

JST NEWS

Vol.8 | No.3

2011

June

6

月号

社会技術の“実装”に 挑み続ける理由

ケース1 油流出事故回収物の微生物分解処理

ケース2 津波災害シミュレータを活用した防災啓発活動

ケース3 被災者台帳を用いた生活再建支援システム



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Cover Photo



Feature 01



研究開発成果を眠らせ続けないために

社会技術の“実装”に挑み続ける理由 06

3月11日の東日本大震災は、日本の社会に大きな衝撃を与えた。震災からの復興はもちろんだが、現代の日本には、環境、エネルギー、少子高齢化など、ほかにも解決すべきさまざまな社会問題がある。その解決のためのキーとなるのが社会技術の“実装”だ。

社会技術の“実装”では、コミュニケーションが重要であるという。対象が行政であれ市民であれ、相手を説得するプロセスが必ず含まれる。写真は津波による災害をシミュレートできる「動くハザードマップ」(P10)。「逃げなくても大丈夫」と安心している住民を、何をおいても逃げる人へと意識改革するための、必須のコミュニケーション・ツールだ。



ようこそ、私の研究室へ 14

新井史人 名古屋大学大学院 工学研究科 教授



JST職員の業務報告 02

サイトビジットに行ってきました。 16

理 事 長 茶 話

—— 科学技術に対する意識は東日本大震災をきっかけに変化したと感じますか？

今回の大震災では、自然の大きな力の前に、科学技術があまりにも無力であるということが示されました。また、科学技術のもつ危険な面が現れ、私たちの生活を脅かす深刻な事態となったことで国民に科学技術に対する不安や不信をよんでいます。私個人としては、科学技術界はまず反省からスタートせねばならないと感じています。

一方で、高度な文明を維持していくためには、これからも科学技術を利用していく必要

があります。それには、科学技術を社会が上手にコントロールしていく仕組みが大切だと思います。

—— 被災地が復興するためにJSTが果たす役割は何でしょうか？

阪神・淡路大震災からの復興では、「被災地を日本の最先端医療の中心地に」と、神戸医療産業都市構想が推進されてきました。今回の被災地ではどのような未来が描かれるのでしょうか。私はそのなかに「新エネルギーの中心地」といった言葉が入ると、地域に新たな雇用が生まれ、そこで生活するた

めの収入の道が開かれると期待しています。

JSTは科学技術を振興する役割を担っています。被災地が復興するとき、どのような未来を選ぶことができるのか、さまざまな未来への提案をJSTの研究開発戦略センター(CRDS)や社会技術研究開発センター(RISTEX)、低炭素社会戦略センター(LCS)などが行っていきます。さらに、この困難な時期に国民と科学者をつなぐコミュニケーションの仕組みづくりをすることも、JSTの大きな任務の1つです。

(聞き手：産学連携展開部 松本葵)



JST Front Line 6

NEWS 01

新規事業



科学の甲子園

**来年3月に、第1回「科学の甲子園」全国大会を兵庫県で開催!
今夏から各都道府県で、出場校の予選が始まります。**

2011年度より「科学の甲子園」がスタートします。第1回となる全国大会は来年(2012年)3月24日(土)～26日(月)、兵庫県西宮市の兵庫県立総合体育館で開催され、各都道府県を代表する高等学校等(中等教育学校後期課程、高等専門学校も含む)の1、2年生6～8人のチームが筆記競技と実技競技に挑み、理科・数学・情報などの複数分野の実力を競い合います。

筆記競技は、物理、化学、生物、地学、数学、情報や、それらの複合問題が出題され、知識だけでなく、知識を活用、応用する能力が試されます。実技競技は、主に物理、化学、生物、地学の各分野の実験や観察を通して考察する能力を競う「実験系」と、科学技術の知識や応用力を総合的に活用して、アイデアやものづくり、コミュニケーション



チーム内で協力して実験や工作などの実技も行う「科学の甲子園」では、科学を活かして使う能力が必要となる。

ン、プレゼンテーション能力などを競う「総合系」が行われます。

各チームは、競技ごとに出場する選手を選んで課題に挑戦。各競技ともチーム内で

協働しながら課題解決を目指す形式なので、最適なチーム編成やチームワークも重要になります。順位は、各競技の合計得点によって決まり、優勝チームには文部科学大臣賞が授与されます。

「科学の甲子園」は、全国の科学好きな高校生が集い、チーム対抗で競い合い、活躍できる場となることを目指しています。こうした場をきっかけに科学に興味を持つ生徒たちが増え、お互いに高めあう機会にもなるでしょう。

都道府県の代表チーム選考は各自治体の教育委員会により、2011年の8月から全国各地で始まります。詳しくは、ホームページ(<http://rikai.jst.go.jp/koushien/>)をご覧ください。各都道府県の教育委員会までお問い合わせください。



低炭素社会戦略センター (LCS) 設立1周年シンポジウムを開催 東日本大震災からの「復興」を視野に、低炭素社会へのシナリオを提示

5月10日、低炭素社会戦略センター(LCS)設立1周年を機に、シンポジウム「低炭素社会実現に向けたシナリオと戦略」を開催し、394名が参加しました。

LCSは、経済成長と二酸化炭素削減が両立する「快適で豊かな低炭素社会」を実現するために、科学的知見にもとづいた提案を行っています。本シンポジウムでは、家庭にある古い家電をエネルギー効率が高い最新家電へ買い替えることで、家計が豊かになることを定量的に示しました。これは、一般的に唱えられている「省エネ負担論」を覆す研究成果です。

また、LCSが震災後いち早く提案した復興シナリオについても紹介しました。被災地も、「低炭素」「高齢化」「震災復興」の3つをキーワードとして再生を図るこ

とで、付加価値のある快適で豊かなまちづくりが可能だと考えています。

そして、現在原子力や火力への依存度が高い日本のエネルギー源は、今後どの



ように変化するのか所見を提示しました。これまでLCSでは、2020年までに原子力発電所を8基増設する条件のもとに、低炭素社会実現のためのシナリオを研究してきました。しかし福島第一原子力発電所の事故の影響を考慮して、原子力発電依存度を減らした5つのケースを提案し、その場合の電力コストやCO₂排出量の変化を示しました。

今回のシンポジウムでは、「復興」がキーワードとなって、参加者からも大きな反響がありました。今後LCSでは、低炭素社会実現と震災復興のために尽力します。

◀ LCSの小宮山宏センター長が基調講演を行い、「日々の暮らし」からの低炭素化の重要性について話しました。



戦略的創造研究推進事業CREST「プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製」
 研究課題「電気化学的な異種材料ナノ集積化技術の開拓とバイオデバイス応用」
 「自己組織プロセスにより創製された機能性・複合CNT素子による柔らかいナノMEMSデバイス」

酵素を内部に閉じ込めた柔らかい電極フィルムを開発 これを用いたバイオ電池が果糖水溶液で過去最高の発電!

