築し



ていく必要があります。

データ連携で地質情報をより使いやすく、 理解しやすいものに

——地質調査総合センターには膨大なデータがありますね。

吉川 私たちは100年以上地質情報を整備してきましたが、10年前までは主に紙媒体やその情報を納めたCDなどで情報を提供していました。東日本大震災を機に国が地理空間情報のデータをオープン化する方針を打ち出し、以来、私たちもオープン化を進め、現在は各種の地質情報をウェブ上で無料閲覧できるようになっています。

データのデジタル化にあたってはさまざまな課題がありました。それぞれのデータはフォーマットも異なり、重ね合わせができず、共通の思考の上に乗っていません。しかも地質情報は専門性が高く、そのまま公開しても伝わるのかどうかもわかりません。しかし、まずは地質図幅(*2)をスキャンした画像データを公開するところから始め、少しずつ改善を進めてきました。

年々活用の裾野が広がっている実感はありますが、現在公開している地質図の多くは、すべての情報を一つの地図上に載せた画像データです。利用者の使い勝手を考えると、画像として一体化している個別情報を、ユーザーが必要に応じて個々に、または組み合わせて使えるようにするべきだと思います。現在はサービスのバリエーションを増やすため、さまざまな属性を個別に用意できるベクトルデータ化を進めています。

また、地質図は私たちが解釈を加えた二次データですが、今後は調査や分析で得られた一次データの公開も進めていきたいと考えています。

岸本 地質図以外でも、公開されているデータがPDF形式のものは多々ありますが、PDF形式だと機械が自動的に読み込



んで利用することができません。データを公開するだけでなく、そのデータ自体を説明する情報(メタデータ)を必ずつけていく必要もありますね。ほかにデータ連携を進めるうえで困

難を感じている点がありますか。

吉川 研究者によって専門分野が異なり、共通の項目でデータを取っているわけではありません。また同じ研究者、同じ地域でも調査



の目的が違えば異なる成果物になり、連携の仕方も変わる可能性があるということです。DXによって生活や社会が便利になり、データ連携によってデータの価値が向上すると理解していますが、地質分野は長年にわたって地質図に情報を集約する形態が続いてきた経緯があり、DXをどう進めていけるのかはこれからの課題です。政府でも産総研でもDXを目標に掲げていますので、地理空間情報を扱う領域としても、過去の遺産を大切にしながら、地理情報と他のデータとを連携することで新たな価値創造につなげていきたいと考えています。

オープン／クローズドの範囲をどう決めるか

——材料開発の分野では、データはどのように利用されていますか？

浅井 材料開発分野は元来経験がものをいう世界とされていましたが、現在マテリアルインフォマティクス(材料インフォマティクス)への注目が高まっています。材料は、組成と構造が決まると機能が決まります。組成・構造を機能に明瞭にひも付けられる大量のデータがあれば、人工知能技術やデータ科学の手法を用いることで、新たな機能を持つ材料の組成・構造情報を推論することができます。つまり、データは材料設計に大変重要な役割を果たします。しかし、明瞭なひも付けを実験で得ようとするのは非常に困難です。そのため、計算シミュレーションを使った研究を進めています。ところが、ある組成・構造の材料が、特定の機能を持つことを示す計算ができたとしても、その結果を眺めているだけでは、実際に材料をつくるための設計を行うことができません。産総研では、計算シミュレーションなどで得られる良質なデータと人工知能技術を用いた新しいタイプの材料設計に取り組んでいます。

岸本 課題と感じている点はどこでしょうか。

浅井 開発データは製品の肝であり、企業としては秘匿したいものである点です。材料インフォマティクスは素材メーカーのニーズも高く、産総研が主導するプロジェクトにも多くの企業が参画しています。このプロジェクトでは、事業化の方向にはあるが事業には直結しない「モデル素材」を設定することなどで、プロジェクトで開発する基盤技術やモデル素材への適用に関するノウハウを、プロジェクト内で共有し、さらには公開できるようにするといった知財の取り扱いでのオープン／クローズドの調整を工夫しました。

