

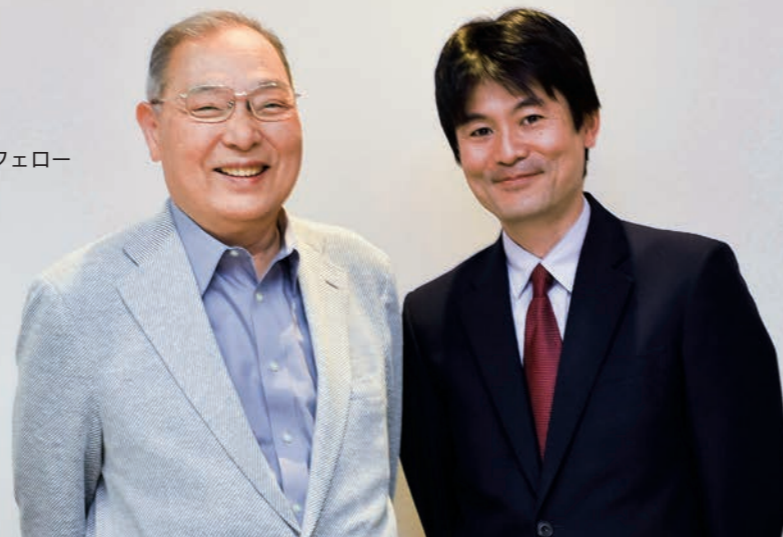
新たな分野を開く 新たなモノサシ

「科学の母 Mother of Science」と呼ばれる計測技術。科学研究や技術開発は、計測技術の進化なしには成り立たない。今月からスタートするこの連載では、さまざまな計測技術を紹介していく。

第1回は、日本の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析や戦略提案をする研究開発戦略センター（CRDS）で計測分野の調査を続けてきた佐藤勝昭フェローと中山智弘企画運営室長に、計測技術の現在を概観してもらった。

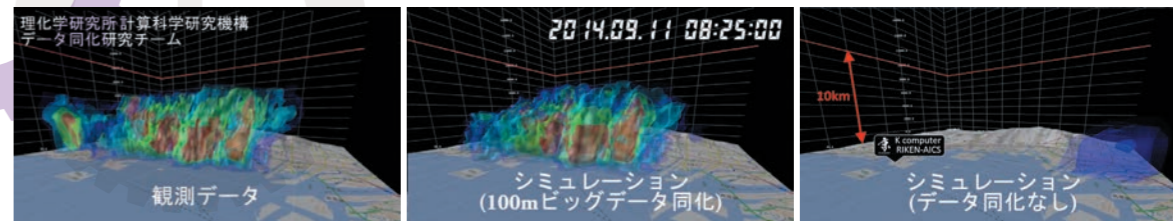
さとう かつあき
佐藤 勝昭
研究開発戦略センター フェロー
研究広報主監

1966年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了。NHK放送科学基礎研究所、東京農工大学工学部教授、副学長、JSTさきがけ研究総括などを経て、現職。17年より文部科学省ナノテクノロジープラットフォームプログラムディレクターも務める。工学博士。



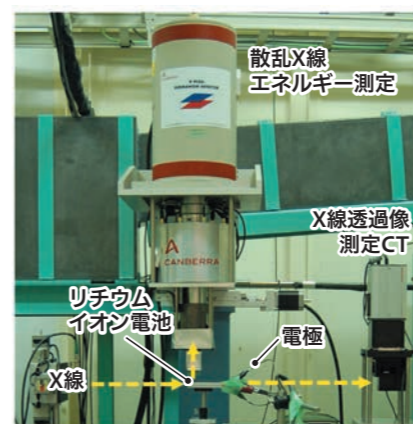
なかやま ともひろ
中山 智弘

研究開発戦略センター 企画運営室長/フェロー
企業での研究開発を経て2002年にJSTへ。研究開発戦略センターでナノテク・材料分野の研究開発戦略立案に従事。その後、内閣官房政策参与、JST経営企画部次長などを経て、現職。文部科学省技術参与として研究プロジェクトのプログラムオフィサーも務める。博士(工学)。