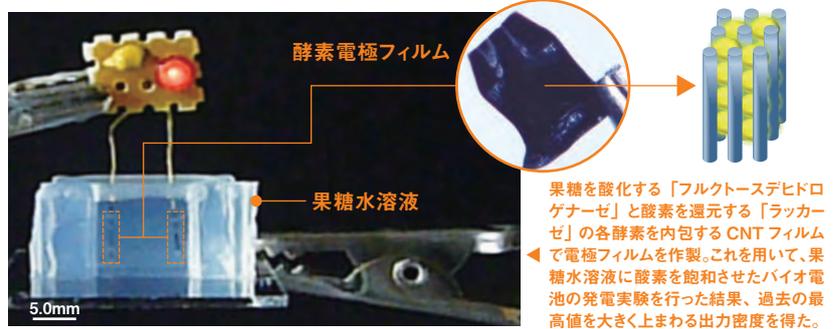
東北大学大学院工学研究科の西澤松彦教授、独立行政法人産業技術総合研究所(産総研)ナノチューブ応用研究センターの島賢治首席研究員らは、酵素とカーボンナノチューブ(CNT)を均一に複合化した柔軟なフィルムを開発しました。このフィルムを電極(酵素電極)に用いたバイオ電池は、果糖水溶液から過去最高の出力密度で発電しました。

酵素電極は、医療・環境・食品分野の計測に必須のバイオセンサや、生体・環境に優しく安全な電源として期待されるバイオ電池のコア部品です。しかし、従来の酵素電極はカーボン微粒子やCNTを焼き固めて作るために、強度が脆く、変形もできないという欠点があります。また、先に多孔性のナノ電極を作ってから内部に酵素を固定するプロセスをとるため、孔と同程度のナノサイズの酵素を導入するのは極めて困難でした。

西澤教授と島首席研究員らは、産総研が開発したスーパーグロース法で作製したCNTフィルムをナノ電極に用いることで、それらの問題を解決しました。CNTフィルムは、長さ1mmのCNTが16nm(1nmは10億分の1m)間隔で整然と並んだもので、CNTの間に酵素の溶液が容易に浸透します。十分に浸み込ませたフィルムを乾燥させると、数分間でCNTの間隔が酵素のサ

イズまで収縮。内部構造が酵素のサイズにあわせて自動的に調節される、「酵素ナノ電極」となることを確認しました。

今回得られた電極は柔軟な自立型フィルムで変形させやすく、「巻く」「貼る」などしても活性が低下しません。西澤教授と島首席研究員らは、この技術の特許を出願済みで、実用化に向けた研究開発のパートナー企業を募集しています。



果糖を酸化する「フルクトースデヒドロゲナーゼ」と酵素を運元する「ラッカーゼ」の各酵素を内包するCNTフィルムで電極フィルムを作製。これを用いて、果糖水溶液に酵素を飽和させたバイオ電池の発電実験を行った結果、過去の最高値を大きく上回る出力密度を得た。



研究成果展開事業A-STEP本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ / 研究開発課題「超高速光イメージング技術の実用性検証」

2000万コマ/秒の超高速動画の撮影が可能に! 超高速現象の解明につながるCMOSイメージセンサの開発に成功

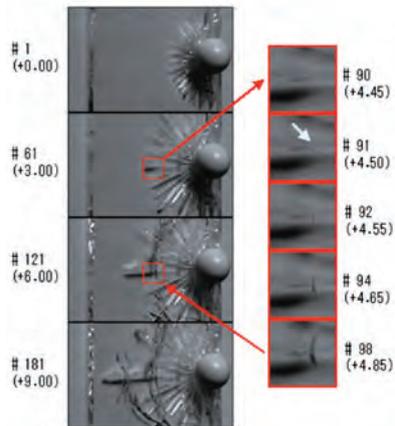
東北大学大学院工学研究科技術社会システム専攻の須川成利教授は、株式会社島津製作所と共同で、最高2000万コマ/秒という超高速の動画撮影が可能なCMOSイメージセンサを開発しました。

これまで、CCDイメージセンサで100万コマ/秒程度の撮影速度を実現した例がありましたが、CCDセンサは消費電力が大きいので発熱しやすく、それ以上の高速化は困難でした。しかし、CMOSセンサには消費電力が少ないという特長があり、発熱が低く抑えられます。

一般的なイメージセンサは、入射光で生じた電荷を画素で集めて電気信号に変換、伝送線で出力端子へ送り、1コマずつセンサの外部のメモリで記録する仕組みです。撮影速度は、画素で電荷が集められる速さと、伝送線内を信号が伝わる速さ、さらに伝送線の本数によって決まります。須川教授らは、画素内部の電界分布(電荷

を動かす力の分布)を最適化し、さらに伝送線での信号劣化を最小限に抑える設計で、撮影速度を高めました。

●撮影例：エアガンから発射された6mm径の玉の着弾により破壊されるガラス板



また、従来のCMOSセンサは出力端子の数の制限によって伝送線の本数が制限されていましたが、今回開発したセンサはメモリを内蔵し、撮影中は内蔵メモリに各コマの全画素信号を同時並列的に記録し、撮影後に外部に読み出す方式を取っています。出力端子の数の制約を受けずに伝送線の本数を増やすことができるため、これまで高速とされていたCCDセンサに比べて20倍にもなる、超高速での動画撮影を実現しました。

今回の成果により、100万分の1秒以下の短時間で起こる物質の変形や破壊、放電などの現象を詳細に観察できるようになり、新たな材料や加工技術の開発が促進されるものと期待されます。

撮影速度は2000万コマ/秒。図中の#数字はコマ番号で、カッコ内は1コマ目からの経過時間(単位はマイクロ秒)。着弾点からまず放射状の亀裂が伸び、次に円環状の亀裂が発生しますが、亀裂の発生や伸展の様子が0.05マイクロ秒の時間分解能で観察できます。赤枠内では、円環状の亀裂が91コマ目に発生していることがわかります。



地球と社会の未来を考える国際科学技術協力のプラットフォーム 登録制コミュニティサイト「Friends of SATREPS」を開設!

JSTは登録制コミュニティサイト「Friends of SATREPS」(<https://fos.jst.go.jp/>)を開設しました。

SATREPSとは、JSTと独立行政法人国際協力機構(JICA)が行っている「地球規模課題対応国際科学技術協力(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)」です。JSTとJICAの連携により、科学技術の競争的資金と政府開発援助(ODA)を組み合わせた、3~5年間の国際共同研究プログラムです。開発途上国のニーズにもとづいて、国際社会が共同で取り組むことが求められる地球規模の課題にチャレンジし、その具体的な研究成果を社会に還元することを目指しています。

2008年にスタートしたSATREPSでは、アジアやアフリカ諸国をはじめ33カ国で「環境・エネルギー」「生物資源」「防災」「感染症」の4つの研究分野を対象に60



「Friends of SATREPS」マイホームページ。
お気に入りのコミュニティに参加してみよう。

の研究がすすめられています。具体的な活動内容や成果は、ホームページ(<http://www.jst.go.jp/global/>)をご覧ください。

今回スタートした「Friends of SATREPS」は、SATREPSのファンや関係者のニーズから誕生したソーシャル・ネットワーキング・

サービス(SNS)です。SATREPSの研究者や関係者だけでなく、企業やNGO、途上国開発に携わる方々など、これまでSATREPSに関わりがなかった皆様もご登録いただけます。

「Friends of SATREPS」は皆様とSATREPS関係者の連携を促進、支援するプラットフォームで、日本語と英語に対応しており、以下のような機能を提供します。

- ① SATREPSに関するニュースやイベント情報の受け取り
- ② SATREPSプロジェクトと外部の皆様の結びつき
- ③ 意見交換や新たなチームメイト探し
- ④ プロジェクト関係者間での情報共有

SATREPSは、個別に課題に取り組んできた人々が手を取り合うことによって推進されています。ぜひ、「Friends of SATREPS」に登録し、新たな出会いと情報交換の場としてご利用ください。

NEWS 06

日本科学未来館で企画展 「メイキング・オブ・東京スカイツリー®」を開催します。

日本科学未来館で6月11日(土)から10月2日(日)まで、企画展「メイキング・オブ・東京スカイツリー®-ようこそ、天空の建設現場へ-」を開催します。本企画展は東京スカイツリーをシンボルとして、世界一の高さを誇る自立式電波塔の建設を可能にした先端の科学技術を紹介します。

高層建築技術を切り口に5つのゾーンから構成された展示会場では、東京スカイツリーの頂上で作業をする解体用クレーンの展示や、建設現場を撮影した迫力のハイビジョン映像などでリアルな雰囲気を感じ、建設中の東京スカイツリーの高さから撮影した3D映像を実物のタワークレーンに乗り込んで眺め、現場の作業員の視点を疑似体験することもできます。



会場には、レゴ®ブロックで作った1/100スケールモデルの東京スカイツリー®が登場します。
©2011 The LEGO Group.