企業のデータは秘匿したいクローズドなデータである一方で、データ科学はオープンで活用できるデータが多いほど有用性は高まります。現状では、オープン／クローズドを人間が分けていますが、今後は情報技術の助けを借りて、データを秘匿しながらも第三者が利用できるような手法を取り入れた枠組みをつくりたいと考えています。こうすることで1社のみでは到達できない新たな機能材料の開発につながるというメリットが生まれます。その際、自社以外への利用を許すというリスクが企業に発生しますが、そのリスクを低減することにより、メリットがリスクを上回り、リスクを受け入れてもらえる状況をつくるのが大事だと考えています。そのためには、情報技術が不可欠であり、情報・人間工学領域との連携に非常に大きな期待を持っています。

持丸 ディープデータを組み合わせ、皆で使えるビッグデータをいかに特徴的な競争力のあるサービスにつなげるかというところでも、やはりオープン／クローズドの問題は出てきます。私たちも企業と共同でデータを取っていますが、その中で、例えば歩行のデータについては、産総研と合意した計測方法で取得したものはオープンにできるという取り決めをしています。A社、B社、C社の持つ歩行データを集めると50人分になるのに、クローズドデータにしてしまうと、私たちが全データを保有していても連携して分析することができないからです。このようなディープデータをどこまでクローズドにするのか、どの部分をオープンにすると社会的・産業的に価値が出てくるのか、ということを考えていく必要がありますね。

岸本 オープンなアーキテクチャをつくるときは、データだけでなく機能面でも共用する領域と競争領域を分けることが重要です。また、企業に対してデータを共用するとどんなメリットがあるかを、実例を示しながら進めていくことが大切でしょう。

データ共有のメリットとセンターへの期待

持丸 人のデータでは「個人差」が大切になりますが、個人差が見えてくるまでのデータを1社で集めるのは大変です。しかし、皆が産総研の提案している標準的な計測プロトコルに則ってデータを取ると、産総研にデータが蓄積されていきます。それが公開されていれば、20人分のデータしかとっていないA社も、蓄積された200人分のデータを使うことができ、かつ、自社の20人分のデータについてはディープなデータも持っているので掛け合わせて価値を生み出すことができます。

これを国際的な標準規格としてしまえば、標準プロトコルで計測している他国の企業とデータを交換し、そのデータを使える可能性も出てきます。データをオープンにすることでこういったメリットがある、とずっとアピールしていきたいですね。

吉川 地下の地質情報を見るにはボーリング調査などをする必要がありますが、ボーリング調査の多くは自治体によって行われ、データも各自治体が持っています。データは使われることで価値が出ますが、実際は死蔵されていることも少なくありません。近年は国の方針もあって、ようやく自治体も有償・無償でデータを公開し始め、皆がデータを使えるような状況になってきました。土木工事などを行おうとするとき、過去のデータが参照できればすぐに次の段階に進むことができ、事業や調査の効率が非常に上がります。

浅井 材料開発でも、同じ材料についてある特性を除きたい企業と、特性を付け加えたい企業とでは、たとえ競合する企業であってもデータを共用しやすい場合があります。私たちは企業データの秘匿性を保ちながらも、それらを集めたビッグデータを一緒に利用する、つまり共用することのメリットを選択し、秘匿性の高いビッグデータ運用に自らのデータを委ね、そこでの他社利用に伴うデメリットはあえて受け入れる方向に企業のマインドが変わっていくことを期待しています。企業にメリットの方が多いと感じてもらえるようになるまで情報を蓄積し、産業素材の設計に役に立つデータプラットフォームを構築していくつもりです。

岸本 デジタルアーキテクチャ推進センターの役割は多岐にわたります。ぜひ皆さんからの要望や期待を聞かせてください。

浅井 現在は新機能材料の探索を行う際、ハイスループット

実験装置を用いて組成を少しずつ変えた材料を網羅的に試作して、各材料の実験データを自動で取得していますが、今後は人工知能につながったロボットが合成も評価実験も、それらの実験計画も含めて自動・機械的に行うような未来図を描くことができます。実験のオートメーション化を進めていくためには多様なシステムと連携することになるので、共通アーキテクチャの必要性が高まると思います。