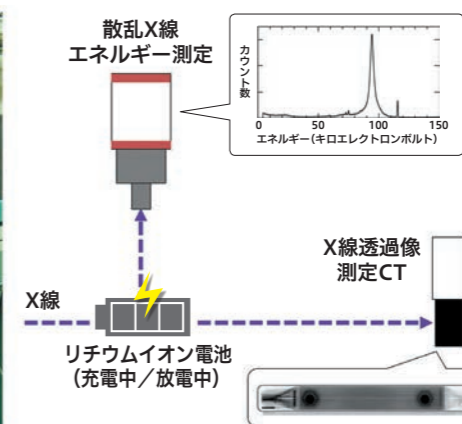


図版提供: 理化学研究所

▲「ビッグデータ同化」によるゲリラ豪雨予測の例。最新鋭の気象レーダーにより100mの分解能で30秒ごとに観測される3次元降水分布と、解像度100mの高精細シミュレーションを組み合わせ、積乱雲内部の30分後の状態を詳細に計算できる。赤色は雨が最も強い部分。



図版提供: トヨタ自動車 山重寿夫氏



◀リチウムイオン電池のオペランド計測の様子。電池に電極をつなぎ、放電中や充電中の電池内部の状態をリアルタイムで計測している。

暮らしを支える計測技術

中山 身の回りの製品には計測技術が詰まっていますが、あまりにも生活に浸透して気づかない人が多いでしょうね。

佐藤 最近のエアコンは、人の体温を計測して最も快適になるように温度調節するものがあります。天気予報がよく当たるようになったのも、時々刻々と変化する気象状況を気象衛星などで高精度に観測し、シミュレーションと併せて高度な予測ができるようになったからです。

中山 車の自動ブレーキも急速に普及が進んでいますが、車載のレーダーやカメラで障害物までの距離を正確に測定できるようになった成果ですね。今後登場が予想される自動運転車も、さらに進化した計測技術が鍵となるでしょう。遠隔診断などこれからの暮らしを豊かにしてくれるものには、ほとんど計測技術が埋め込まれているといえそうですね。その面白さを、ぜひ知っていただきたいと思います。

最先端分野を開く計測技術

中山 最先端の科学技術開発の基盤として、ナノテクノロジーや材料開発が挙げられますが、それらを支えているのも計測技術です。最先端の計測技術といえば、まず何を思い浮かべますか。

佐藤 オペランド（実動作環境下）計測はまさに旬の技術ですね。外からは見えない材料やデバイスの内部を実際に作動している環境下で計測する技術です。例えば、蓄電池や燃料電池の放電中や充電中に正極や負極、セパレーターなどの内部で何が起きているのか、その様子がだんだんわかるようになってきました。電池の技術は日本が世界をリードする分野ですが、オペランド計測は蓄電池や燃料電池の技術開発に大き

く貢献しています。それが現在の日本の自動車産業を支えているともいえます。こうした計測技術のおかげでエンジン内の燃焼の様子も詳しく調べられるようになり、燃焼をコンピューター制御することによって自動車の燃費が驚くほど向上しました。

中山 ライフサイエンス関連ではクライオ（低温）電子顕微鏡法が注目株ですね。生体分子を染色することなく急速に凍結させて電子顕微鏡で解析する手法です。従来の方法では試料を真空中に置くので水分は失われ、細胞の構造は壊れてしまいます。しかし、クライオ電子顕微鏡法では生体分子を氷に閉じ込めてそのまま観察できる点が画期的です。試料づくりには高い技術が必要ですが、撮影した画像データを最新の情報通信技術（ICT）を用いて解析する研究も進み、たんぱく質など複雑な分子の立体構造を画像化できるようになりました。