今回の企画や会場設計には、実際に東京スカイツリーの設計や施工を担当したメンバーが参加しています。建設に直接関わった人の声を反映した、よりリアルな建設現場が再現されていま

す。施工に使われた実機や設計図など、数々の資料を通して建設現場の先端を知るとともに、日本独自のものづくりの文化と思想を再認識しながら、理想の未来都市について考えます。詳しくはホームページ(<http://www.miraikan.jst.go.jp/>)をご覧ください。

NEWS 07

「サイエンスアゴラ2011」の企画募集を開始しました。

日本最大級のサイエンスコミュニケーションイベント「サイエンスアゴラ」を今年も11月18日(金)から20日(日)まで、東京のお台場地区で開催します。「アゴラ」とはギリシャ語で「ひろば」の意味。私たちとサイエンス、そして社会との関係について考える「ひろば」がサイエンスアゴラです。サイエンスだけでなく、あらゆる分野の専門家、子どもから大人まで多様な人々が集い、立場を超えてコミュニケーションを深めます。

「サイエンスアゴラ2011」のテーマは「新たな科学のタネをまこうー震災からの再生をめざして」。サイエンスをめぐるこれまでのあり方への反省も踏まえ、希望の持てる未来の構築や、よりよい社会への再スタートにつながるような、意欲的なサイエンスコミュニケーションの場にしたいと考えています。

現在「サイエンスアゴラ2011」では、出展企画を公募中です。個人、団体を問わず、どなたでも応募が可能です。昨年の「サイエンスアゴラ2010」では、全145プログラム中の8割強を公募企画が占めました。出展を希望する方は6月22日までに公式HP(<http://www.scienceagora.org>)の応募フォームからエントリーし、7月25日までに企画の詳細を登録してください。サイエンスと社会や参加者の関わりを考えるテーマや、参加者の主体性を引き出す企画をお待ちしています。

研究開発成果を眠らせ続けないために

社会技術の“実装”に挑

“産業技術”が世に出るスピードは速いが……

携帯電話、パソコン、DVDなど、20年ほど前まではほとんど見かけなかった機器が、今では多くの家庭や職場にあふれている。こうした例を見る限り、科学技術の研究開発成果が世の中に広がるスピードは驚くほど速いように思われる。しかし、それは「ある分野に限られた話だ」と、JST社会技術研究開発センター(RISTEX)研究開発成果実装支援プログラムのプログラム総括・富浦梓さんは指摘する。

「さまざまな産業につながる科学技術、すなわち“産業技術”は、企業の開発競争によって、どんどん製品化され、世に出ていきます。一方、“社会技術(*)”が世に出るスピードは、かなり遅いと言わざるを得ません」

*社会技術

環境、エネルギー、少子高齢化、自然災害、子どもの安全など、現代社会が抱えるさまざまな問題を解決するために、人文、社会、自

然科学を融合して生み出される技術。「社会の問題を解決する」ことに主眼を置く点が、一般的な科学技術と大きく異なる。

社会技術の研究開発成果には、社会問題の解決にかかわる組織や機関などに有効に利用されれば、大いに役立つと思われるものも少なくない。しかし、産業技術と違い、そうした社会技術は、世に出ないまま埋もれてしまうことも多いのが現実だ。

社会技術に関しては誰がリスクをとるのかあいま

なぜ、社会技術の研究開発成果は世に広まりづらいのか。ポイントとなるのが、RDDD(**)のプロセスだ。

**RDDD

研究開発成果が世に出るまでの、研究(Research)→開発(Development)→実証(Demonstration)→普及(Diffusion)の過程のこと。

どのような研究開発でも成果を世に出すには、リスクが伴う。成果に間違いはないのか、費用対効果は十分か、実際に製品になるのかなど。研究・開発・実証・普及の各段階で十分な検証を行って、開発の段階で研究が不十分だとわかれば研究に戻る。成果の確かさを検証するために実証してみて、うまくいかなければ研究・開発に戻る。こうした循環のプロセスが適切に行われ、製品の完成度を高めることが求められる。

「産業技術の場合、企業がRDDDのプロセスを担います。費用もかかりますし、もしも製品として世に出せないという結論が出れば、まったくムダになるというリスクもある。しかし、そこから革新的な新製品が生まれ、大きな利益を得る可能性があると判断すれば、自らリスクをとってRDDDに取り組むわけです。しかし、社会技術の場合、たとえそれによって社会問題を解決できたとしても、産業技術のような大きな金銭的利益は生まれないものがほとんどですから、誰がリスクをとるのが問題になります」

では、社会技術の場合は誰がRDDDを行うべきなのか。社会問題の解決によって利益を受けるのはその社会で暮らす人々だが、RDDDにはさまざまな専門知識や場所、経験などが求められるため、問題に関わる人々だけで上手に解決できない場合も多い。その代わりに担うべきなのは国や自治体だと考えられるが、リスクが伴う以上、安易に税金を投じることはできない。

とりわけ問題となるのが、社会問題の解決によって得られる利益に、明確な判断基準がないことだ。安心や安全、きれいな空気や水、美しい景観などは、人の“心”に訴えるものだ。心は人によってまちまちだから、ある人にとって1億円の価値があるものも、別の人にとっては一文の値打ちもないということもありうる。

「例えば高速道路をつくる際、どんな地震にも壊れないほど頑丈にすることは可能でしょう。しかし、それにはばく大な費用がかかる。安全のためならそこまでしてほしいという人もいるでしょうが、もっと安くいいという人もいます。さまざまな立場の意見を聞いて、どの程

“実装”があつてこそ“普及”につながります。



プログラム総括

富浦 梓

とみうら・あずさ

九州大学工学部冶金学科卒業。新日本製鐵株式会社で常務取締役技術開発本部副本部長などを歴任し、日鉄技術情報センター特別顧問、国立環境研究所監事、東京工業大学監事などを経て、JST社会技術研究開発センター(RISTEX)プログラムオフィサー。企業の技術開発などでの豊富な経験を生かし、2007年より研究開発成果実装支援プログラムの総括を務める。

み続ける理由

3月11日の東日本大震災は、日本の社会に大きな衝撃を与えた。震災からの復興はもちろんだが、現代の日本には、環境、エネルギー、少子高齢化など、ほかにも解決すべきさまざまな社会問題がある。その解決のためのキーとなるのが社会技術の“実装”だ。

度の地震に耐えられるものをつくるべきかについて合意を形成しなければいけません」

議論や検討を重ねた結果をもとに、判断基準が法令や数値として設けられていることも多い。そこに新しい社会技術の研究開発成果を持ち込むとなれば、すでにある法令や基準を覆す必要が生じるケースも考えられ、その困難さは容易に想像できる。

もう一つ考えなければならないのは、公平性という観点からの問題だ。

「社会技術は社会のなかで活用されて初めて問題を解決しますが、特定の現場で技術が活用されると、その利益を受けるのも特定の人々に限られる場合もあります。問題解決への取り組みにはリスクも伴うため、公平さに欠けるとのそしりを招きかねません」

こうした数々の要因が積み重なった結果、社会技術の研究開発成果は、たとえ社会の問題を解決する大きな可能性を秘めていたとしても、世に出るチャンスを与えられないまま、眠り続けることも多いのだ。

自らの研究を役立てたいという研究者の真摯な思い

RISTEXの「研究開発成果実装支援プログラム」は、こうした現状を打破するために、眠っている社会技術の“実装(***)”を支援しようという試みだ。

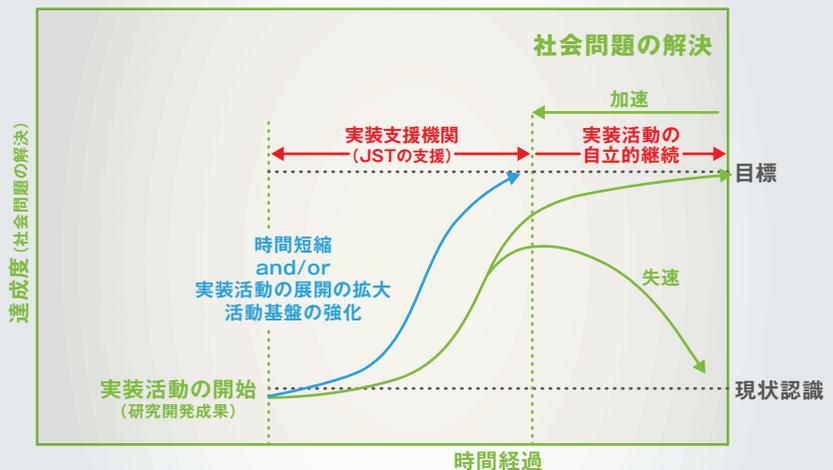
***実装

社会技術を実際の社会の組織やシステムなどに適用し、社会問題解決の可能性を探求すること。RDDDのうちの「実証」にもあたる。

「一般的な研究プロジェクトとは異なり、すでに研究開発が終了して、どんな社会問題を解決するか、その目的が明らかになっている活動が対象です。研究開発成果をいくつかの地域に“実装”して、特定の地域だけでなく、社会全体に適用できる技術として広げるための支援を行うわけです。プログラムのアドバイザーには、そのための知恵と多彩な経歴の持ち主が集まっています」