また、本年からマテリアルが国の定める統合イノベーション戦略の重要課題に加わり、材料分野でのDXへの取り組みと、それによるマテリアル革新力強化が謳われています。DXには、計算シミュレーションデータに限らず、実験、書籍・文献、特許、ウェブなど多彩なソースの材料データを連携したり標準化したりすることが重要です。しかし、例えば、計測実験で得られるデータは非常に多様なため、一口にデータ連携といっても簡単ではありません。課題は多いですが、新たな知見や発見を反映できる柔軟なDXを進めるために、デジタルアーキテクチャの専門家に協力いただけたら、大変ありがたいと感じています。

■ Society 5.0 リファレンスアーキテクチャ

1	戦略・政策	ビジョン・スコープなど	セキュリティ・認証
2	ルール	法律、規則など	
3	組織	実施機関、協議会、運営組織など	
4	ビジネス	サービス、ソリューション、規約・契約、エコシステム、実証試験など	
5	機能	サービス、ソリューションを実現するための個別機能など	
6	データ	データセット、語彙・コード、データカタログなど	
7	データ連携	データ収集、データ統合、データクレンジング、IoTデバイス管理など	
8	アセット	センサ、アクチュエーター、ハードウェア、ネットワークなど	

超スマート社会の実現に向けて考慮すべき構造・関係性の全体像
内閣府のSociety 5.0リファレンスアーキテクチャを元に作成

持丸 必要な技術は各時代で変わっていきます。当面はドローン、スマートシティなど、分野ごとにアーキテクチャをつくっていくわけですが、各分野が100%満足できるものでなくても、変わっていく中で全体がつながることを想定した基盤であることが重要です。その設計図がきちんとできていれば、必要になったとき、各分野のプラットフォームの有機的な連携もうまくいくでしょう。私たちもぜひ、階層的なアーキテクチャのつくり方を学びたいと考えています。

吉川 地質はデータ連携がこれからの分野なので、進んでいる分野からのフィードバックを期待しています。また、データの利用者は増えていても、どうしたら内容を理解してもらいやすくなるか、どうすればもっと使ってもらえるのかが見えていません。そこを乗り越える手段や、将来のデータの使い道を見据えた共通化について提案いただけるとありがたいです。

岸本 ここまでお話を聞いてきて、デジタルアーキテクチャ推進センターの役割としては、各領域の専門知識をどう組み合わせで“全体設計の前提”をつくるかということも重要だとわかりました。皆さんとそこに取り組むとともに、AI技術やスーパーコンピュータなど、データを蓄積して公開・連携する技術でも期待に応えていきたいと思っています。さらに、国際標準化の推進、データ連携技術とそれを支えるプラットフォームの開発などに力を入れ、まさに「サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合」を実現し、社会に役立つ成果を皆さんとともに創出していきたいと思っています。ご協力をよろしくお願いします。

*1 スマートシティ…AIやIoTなどの技術で街から得られるさまざまなデータを活用した住民が安全で便利に暮らせる街。

*2 地質図幅…緯度経度によって日本列島を多数の四角の図面に分割し、調査・研究の完了した地域から順に出版されているシリーズものの地質図。

産総研、本気でデータ連携を始めます！一緒に“つながる未来の設計図”を作っていきましょう！

産総研 情報・人間工学領域
デジタルアーキテクチャ推進センター



〒135-0064 東京都江東区青海2-4-7 産業技術総合研究所
臨海副都心センター 別館（バイオ・IT棟）10階



M-dapc-ml@aist.go.jp



<https://www.dapc.aist.go.jp/>

データの相互利活用を実現し、 新たな産業を創出！

デジタルアーキテクチャ推進センターの
未来への挑戦



情報・人工知能領域
デジタルアーキテクチャ推進センター
研究情報利用推進室
室長

中田 秀基

Nakada Hidemoto

KEY POINT

サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、産業の生産性を向上させ、多様な社会的問題を解決する未来社会「Society 5.0」。その課題の一つが、異なった組織や業種で日々蓄積される膨大なデータをどのように連携させるかだ。産総研は、2020年4月、デジタルアーキテクチャ推進センターを発足。データ連携の基盤を構築し、その相互運用性を高め、さらに他機関とのデータ連携も進めようとしている。