佐藤 走査型プローブ（探針）顕微鏡の進歩も著しいですね。これは、ナノメートルサイズの鋭利な針を試料上で動かし、針と試料との間に働くさまざまな力を検出して画像を得る方法です。中でも高速原子間力顕微鏡では、溶液中で起こる反応や構造変化をリアルタイムで動画観察できるようになりました。金沢大学理工研究域の安藤敏夫教授、古寺哲幸准教授らは、歩くたんぱく質と呼ばれるミオシンが筋繊維に沿って移動する様子を動画撮影するのに成功しています。

社会インフラの維持管理にも活用される 新開発の放射線イメージング技術

中山 社会インフラの中にも新たな計測技術が活用されていますよね。老朽化が問題となっている橋やトンネルなどで、コンクリート内にできたすきまや水、中性子線を用いて測定する非破壊の検査法が開発されています。古い橋を全部架け替えていたら、いくらお金があっても足りないの、こういう技

術の社会的ニーズは高いと思います。

佐藤 福島第1原子力発電所では、炉心が溶けて冷え固まった燃料デブリが残っていないかを調べるために、宇宙線的一种であるミュオン粒子を使った炉内調査が行われました。ミュオン粒子の透過力は高いが、核燃料は透過できないという性質を利用しています。これは廃炉のために必要な技術ですよ。また、同じ技術を使って、火山内部のマグマだまりの位置やマグマの動きを計測する技術も発表されています。将来は噴火予知に役立つかもしれませんね。

新しい発想とビッグデータで 計測の世界を深め広めるICT

中山 ICTは最先端の計測技術の精度を高めています。それだけではなく、以前から知られているありふれた計測技術であっても、ICTと組み合わせることによって従来は得られなかったデータが得られるのが、現在の計測の特徴といえるでしょう。交通系ICカードから得られるビッグデータは人々の動きをすべて記録します。そのため、従来の交通量調査は減ってきています。電車の乗降客がスマートフォンなどで電車の運行状況・遅延情報・混雑状況・混み具合を報告し合い、大人数のユーザーで共有することによって通勤通学に役立つアプリもあります。物理量ではなく人間の抱く印象をデータとして収集している点は、これまでの計測技術にはなかった新しい発想ですね。
佐藤 従来のように物理量をただ計測するのではなく、そこから意味を取り出していく点も、ICT活用の新たな発想です。監視カメラの画像から人物を特定する技術が急速に進んでいます。顔がわからなくても、歩き方や速さなどの情報からパターンを抽出し、人物を特定できるのです。自動車のナンバープレートの再現技術も同様で、人の目には不鮮明であっても、ICT

を利用して数字のぼやけ方の規則性を学習し、文字を読み取ることが可能になっています。

今、なぜ計測か

佐藤 計測技術の下支えがなくては、科学の発展はありえません。これまで計測は重要だと考えられていましたが、最近は新しいフェーズに入ってきたと感じています。

中山 今だからできる計測技術が出てきましたよね。オペランド計測やクライオ電子顕微鏡など道具立てが整ってきてより詳細、正確に計測できるようになったこと、ICTの活用が進んだことの2つが大きいです。「動作状態を非破壊で」、「リアルタイムで高速に」、「ICTで情報に意味を」というのが今後の計測のキーワードでしょうか。

佐藤 道具立てを整えるという意味では、放射光施設などいろいろな科学技術の進歩に加えて、最先端機器の共有が進んだことも重要です。文部科学省のナノテクノロジープラットフォーム事業のように、高価な機器を共同利用することによって、より安価に最先端の研究が行えるようになりました。

中山 こうしたインフラ整備以外にも、ヘルスケア分野などで計測に対する社会的ニーズが高まっていますよね。

佐藤 スマートウォッチなどのウェアラブルデバイスによる健康管理はかなり浸透してきました。さらに、これらを含めさまざまな方法で人の動きやつながりを測る「社会計測」も、新たな動きとして興味深いですね。防災などにも役立つそうです。

中山 計測技術は最先端の研究開発だけでなく、社会課題の解決でも、けん引役になっているといえますね。

佐藤 次号からは、ミクロからマクロまでさまざまな計測技術を具体的に紹介します。どの分野のどんな計測技術が登場するか、その開発者はどんな思いを抱いているか、どうぞ楽しみに。