社会問題の解決につながる研究開発成

● 研究成果を活用した社会問題の解決



社会技術の研究開発成果のなかには、社会に“実装”してもさまざまな壁にはばまれて、失速し、社会問題の解決に至らない恐れがあるものも少なくない。そうした活動を一定期間支援することで、実装活動の展開が加速、拡大されて、支援終了後も、実装された成果が継続的に自立して社会に根付き、社会問題の解決につながると期待される。

果をもつ研究者のなかには、自治体などの動きを待つばかりでなく、自らの成果を自らの手で社会に役立てたいと思っている者が少なくない。そこで壁として立ちちはだかるのが“実装”の難しさだ。産業技術の実証は、実験室のなかで済むケースも少なくない。しかし、社会技術の場合は、実際の社会というはるかに多彩な場に実際に適応させ、作り上げていく必要がある。それには、自治体や市民団体、企業、他の分野の研究者との連携も欠かせない。1人の研究者にとってそのステージはあまりに大きい。このプログラムではRISTEXのもつ経験や人材なども活用できるように研究者をサポートし、社会問題を解決に導こうとしている。

このプログラムが採択している実装活動は、地震、津波、油流出などに対する防災から、投薬ミス防止、トレーラーの横転防止、学習障害、高齢者の自立支援など多種多様で、現在の日本が抱えるさまざまな社会問題が見えてくる。

さらにこのプログラムでは、このたびの東日本大震災にあたり、復旧・復興に即効性

のある研究開発成果を実装する取り組みを支援するための緊急公募を行った。すると、わずか2週間の公募にもかかわらず、全国の大学や企業、NPO法人などから124件もの応募があった(6件を採択)。審査にあたった富浦さんは、応募書類の数々から、日本の研究者たちの熱い思いを感じたという。

「提案のほとんどすべてが、今回公募したプログラムの主旨に合致し、迅速な震災の復旧・復興にさまざまな角度から取り組もうとするものでした。今回はなかでも、社会実装の基礎となる研究成果が明確なものを選びました。自分の研究を社会の役に立てたいと真摯に思っている研究者が、これほどおられるということに驚きましたし、決してそれを無視してはいけなと、強く感じました」

今回の緊急公募に限らず、このプログラムには、社会問題を解決したいという強い志をもった研究者たちが集まっている。次のページからは、困難にもめげず前向きに取り組む3人の姿から、社会技術を“実装”するためのハードルと、それを乗り越えるための活動を探っていく。

ケース

1

「油流出事故回収物の微生物分解処理の普及」の場合

「前例がない」という壁

杉の樹皮を使った 天然素材の油吸着材を開発

1997年、鳥根県隠岐島沖の日本海でロシア船籍のタンカー「ナホトカ号」の船首部が破断し、6000キロリットルを超える大量の重油が流出するという事故が発生した。黒く染まった海や、油をまとって死んだ海鳥の姿などの映像が、油流出事故の環境に与える影響の大きさを物語っていた。大分県産業科学技術センターの斉藤雅樹さんは、それらの映像と同時に、人々が重油を回収する光景に目を留めたという。

「大量の油を手作業で回収していたんですよ。油流出事故は、小規模なものを含めれば大分県でも月に2件ほど発生しています。もっと効果的な回収方法はないのかと思い、研究を始めました」

調べてみると、吸着材を使って回収する方法が主流だが、そのほとんどに新品の石油原料製品が利用されているとわかった。不要なものを回収するためにわざわざ新品を使う必要があるのか——そう疑問に思い、目をつけたのが杉の樹皮だった。現在はバイオマス発電などに利用されているが、当時は製材などの際に出るゴミとして捨てられていたものだ。

「親油性とはっ水性を備えているから、水面の油を吸着するために適しているのではないかと考えました。もともと捨てるものを有効活用できるし、天然素材というよさもある。繊維構造が油を保持するのに都合がよいこともわかりました」

堆肥に油を混ぜたら 分解する微生物が現れた！

こうして開発された杉樹皮の油吸着材は、地元・大分の企業によって製品化され、各地で活躍している。しかし、斉藤さんには気がかりなことがあった。回収した後の処理方法に問題を感じたのだ。

「杉の樹皮にしる化学製品にしる、油を吸着した後は焼却するしか処理方法がないのですよ。これでは二酸化炭素が出て環境に優しくない。しかも、油を吸着したといっても、

わが子のように
かわいい研究成果を
社会に！



回収物全体から見た油の割合は1~2割程度で、後は砂や木くずなど。燃やすためには、さらに油をかけなければいけません。こんなムダなことはせず、油の部分だけを処理する方法はないかと思い、調べてみたところ、重油やガソリンなどの石油類も微生物によって分解できるとわかったのです」

石油がバイオ分解できるとは意外だが、すでに海外では事例もある。ただし、なかには疑問符がつく方法もあった。

「先行する事例では、分解力の高い微生物を、油の流出した海岸に直接まくのです。生態系を壊す恐れがあるので、そんなことはしたくないと思いました」

微生物の力を利用し、環境も破壊しない手段はないかと探すうちに、バーク堆肥(*)にたどり着いた。

*バーク堆肥

粉碎した樹皮(バーク)に家畜の糞などを混ぜ、発酵させてつくる。花木を育てる際の土壌改良材などとして使われる。

「樹皮には防虫・抗菌効果があることが知られています。それが分解・発酵してバーク堆肥になるのですから、バーク堆肥中には、石油を分解する微生物もいるのではないかと考えました」

そう直感し、試しにバーク堆肥の中に石油を入れたところ、確かに分解される。調べてみると、CFB(サイトファーガ・フラボバクテリウム・バクテロイデス グループ)という石油分解能力に優れた微生物が大量に発生していた。もともとバーク堆肥に含まれていたものが、エサとなる石油が大量に与えられたのをき

実装責任者

斉藤雅樹

さいとう・まさき

東京大学工学部卒業。工学博士。新技術事業団(現JST)、科学技術庁勤務などを経て、1997年より大分県産業科学技術センター主任研究員として、製品開発支援を担当。竹製温泉冷却装置、杉樹皮製油吸着材などの製品化に成功。2007年よりRISTEX研究開発成果実装支援プログラムの実装責任者に。11年5月より大分県庁勤務。「温泉カリスマ」としても知られる。

タンカー事故などで海洋に流出した石油を微生物の力で分解処理する——
環境に配慮した画期的な技術の実装が始まっている。そこで立ち上がったのは、「前例がない」という許認可の壁。
地道な広報活動などを通して、その壁も少しずつ崩されようとしている。

っかけに増殖したと考えられる。研究を始めて半年後には、実用化への手ごたえを感じた。

「大量のバーク堆肥の上に、油を吸着した杉の樹皮のマットを置くだけで、2～6カ月で油は分解されてしまいます。杉のマット自体も天然素材ですから、やがてすべてが分解され、堆肥として使えるのです」

石油を分解した後の堆肥でコマツナなどを育て、安全であることも確認済みだが、消費者側にも配慮し、通常の堆肥とは生産ラインを分けている。石油分解を行ったバーク堆肥は農地での食糧・野菜の栽培には使わず、緑地などに限定して使用するためだ。