データ連携・活用に不可欠な標準化を推進

“ビッグデータを活用することで、革新的な産業や新しいサービスを創出できる”。スマートフォンが普及し、IoTに対する意識も高まって日々膨大なデータが取得され始

めた頃、そんな未来がしばしば語られた。現在、インターネット上で完結する産業や特定のデータだけに注目すればよい産業では、確かにビッグデータは効率化や新サービスの企画に役立てられている。しかし、私たちが生活する実世界への反映はどうだろうか。“サイバー空間と

フィジカル空間の高度な融合”というところでは、なかなかビッグデータの有効な利用策が具現化されていないと言えるだろう。

このことは産総研の実態にもあてはまる。原因は、これまでは異なる産業分野のデータ相互運用など想定しないで、各領域、各センターが個別にデジタル化に取り組んでいたからだ。共通フォーマットもなく、また、それが必要だという意識も乏しかったため、今も収集されるデータの形式やレベルはバラバラなままである。これでは各組織間でデータを連携させて相互活用していこうにも、簡単にはできない。

「産総研内、さらには連携先とデータの相互運用ができれば、社会課題を解決し、イノベーションを創出する高度なデジタル社会には到達できません。そこで産総研は、デジタルトランスフォーメーションを促進する技術を開発して社会実装を進めていくため、この4月にデジタルアーキテクチャ推進センターを発足させました」

そう語るのは、同センター研究情報利用推進室の中田秀基だ。

フィジカル空間で取得したデータを活用する場合、現在はセンサが取得したデータをクラウドに上げ、サイバー空間にフィジカル空間を再現して、そこで各種の事象を分析・予測、その結果を再びフィジカル空間にフィードバックするというかたちで行われている。そして、そのようにフィジカル空間とサイバー空間をつなぐ仕組みは、例えば自動運転、スマートシティ、自律移動ロボットなど、それぞれの技術領域ごとに個別に構築されているのが実情だ。

「縦割り組織のデジタル空間でデータがやりとりされるのであれば、センサからクラウドにデータを送るとき、あるいはクラウドからフィジカル空間にデータを下ろすときのプロトコルは、各組織が独自に決めればよいわけです。実際、現在は組織の数だけプロトコルがあると言ってもよいでしょう。しかし、それぞれのフィジカル空間のデータを別のサイバー空間でも使えるようにする、すなわちメッシュ状にやりとりできるようにするためには、プロトコルの標準化が必要となります。そのために、全体を俯瞰し、複数の組織間でデータ連携するための標準を規定していくことが、私たちの役割であり、それがデジタルアーキテクチャだと思います」

アーキテクチャの参照例を用意し 実装につなげやすく

欧米に比べて日本には参照アーキテクチャが欠如しており、データ連携が進めにくい状況にあるのも課題の一つだ。参照アーキテクチャとは、データを連携させて新しいサービスなどを設計する際の参考になる、ドメインに依存しない抽象度の高い設計図のことだ。完成度の高い参照例があれば、データを活用して新しい価値を生んでいきたい組織、企業や自治体にとって、アーキテクチャ構築のハードルが下がり、実装につなげやすくなる。

「そこで当センターは、デジタルサービスの参照アーキテクチャを、サービスの社会実装まで考慮して開発を進めることをミッションの一つに掲げています」

さらに、取得したデータをどのように運用し、活用していくのかという産業プロセスの中でのユースケースも多様に示していく必要がある。そのため産総研は、今年6月に情報処理推進機構(IPA)に設立されたデジタルアーキテクチャ・デザインセンターと連携し、デジタルアーキテクチャの参照例の設計・提供を進めていく予定だ。

デジタルアーキテクチャ推進センターは、この「参照アーキテクチャ開発の推進」に加えて「情報・人間工学領域の国際標準化推進」、「研究データの利活用推進」の3点を組織のミッションとしている。

「情報・人間工学領域の国際標準化推進」としては、今年、移動体データ形式「MF-JSON形式」が地理空間情報の国際標準として採択されたが、これに続き、データ形式の標準化に尽力していく。