法律に書かれた油処理法はわずかに2つだけ

齊藤さんは現在、このバーク堆肥を活用して、微生物で油を処理する技術を全国各地に広めるべく、実装活動に取り組んでいる。

「油流出事故は全国で起きています。各地で回収した油を、わざわざ大分まで持ってきて処理するより、各地にバーク堆肥を活用する流出油のバイオ処理施設をつくったほうが効率が良いと思いました」

山口県と北海道での現地試験を皮切りに、2007年にはRISTEXの研究開発成果実装支援プログラムに採択され、岩手県や栃木県などでも実装に向けた取り組みを始めている。何よりも大切なのは広報活動だ。

「微生物が石油を分解すると説明しても、多くの人は半信半疑です。そこで、地方自治体の担当者や産廃処理業者など、関係者に集まってもらってシンポジウムを開きます。そこで筋道立てて説明をすれば、この方法が焼却より優れていることは理解してもらえます。何よりも、堆肥に石油を吸着したマットを大量にまいて、強烈なおいが1～2カ月後になくなるのを体験すれば、だれにでも効果を実感してもらえます」

そこまで理解が進めば、実装に問題はないようにも思われる。しかし、大きく立ち上がったのが「前例」という壁だ。

「廃掃法(**)には、油処理の方法として、焼却処理と油水分離の2つしか書かれていないのです。そのため、行政側からはバイオ

処理は『前例がない』ということで、なかなか認可してもらえないのです」

**廃掃法

正式名称は「**廃棄物の処理及び清掃に関する法律**」。廃棄物の定義や処理方法・処理施設・処理業の基準などを定めている。

最も取り組みが進んでいる山口県でも、まだ実装への認可は下りていない(5月中旬現在)。しかし、「前例を守ってばかりでは、世界



海に流れ出たドロドロの重油をオイルフェンスで囲い、油吸着材に吸わせて回収(写真上)。それをバーク堆肥の上にくくと、堆肥に含まれる微生物によって、2カ月もすると重油が分解される(写真下)。

の常識から取り残されてしまう恐れがある」と齊藤さんは危惧する。ナホトカ号事故の際、日本は回収した重油をすべて焼却処理した。しかし、その2年後にフランスで起きたエリカ号の重油流出事故の際、フランスはバイオ処理を採用し、「エコな国」として国際的にアピールをした。日本もいつまでも焼却処理に頼ってはいられない。

「前例がない」という壁と戦うなかで、齊藤さんはRISTEXのプログラムによる支援を心強く感じているという。

「産廃処理や微生物研究の専門家など、実装のために必要なさまざまな立場の人とチームを組み、アドバイスをもらえることがとても心強いです。それに、大分県独自の取り組みというだけではなく、専門家の審査を経て有効な社会技術であると認められた活動だということも、地位のある方とスムーズに話ができるメリットになっています」

ダイヤモンドの原石を指輪にしなければ…

研究者である齊藤さんにとっては、こうした各地での実装活動は他人に任せ、自分は別の研究に打ち込むという道を選ぶのが一般的だろう。それでも地道な活動を続けるのは、もともと、「研究成果を社会に根づかせること」に、齊藤さんが強いモチベーションを抱いているからだ。

「じつは私は以前、JSTの職員として、さまざまな研究者を支援する立場にいました。そこで、たくさんの成果が眠ったままであることを知り、ダイヤモンドの原石はゴロゴロしているのに、指輪にせずにいるようなものだ、もったいなく感じました。だからこそ、研究者となった今は、成果を社会に生かすことに軸足を置こうと考えています」

このたびの東日本大震災では、気仙沼湾や仙台港などでオイルタンクから大量の油が流出したという報道があった。こんな時こそ、前例にこだわらない対応が行われることを齊藤さんは期待している。

「行政がやらなければならないことはほかにもたくさんあります。だからこそ、前例よりも、本当に社会のためになるかどうかを優先して判断してほしいですね」

齊藤さんは実装活動を通じて、研究成果を社会に役立たせるためには、技術的な問題はごく一部で、そこから先にこそ、乗り越えなければならないハードルがあるのだと実感したという。

「論文にもならず、学者としては報われないかもしれませんが、自分の出した成果は、わが子のようにかわいいですから、その成果が社会に役立つための活動にも、だれよりも情熱をもってあたることのできるのだと思います」

ケース

「津波災害総合シナリオ・シミュレータを活用した津波防災啓発活動の全国拠点整

2 “人を変える”ことの難しさ

“釜石の奇跡”は 起こるべくして起こった

数多くの命が失われた東日本大震災で、希望の光を放った1つのニュースがある。津波による甚大な被害を受けた岩手県釜石市で、市内14校約3000人の小中学生のうち99.8%の子どもたちが助かったのだ。“釜石の奇跡”ともマスコミで伝えられたが、それは起こるべくして起こった奇跡だった。

このうち釜石東中学校の生徒たちは、地震が発生すると、校内放送などの指示が出る前に、避難場所とされた高台の施設に避難した。普段から合同避難訓練を行っていた隣の鶯住居(うのすまい)小学校の児童たちも後に続く。そして、避難場所の裏手のがけが崩れかけ、空に津波による土煙が上がっているのを見た子どもたちは、自らの判断で避難場所を捨て、さらに高台へと避難した。避難場所の建物が波にさらわれたのは、わずか30秒後のこと。子どもたちの主体的で的確な判断と行動が、自らの命を守ったのだ。それは間違いなく、防災教育のたまものだった。

「私は彼らに、『だれも逃げなくても、勇気を持って君が最初に逃げろ』『ハザードマップ(*)を信じるな』『逃げるために最善を尽くせ』などと伝えてきました。彼らはそれを実行してくれたのです」

そう語るのは、群馬大学大学院工学研究科教授の片田敏孝さん。全国各地で自らの防災教育理論の実装に携わり、釜石市でも8年前から推進してきた。

*ハザードマップ

自然災害による被害を予測し、その被害範囲を地図上に表したもの

片田さんの防災教育理論の主眼は、「自分の命を自分で守る力」の育成にある。

「自然は時に人間の予測を超えた力で襲いかかります。だからこそ、一人ひとりがどんな状況にも対応し、自分の命を守るためにどうすべきか、自分で考えて判断し、行動する力をつけるべきなのです」

片田さんは、そのために効果的なツールの1つとして、「動くハザードマップ(**)」を開

発した。紙のハザードマップと異なり、時間の経過とともにリアルに津波による災害をシミュレーションできるため、防災への興味を高め、早期避難の大切さを伝えられる。RISTEXの「研究開発成果実装支援プログラム」などを通じ、各地でマップを活用した防災教育を行っている。

一般にハザードマップは、実際の災害でも同じことが起こると仮定し、イメージしておくために使われる。しかし、「自然は予測を超える」と考える片田さんは、すでに触れたように「ハザードマップは信じるな」と教えている。では、このマップをどう使っているのだろうか？

「津波は学校まで来ないとマップで示される

**動くハザードマップ



予測される津波の様子や被害範囲を、発生からの時間経過に合わせて地図上の動画で確認できるハザードマップ。片田さんが開発した津波災害総合シナリオ・シミュレータをもとに、各地の状況に合わせたマップを作製可能だ。地域住民への災害情報の伝達状況、住民の避難状況なども時間とともに変化するように考慮されているほか、利用者が避難開始場所や時刻、方法、経路などを入力し、試行錯誤しながらシミュレーションできる。

と、子どもたちは実際もそうなると思ひ込んで安心します。その時、『本当に学校にいて大丈夫なのか？』と問いただければ、子どもたちは混乱し、不安にもなる。そこで、『実際にはもっと大きな津波が来るかもしれない。だからマップを信じちゃいけないよ』と伝え、強心に残るのです」

こうした防災教育を日ごろから積み重ねていたところで3月11日にぶつかった。東日本大震災が発生し、予測を超えた津波が本当に襲ってきた。しかし、「自然は予測を超える」と心得て、「自分の命を自分の力で守る力」

を身につけた子どもたちは慌てなかったのだ。

死を直視したくない心を コミュニケーションで変える

こうした成果にもかかわらず、片田さんは「東日本大震災は自分にとって敗北だった」と言い切る。釜石市全体の死者・行方不明者は1300人余りに及んだ。震災全体での死者・行方不明者は2万4000人にのぼろうとしている。多くの命が失われたという事実が、片田さんの心を重くするのだ。そうした目は、釜石市の小中学生から出た5人の犠牲者にも向けられている。

「ある中学生の女の子が、自宅の裏に住む一人暮らしのお年寄りを助けようとして余震に遭い、下敷きになって亡くなってしまったのです。私は中学生に向けて、『お年寄りや幼い者を助けてほしい』と伝えていました。私は彼女の死に対して、おわびしなければいけないと思っています」

中学生たちは、津波から避難しながらある者はベビーカーを押し、ある者はお年寄りの手を引いて走った。命を救ったそんな行動が、片田さんの言葉に導かれたものであることは間違いない。それを承知のうえで、片田さんが失われた命を見据えるのは、防災に対する信念があるからだ。

「阪神・淡路大震災以降、日本の防災は“生き残った人がどう立ち上がるか”に力点を置いてきました。それも大切ではありますが、防災の原点は“人を死なせない”ことにこそあるのではないのでしょうか」

そんな思いを胸に防災教育理論を構築し、実装活動を進めるなかで、片田さんは「死を直視しない」人間の心と、そんな人たちの心を変えることの難しさに何度も直面してきた。

8年前に片田さんが釜石市で防災教育を始めた時、多くの市民は、「堤防があるから大きな被害にはならない」「避難場所に行けば安心」と口にした。釜石市は、幾度も津波被害を受けてきた歴史がある。人々は津波を恐れ、防波堤の建設などに力を入れてきた。にもかかわらず、そんな心をもってしまうのは、人間の本能でもあると片田さんは理解している。

「心穏やかに生きたいと願う人間の心は、

備」の場合

津波の甚大な被害に見舞われた町でほとんどの小中学生が助かった。「自然は予測を超える」と考え「自分の命を自分で守る力」を育てる防災教育理論、その実装の背景には、「死を直視したくない」とする人の心と、それを変えようとする研究者の工夫と情熱があった。

実装活動がアカデミズムとして認められる第一歩に

片田さんは釜石市で、コミュニケーションを軸にした防災教育をさらに発展させ、社会全体の心を変える試みに取り組んできた。当初は、講演会を何度開催しても、足を運ぶのは防災意識の高い同じ顔ぶればかり。そんな現状を打破するため、学校を拠点に防災教育を行い、そこから家庭へ、さらに地域へと広めようと考えたのだ。

子どもたちが答えた地震についてのアンケートに対して、「あなたのお子さんは、この次に津波が来たときに、自分の命を守れるお子さんですか?」といったコメントをつけ、家庭に持ち帰らせる。地域に「こども津波避難の家」を設け、「子どもが飛び込んできたら、大丈夫と言わず一緒に避難してください」と伝える。こうした試みを続けるうちに、地域全体の心が変わり、小中学生たちが大人になる頃には、主体的に命を守る文化が根づくのではないかと期待していた。

残念ながら、道半ばにして東日本大震災が発生し、多くの市民の命が失われた。それでも、小中学生の自主的な避難行動とその成果を見れば、「自分の命を自分で守る力」の育成の正しさは証明されたといえる。

片田さんは、防災教育理論の実装活動は、学者としての評価にはつながらないと自覚している。「評価の基準は研究論文」というのが学界の常識だからだ。それでも実装への情熱が失われることはない。

「どんなに優れた理論をつくっても、社会に実装されなければ、1人の命も救えません。だから、評価はされなくても、私は実装活動を続けていきます。学生たちには将来を考えて論文を書くよう指導していますが…」

そんな状況だからこそ、実装を支援するRISTEXのプログラムは貴重だと言う。

「実装活動をアカデミズムとして認め、支援をしてくれることに感謝しています。これが、実装への評価が変わる第一歩になってほしい。それが、実装に取り組む次の人材育成にもつながると期待しています」

理論が
実装されなければ
1つの命も
救えません。

おのずと、死を直視しない方向に向かいます。だから、リスクが少ない情報を信じたがり、『大丈夫』『安心』とってしまうのです」

頭から津波に対する警鐘を鳴らしても、不快な顔をされたり、最初から聞く耳をもってもらえなかったりすることもある。しかし、片田さんは、コミュニケーションの工夫によって、そんな心を変えてきた。

「お年寄りが『私は津波が来ても逃げない』と言ったら、『危ないからダメですよ』と言うのではなく、そんな心を理解しようと努めながら話をする。すると、『命が助かって、家がなくなったら仕方ないよ』という理由が見えてくる。さらに話をすると、離れて暮らす息子さんがあることがわかる。そこで、『おばあちゃんが津波の泥の中で亡くなったら、息子さんは一生悔やむよ』と伝えと、『じゃあ、逃げたほうがいいかね』と言ってくれる。理解しようとして向き合えば、心は変えられるのです」

子どもたちへの防災教育でも、「釜石応援ふるさと大使」である片田さんはまず釜石の海の美しさをたたえ、海の恵みに感謝し、郷里を愛する心への共感を示してから、海は時に牙をむくこと、恐れずに対応する知恵をもてばいいことを説く。「動くハザードマップを信じるな」という使い方も、子どもたちの心を理解したコミュニケーション手段といえるだろう。



片田さんが所長を務める株式会社アイ・ディー・エーの社会技術研究所。「動くハザードマップ」作製などを手がけている。

実装責任者

片田敏孝

かただ・としたか

豊橋技術科学大学大学院博士課程修了。工学博士。京都大学防災研究所客員助教授、米国ワシントン大学客員研究員などを経て、2006年より群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻教授。同大学広域首都圏防災研究センター長も務める。主な研究分野は、災害社会工学、公共経済学、地域計画学など。07年よりRISTEX研究開発成果実装支援プログラムの実装責任者に。

ケース

3

「首都直下地震に対応できる被災者台帳を用いた生活再建支援システムの実装」の

“行政”のメカニズム

心に深く刻まれた被災者の「バンザイ三唱」

「阪神・淡路大震災から3年ほど経った頃のことです。調査のためある町の役場にいた時、片隅からバンザイ三唱が聞こえてきました。家屋の被災度の認定が“一部損壊”から“半壊”に変わったことを、被災者の方が人目はばからず喜んでいました」

半壊と一部損壊では、支援額などが大きく変わる。それが被災者にとっていかに重いことなのか——。京都大学防災研究所巨大災害研究センター教授の林春男さんには、その時の光景が、罹災証明(*)発行の重要性を物語るものとして脳裏に焼き付いている。

*罹災(りさい)証明

市町村が被災者に発行する、家屋の被災状況などを記した証明書。支援額や税の減免、義援金の配分などの判断基準となる。

「罹災証明は、だれに、どの程度生活再建支援を行うかを定める基礎となる、重要な書類です。しかし、阪神・淡路大震災の時にはそうした意識が薄く、作成する基準が対応する人や自治体によってばらばらでした。このため、約3割の人がその判定に不満を抱き、新たな支援内容が発表されるたびに問題となったのです」