「研究データの利活用推進」としては、産総研の研究ユニットに対して、データ・計算機・ネットワーク資源の運用と提供を行っていくことに加え、他機関とイノベーションプラットフォーム上でデータ連携実証評価を進める。また産総研のAI橋渡しクラウド(ABCI)などの設備もこのセンターが管理・運用していく。

「当センターでは産総研がこれまで蓄積してきた成果を活用し、デジタルサービスや相互接続プラットフォームの規格化・標準化を進めて、Society 5.0を実現するための基盤を構築していきます。そのためにも、ビッグデータ活用について連携先や企業の皆さまがお持ちの課題をぜひお聞かせください」中田はそう呼びかける。

スマートシティで 新たな価値を創出

人間参加型デジタルツインが
切り拓く未来の街



情報・人間工学領域
人間拡張研究センター
副研究センター長

蔵田 武志

Kurata Takeshi



KEY POINT

サイバー空間とフィジカル空間が融合された都市“スマートシティ”。この実現に向け、産総研では、例えば**3Dマッピング技術に時間情報を統合**し、そのうえで、**人・物・モビリティの移動や状態を把握**することで、**サイバー空間上にフィジカル空間を再現**しようと、さまざまな実証実験や関連技術の研究開発に取り組んでいる。

サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合

「デジタルツイン」という言葉を聞いたことがあるだろうか。フィジカル空間から取得されるリアルタイムデータに基づき、サイバー空間にフィジカル空間と双子（ツイン）のような空間を再現することを言う。サイバー空間に実世界の双子をつくり上げ、モニタリングデータを分析したり、それに基づいてサイバー

空間上でシミュレーションを行ったりすることで、リアルな世界の社会課題の解決につなげることができると考えられている。

「実空間の変化をサイバー空間に再現するときには、人や車、ロボットなどの移動体の扱いが鍵となります」

そう話すのは人間拡張研究センターでスマートシティ関連技術の研究開発に取り組む蔵田武志だ。「Society 5.0」構想が推進する「サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合」

においては、道路や建物などの詳細な地図情報に加えて、人の流れや物流、モビリティといった常に位置や状態が変化する移動体の情報をいかに把握し、地図情報とどう連携させるかが重要になる。デジタルツインはそれができて初めてつくられるものであり、その技術があってこそスマートシティの実現が可能となる。これは人間拡張研究センターを含む産総研として大事にしている視点でもある。

街と人を高精度に計測、360度VRを実現

スマートシティを実現する技術の一つに、現実の道路・建物などをレーザーやカメラなどで撮影し、その形状や位置を現実通りに立体的な画像として合成する3Dマッピングがある。高精度なマッピングをするためには、街中やショッピングセンター内で撮影したデータから、写り込んだ人や車などの移動体の情報と地図の情報を切り分ける必要があるが、産総研には高精度な地理空間情報とその情報を固定物と移動体に分別する技術があり、サイバー空間に固定物のみを地図情報化した「ハコ」を作り上げた。

この「ハコ」を用いて開発したのが「サービスフィールドシミュレータ(SFS)」(左写真)だ。360度に並べたディスプレイには現実の街並み、通りのCGが表示され、その中央にいる人の向きや歩く速さに応じて、CGの風景が自在に変化する。屋外から屋内への移動もシームレスに行え、街中の人の動きを実際と同様な環境の中でシミュレートすることができる。

「ゴーグル型の装置とは異なり、このSFSでは常に全方位の画像が表示されているため、視野全体で映像を捉えられ、方向を変えたときの遅延も起こりません。両手が自由に使い、把持した物も見えます。例えば、看板などの配置や案内図の妥当性、スマホを見ながら歩くときの危険性など、さまざまな検証に用いることができます。映画『アバター』のように別々のSFSに人が入り、サイバー空間で会うこともできます。つまり、人間参加型(Human-in-the-loop)シミュレーションが可能となります」

「ハコ」の中に人が入る技術はできた。では、実際の街の「人・モノ・車」などの移動体については、どのように位置を計測し、「ハコ」情報とともに示すことができるのだろうか。