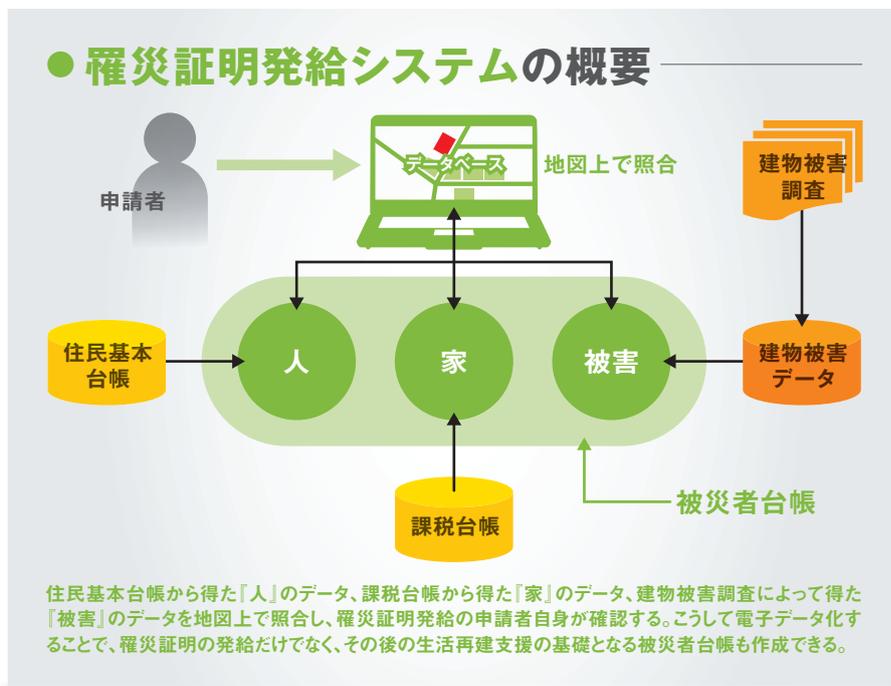
こんなことを繰り返さないため、林さんは罹災証明を公平に発行する仕組みづくりを始めた。その基礎となったのが、西宮市の家屋の被害状況を撮影した12,000枚以上の写真の、GIS(**)によるデータベース化だ。

GIS(**)

地理情報システム (Geographic Information System)。地理的位置を手がかりに、位置に関する情報をもったデータを管理・加工して表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にするシステム。

「各家屋の被災状況を専門家に改めて判定してもらってデータ化し、それを使って、素人でも判定できるようになるためのトレーニングシステムもつくりました」

● 罹災証明発給システムの概要



2004年10月の新潟県中越地震では、小千谷市でその実装を行った。専門家ではない市の職員らが住家の被害調査を行い、証明書の集中発行システムも整備して、4日間で3000枚以上の罹災証明を発行した。それを役立てることができた一方、新たな問題も浮き彫りになった。その場限りの罹災証明の発行に手いっぱい、継続的な支援のために必要な被災者台帳(***)の作成が後回しになっていたのだ。

***被災者台帳

各被災者の被災状況やこれまでに行われた支援業務など、生活再建過程を包括的に把握するためのさまざまな情報が一元的に管理された台帳。

「被災者台帳のもとになるのは罹災証明です。しかし、罹災証明は紙で作成されていることがほとんどで、後からそれをもとに台帳を作成するにはたいへんな労力が必要でした。そこで、GISを用いて、誰でもかんたんに罹災証明から被災者台帳を作成可能なシステムができなかと考えたのです」

そして06年からRISTEX「情報と社会」研究開発領域の研究開発プログラム「ユビキタス社会のガバナンス」に採択されて研究を進めていたところ、07年3月に能登半島地震が発生。すぐに輪島市で、システムを活用した被災者台帳作成の実装活動に取り組み、支援活動を行いながら、運用にはマネジメントの視点も必要だという、新たな課題を持ち帰った。

災害発生を見越して備えることで生活再建支援をスピードアップ

能登半島地震から4カ月後の07年7月には、新潟県中越沖地震が発生。今度は柏崎市で、被災者台帳の作成だけでなく、それをもとにした生活再建支援にも踏み込んだ実装に取り組んだ。そこで驚いたのが、被害をこうむった世帯の3分の1以上が、生活再建支援を申請しないという事実だった。

「支援が必要ないのではなく、そもそも支援が受けられることを知らなかったり、さまざまな家庭の事情で申請に来られなかったりしたのです。そこで、台帳のデータをもとに市から被災者へのはたらきかけを行い、取りこぼしの

被災者の生活再建支援の根本資料となる罹災証明。震災の混乱のなか、その作成の公正さを保つのは非常に困難であった。そこに問題意識をもった研究者が、数々の震災の現場で実装を重ね、新しい効果的なシステムの作成に挑んでいる。“行政”のメカニズムと調和する工夫を重ねながら――。



実装するからこそ次への課題が見えてきます。

ない支援を実現することができました」

これまでの震災でも、こうした人たちは数多く存在したが、実態を把握できずにいたと考えられる。被災者台帳を用いた生活再建支援システムが開発されたからこ

そ、埋もれていた人たちに光を当て、支援につなげることができたのだ。

今年3月11日に発生した東日本大震災を受けて、林さんは自らのチームが開発したシステムを被災

地で実装し、1日も早い生活再建支援に役立てるべく奔走している。その直前にスタートしていた新たな取り組みが、RISTEXの「首都直下地震に対応できる被災者台帳を用いた生活再建支援システムの実装」だ。

「これまでの取り組みは、いずれも震災が起こった後からスタートしていました。しかし、災害が起こる前から行政が持つデータを連携させておくことで、震災が起きてから生活再建支援までのスピードがはるかに速くなる。そのための理論の実装を、東京都の協力を得て、豊島区と調布市で始めました」

現在は、東日本大震災の被災地での取り組みを優先しているが、そこで新たに浮き上がってくるだろう問題も見直してシステムに取り入れ、将来に役立てていくことを使命としている。

手厳しい意見をもらえることがありがたい

林さんは、阪神・淡路大震災で抱いた被害認定の状況への危機感を出発点に、課題の解決策となる技術や理論を構築。実際の震災の現場でそれを実装しては新たな課題を発見し、理論を実装するという試みを繰

り返し、システムがより実用的になるよう磨き上げてきた。その過程で立ちはだかったのが、“行政”のメカニズムだ。

「例えば被災者台帳を作成するには、調査をした『被害』のデータを、『人・世帯』『建物』の2つのデータと統合する必要があります。ところが、それぞれのデータをつなげる共通のキーがなく、簡単には統合できません。さらに、2つのデータが別の省庁の管轄下であり、災害対策のために使おうとすると、目的外使用と見なされ、拒否されてしまうのです」

この難問については、知恵を絞った結果、罹災証明を発行する場で被災者自身に地図を見せ、確認をしてもらうことで解決した。生活再建支援を血の通ったものにするために役立つというメリットも生まれ、取り組みを前進させるきっかけとなったが、常にうまく解決できるとは限らない。行政のメカニズムの壁を感じた場面は、ほかにも何度もあるという。

都道府県レベルで罹災証明発行の取り組みに理解があっても、発行は市区町村の管轄であるため、一つひとつ地道にシステムの説明に回らなければならない。「そんなものは必要ない」と拒否されたりして、落ち込むことも少なくない。そんな時、RISTEXの支援が心の支えになっていると林さんは言う。

「社会的な価値を認めてくれていることが、何よりもうれしい。自己満足ではなく、必要だと評価してくれる人がいるのだと思い、元気が出てきます。総括やアドバイザーに、手厳しい意見をもらえるのもありがたいですね。私たちはどうしても、現在の課題になっている部分のみに目が向きがちですが、そんな時、大きな視点から見て、何が必要なかを指摘してもらえる。客観的な意見をもらえる場はほかにもありませんから、とても貴重だと感じています」

社会技術の実装は、目に見える利益ではなく、社会に役立ったという事実が報酬となる活動だ。感謝の言葉すら与えられないことも多い。それでも自分の志を信じて現場に立つ研究者の背中を、時には優しく、時には力強く押す力が、今後、少しでも増えることを希望してやまない。■

実装責任者

林 春男

はやしはるお

早稲田大学文学部心理学科卒業、同大学院博士課程修了、カリフォルニア大学ロサンゼルス校大学院博士課程修了。弘前大学人文学部助教授、広島大学総合科学部助教授などを経て、1996年より京都大学防災研究所巨大災害研究センター教授。専門は社会心理学（災害時の人間行動／防災心理学など）。2010年よりRISTEX研究開発成果実装支援プログラムの実装責任者に。