産総研はこの技術として、電力不要・通信不要の高精度

測位マーカーを開発している(参照:LINK No.30 高精度マーカー)。このマーカーを街中の要所に設置しておき、それをスマートフォンなどで撮影することで、撮影者が地球上のどの位置に立っているかを誤差10 cmという精度で把握できる。車いすや自動走行ロボットの位置確認にも役立てられると期待されている技術だが、さらに、この情報と移動体に設置されたモーションセンサの情報と組み合わせることで、マーカーを見失っても測位を継続することができるようになっている。

データ連携から新しい価値が生まれる

このように、街や建物という「ハコ」の情報と、その中で活動する「人・モノ・車」などの移動体の情報を取得する技術ができつつある。これらが連携できれば、いよいよ「そこで何が行われているか」すなわち「コト」の情報にたどり着く。「コト」の情報とは、そこで起きている出来事が何なのか、それは緊急性を要することなのか、安全性を脅かすものであるかなどである。これを判別することで今までわからなかったことがわかるようになり、新しい価値が生まれ、新たなサービスを提供できる。

「混雑緩和や避難誘導のシミュレーション、モバイルのナビゲーションなどのほか、自律走行ロボットによる買い物・配達支援、歩行者やジョギングをする人の身体の動きに基づいた健康支援、各種シェアリングサービス支援などでもできるようになるでしょう。サービスがつながり、価値がつながることによって、街と人のデータを連携した意味が出てくるのです」

スマートシティ実現のためには移動体情報を把握する難しさなどの技術的な課題に加え、得られたパーソナルデータをどう共有するかなど、今後法律的・社会的に解決しなければならない課題も多く、時空間情報を統合したサービスプラットフォームへの道のりはまだ遠い。それでも蔵田は、「Society 5.0が目指す人間中心の社会を実現するために、私たちはスマートシティを構築しなければならないと考えています。そのためには、データ連携に関する社会的コンセンサスの醸成に努めながら、時空間情報プラットフォームの構築や、各種デジタルアーキテクチャの標準化を進め、新たな産業基盤の創出に貢献していきます」と力強く語った。

138年蓄積されてきたデータを連携

役に立つ、使える地質情報へ



地質調査総合センター
地質情報基盤センター 整備推進室
室長

内藤 一樹

Naito Kazuki



KEY POINT

地質調査総合センターは日本の地質情報の整備を担う国内唯一の機関であり、**地質に関する多種多様な専門的なデータが蓄積**されている。これらを**連携・統合**し、誰にとっても**わかりやすいデータに加工**することで、**防災や土地開発**などいろいろな場面で**活用**されることが期待される。

いつでも誰でもアクセスできる「地質図Navi」

資源開発や土地開発、災害対策などに欠かせない基盤情報として「地質図」がある。地質図とは、表土の下にどのような種類の石や地層がどのように分布しているかを示した地図だ。地震も火山も多い日本の地質は他国に比べて非常に

複雑だが、日本には国内全土をカバーする詳細な地質図がある。これは産総研の地質調査総合センター（旧・地質調査所）が、138年にわたって地質研究を継続し、データを蓄積し続けてきた成果である。

地質図は「出版」されるものであり、紙やデータが納められたCD・DVDなどの媒体を購入した人のみが利用できるもの

だった。しかし、地質図のように公共性の高いデータは、いつでも誰でも利用できることが求められていた。

「2011年の東日本大震災を機に公共データに関する政府の方針が転換したことを受け、地質調査総合センターでも10年ほど前にウェブサイト『地質図Navi』を開設し、無料で地質図を参照できるよう整備を進めてきました」

「地質図Navi」の開設・運営を担ってきた地質情報基盤センター整備推進室の内藤一樹は言う。「地質図Navi」では「50万分の1地質図幅」から「5万分の1地質図幅」まで異なった縮尺の地質図を参照できるほか、火山地質図、水理地質図、鉱物資源図など、特定のテーマに重点を置いた地質情報を重ねることができる。参照位置の移動も、拡大や縮小も自由自在だ。

関連データとひも付けて、より活用しやすく

地質調査総合センターのウェブサイト(<https://www.gsj.jp/>)には、ほかにも「衛星データ検索システム」「海域地質構造データベース」「地殻応力場データベース」「津波堆積物データベース」など、30種類もの研究成果がデータベースとして掲載されている。しかし、それらは必ずしも企業や一般のニーズに沿うものではない。

「これらのデータは研究者が自身の研究に基づき、各自で公開しているデータベースなので、網羅性に乏しく、閲覧方式もそれぞれ異なります。内容の専門性も高く、専門家が読み解かなければ活用が難しいデータです。私はこういった専門的なデータを解析・加工し、ほかの情報とひも付けることで、一般の人や企業がそのデータの意味を理解し、使うことができるよう改善する必要があると考えています」

例えば、ある土地で農業用地の開発を検討する際、硫黄分の多い地層があったとしよう。「この土地には硫黄成分が含まれている」という地質情報を入力口に、その硫黄が18××年に〇〇火山が噴火したときの噴出物であることや、その噴火後に周辺地域で報告された農業被害というような異分野の情報にまでつなげることができれば、限られた人のためのデータであった地質情報が周辺の住民や農業関係者など、より多くの人たちに活用してもらえるはずだ。

内藤たちは、将来的なデータの連携に向け、データを読

み解き、意味を見だし、一つ一つ定義した情報を整備するという地道な作業を進めている。

まずは共通フォーマットの整備を

データ連携を実現するためには蓄積されたデータを一つのシステムとして使えるよう、連動が可能な仕組みを構築する必要があるが、超えるべきハードルは少なくない。個人の研究に基づいたデータベースは網羅性に欠けているうえ、ほかのデータとの連携性は考慮されていないことがほとんどだ。また、理学的な観点から取得されたデータが、そのまま農業や土木などの用途に使えるとは限らない。専門的な研究になるほど特殊なデータ項目が主体になり、各データを共通フォーマットに落とし込むことさえ一筋縄にはいかない。

しかし、日本の地質に関するデータを網羅的に保有し、それを用いて新たなデータベースを作り、整備できる研究機関は、産総研地質調査総合センターが唯一といっていいだろう。当然、将来に向けてデータを揃え、さまざまな用途に活用できる形に変換して、専門家の仕事に役立つのはもちろん、企業や一般の人々も防災や観光などに活用していけるシステムを構築する責務がある。それは日本の国土と社会の持続的な発展につながるものだ。

ニュースでは地震の際に「この地震による津波のおそれはありません」などとアナウンスしているが、もし活断層情報から過去の地滑りやその頻度などが把握できるようになれば、「数百年前の地震発生時には地滑りが起きました」「この地区の地質情報によれば、土砂崩れの危険性があります」などの情報が付加され、その地域の人たちの安全と安心にもっと貢献できるかもしれない。内藤はそうように、地質情報が日常的に活用される未来を描いている。

「いつかニュースや天気予報と連動する仕組みができ、防災などに役立ててもらえれば嬉しいです。そのためにもデータの共通化を進め、将来的には人工知能が適確かつ迅速に処理できるようなデータベースを整備していきます」

地質情報は、一般的にはあまり注目されてこなかった“お宝”情報と言える。それを今後どれだけ活かしていけるかは、膨大なデータの再整備とデータ相互の連携技術という、これまでの地質研究とは異なる研究開発の進展にかかっている。

材料開発がかわる！

材料インフォマティクスの可能性

データの取得と利用を同時に進めていく

材料・化学領域
機能材料コンピュータシミュレーション研究センター
材料インフォマティクスチーム
研究チーム長

三宅 隆
Miyake Takashi



KEY POINT

素材に対する高性能化・多様化などのニーズに伴い、これまでにない特性や機能を持つ新材料の開発が急がれる。しかし、材料の特性は構成元素の種類、割合、構造によって変わるため、新材料開発には無限ともいえる組み合わせを検討しなければならず、これを短時間で実現できる“材料インフォマティクス”への期待は高い。

データ活用で経験と勘を超える

硬い、柔らかい、熱に強い、伸縮性がよい、導電性が高いなど、材料が持つ特性は製品の機能に直結する。よい特性の材料をつくるということは、いかに構成元素の種

類、割合、構造のよい組み合わせを見つけるかということでもある。材料開発の分野では、研究者の知識と勘と経験によって考えられた組み合わせについて実証実験を行う手法が一般的だ。そのため新材料を開発するまでには長い時間がかかることも多かった。

「開発期間が短いほど製品を早く世の中に送り出すことができ、企業の競争力は高まります。そこで近年、材料開発の効率を上げるためにこれまでの計算シミュレーションや実験に加え、機械学習やデータマイニングなどといった人工知能（AI）が活用されるようになりました。これを材料インフォマティクス（MI）と呼んでいますが、その手法を使うことにより、現在、材料の開発プロセスは大きく変わり始めています」

そう語るのは材料インフォマティクスチームを率いる三宅隆だ。高機能な新材料の開発に、MIはどのように使われるのだろうか。

例えば、今、ニーズが高まっている材料の一つに、電気自動車や電動飛行機の駆動モータや風力発電機などに用いられる高性能磁石材料がある。特に航空分野においては、低炭素社会実現に向けての切り札ともいえる電動飛行機の実用化は、急務と言える。そのため、モータ性能を向上でき、強度も高温特性も高い高性能磁石材料の開発が急がれているのだ。

現在使われている高性能磁石であるネオジム磁石は、ネオジムと鉄、ホウ酸から構成されるが、高温特性や保磁力を高めるために、ほかにもいくつかの元素が添加されている。その組成をどう変えるかでさらなる高性能が実現する。そこで三宅たちのチームは、MIの手法を用いて、高性能磁石材料に求められる特性を実現する最適な組成の探索に取り組んだ。

「MIの基盤は言うまでもなくデータです。材料は組成のバリエーションが膨大である分、取得しなければならないデータも多いのですが、これまで開発されてきたデータベースは文献データを収録して構造化したものが多く、すでに絞り込まれたデータであり、機械学習を進めるうえで最適なものとは言えません。MIを進めるにあたっては、データベースの増強や、課題に応じた新たなデータベースの作成も必要となりました」

三宅は、これらのことを勘案しつつ、得られた多様なデータに基づいて高性能磁石材料について探索したところ、ある程度、有効な元素が絞り込まれた。ただ、机上の計算だけでは厳密な性能データを出すことはできない。そこでリアルな実験データと同化させて精度を向上させた結

果、高温ではコバルトの添加が有効だと、迅速に見積もることができた。

ネオジム磁石に代わる新規磁石材料の組成の探索については「ベイズ最適化」という機械学習の手法を採用した。その結果をランダムサンプリングの成功確率と比較すると、磁化、キュリー温度、生成エネルギーという各項目で、ランダムサンプリングの成功確率が12.9%に対し、ベイズ最適化の成功確率は90～100%と圧倒的に高い結果となった。MIが新材料の開発期間を大幅に短縮する可能性を示せたのだ。

オープンとクローズドのバランスが課題

MIを普及させるうえでは課題も多い。まず、材料の特性が多様多様であるので、データ量の絶対的不足に加え、取得されるべき情報もさまざまである。したがって各種のデータを単純に統合させることが必ずしも適切とは言えないという。今後は既存データベースの新たな連携手法の開発が重要となってくる。

また、材料関連のデータは企業、研究機関にとって競争力の源泉であるため、データを簡単にオープンにできないという側面もある。データ連携を進めるにも、国ベースで材料分野の全体を発展させるための作業と、個別企業が競争力を維持するための機密性とのバランスを考えていかなければならない。今後はオープン／クローズドをどう切り分け、どのような情報なら公開可能なのか、その方法はどうするのか、情報技術面だけでなく、産業育成、企業の競争力強化など、多面的な検討が必要となるだろう。

「MIの手法は既知の材料特性の周辺での最適化には圧倒的な強さを見せましたが、過去のデータの蓄積に基づくため、まったく新しい革新的な材料を見つけられるかは未知数です。ただ、さまざまなデータが蓄積されていくと、あるとき別の視点からの発見につながる可能性があります。そのような未知の力を発揮させるためにも、材料開発のデータの蓄積・連携を進め、近い将来、MIの手法を活用し、あっと言うような素材産業分野での成功事例が出てくることを期待しています」と三宅は展望を語った。



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.32 2020年11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 「変化する生活と科学技術」をテーマ
予告 にした研究をご紹介します。



■ 禁無断転載 ©2020 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。