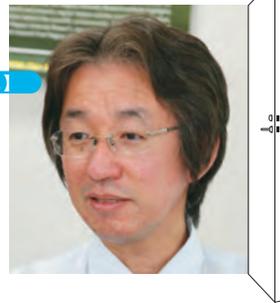


ようこそ
私の研究室へ 51

研究成果展開事業【先端計測分析技術・機器開発プログラム】

「マイクロロボットによるオンチップ高速除核・分注技術の開発」
チームリーダー

新井史人



細胞から核を除去するマイクロロボットを開発 バイオとロボットの微細技術を融合させて未来の医療を切り開きます。

PROFILE

新井史人 (あらいふみひと)
名古屋大学大学院 工学研究科 教授

1988年東京理科大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了。富士写真フイルム株式会社を経て名古屋大学工学部助手となり、同大学講師、東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻教授などを経て、2010年より名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻教授。工学博士。主な研究分野は

マイクロ・ナノロボット工学と微細作業システム、マイクロ・ナノバイオシステムなどで、マルチスケールのバイオロボティクス研究に取り組んでいる。09年よりJST研究成果展開事業【先端計測分析技術・機器開発プログラム】要素技術タイプの開発課題「マイクロロボットによるオンチップ高速除核・分注技術の開発」チームリーダー。



数センチ四方のチップの上に 機能をもつロボットを搭載

「卵子の核を除去するなどの細胞操作は、畜産や創薬、医療などで重要な技術です。しかし、複雑で高度な作業が要求されるため、一部の熟練した技術者に頼っているのが現状です。そこで、マイクロ流体チップに小さなロボットを組み込めば、簡便で確実な細胞操作ができるのではないかと考えました」

マイクロ流体チップとは、数センチ四方の基盤上に幅数十～数百μm(1マイクロメートルは100万分の1メートル)という微細な流路を形成したもので、高速で確実・簡便な実験や検査を可能にする。新井史人さんは以前から、そんなチップ上に搭載するロボット＝オンチップ・ロボット＝の研究を続けてきた。

ロボットというと、人間と同じかそれ以上の

大きさというイメージがある。しかし、微細加工技術の発達により、マイクロ・ナノサイズのロボット作製が可能となった。新井さんはこれまでの研究で、オンチップ・ロボットにさまざまな機能をもたせることに成功してきた。そうした技術を使って細胞操作に使える装置の開発に取り組みはじめたのだ。

大きな課題になったのは、操作の精度だった。卵子から核を取り出す操作に必要な力などの条件から、磁気駆動マイクロツール(MMT)が最適だと判断したのだが、ロボットを直接動かす場合に比べて精度が劣り、さらに磁力によってチップとMMTが密着して摩擦が生じるため、正確な操作が困難だった。しかし、試行錯誤の末に、2つの工夫でこの課題をクリアした。

「1つはMMTを動かすための磁石の向きを変えたこと。もう1つはチップに超音波で振

動を与えて摩擦を軽減できたことです。どちらも理論的には改善につながると確信していましたが、実際にその通りに精度が格段に向上したときは、うれしかったですね」

細胞操作は、不妊治療や再生医療などの最先端の研究で不可欠なもののだが、従来の技術には世界中の多くの研究者が不満を抱いていた。そんな時に発表された新井さんの画期的技術は注目され、成果の一部を含む動画(*)が、2011年5月に上海にて開催された世界最大級のロボット工学分野の国際会議(ICRA2011)で最優秀学会ビデオ賞を受賞するなど、一躍、脚光を浴びた。



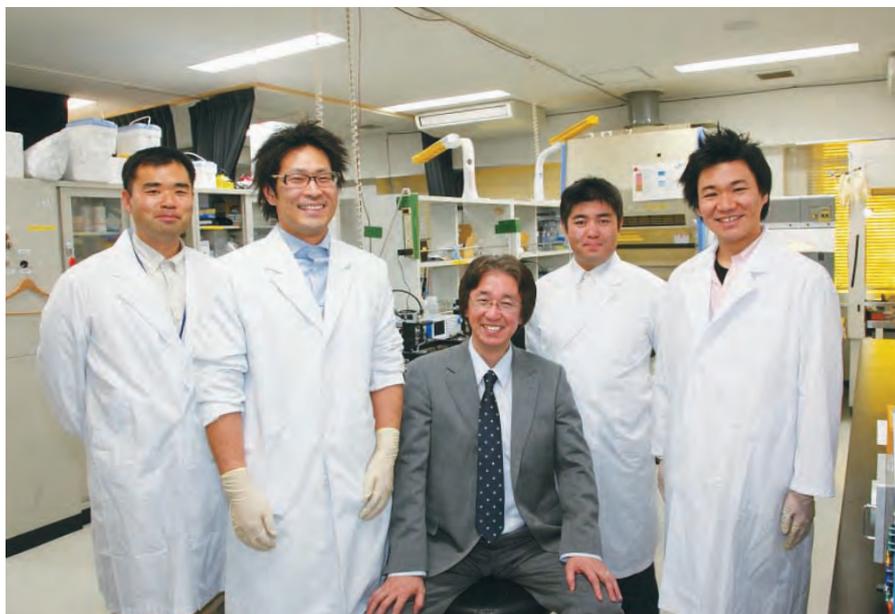
ものづくりの道を進むうちに もたげてきた生物への興味

「子どものころからものづくりが大好きで、特に動くものの勉強をしたいと思い、大学は機械工学に進みました」

初めて所属した大学の研究室で見かけたのが、振動を“自動”で感知して止めるロボットだった。センサーを内蔵した機械が、その情報をもとに判断して動く“自動化”に興味をもち、研究を進めた。大学院修士課程修了後は企業に就職し、激しい競争を繰り広げていたデジタルカメラの開発に取り組んだが、1年後、学生時代の恩師から声をかけられたのを機に、再び大学での研究の道に戻った。

「会社での仕事はとてもおもしろく、不満はありませんでした。しかし、以前から興味があったバイオとロボットを結びつけた研究をしたと思ったのです」

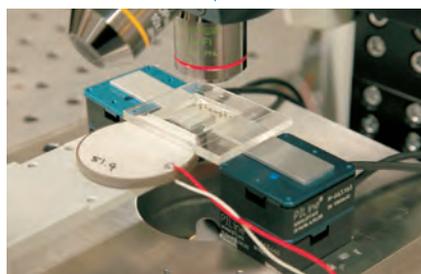
子どもの頃から、ものづくりと同じく生物にも興味をもっていた。小学生のときに父親から「天体望遠鏡と顕微鏡、どちらか買ってやる」と言われたときも迷わず顕微鏡を選び、身近な植物や昆虫を飽きもせず眺めていた。そんな思いが再び頭をもたげていたのだ。



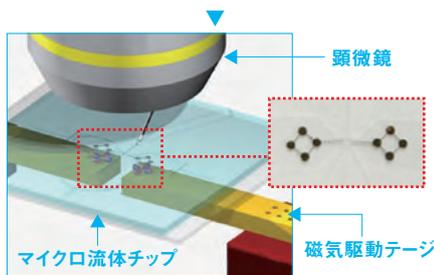
研究室のメンバーと。「目標を決めたら最後まであきらめない。そうすれば成果は出ると、学生から学びました」



MMTによる細胞操作のための顕微鏡システム。顕微鏡自体は一般的なものだが、観察対象を置く部分に磁気駆動ステージが設置され、そこにMMTを組み込んだマイクロ流体チップをセットする。



透明な板がマイクロ流体チップ。円形の部分は圧電セラミックスで、超音波振動を起こして操作精度をアップさせる。



マイクロ流体チップの中央に2つあるMMTは、磁気駆動ステージ上の永久磁石により非接触で駆動できる。細胞はマイクロ流体チップ内の細い溝を流れて移動し、中央のMMT操作部において分断などの操作が行われる。

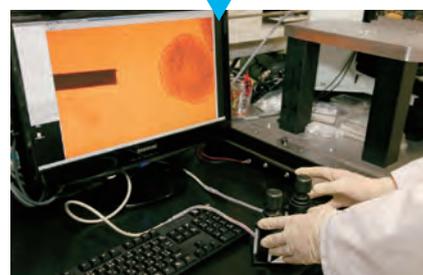
「企業にいてもいつかはそうした仕事はできたかもしれませんが、チャンスだと思って会社をやめる決心をしました」

当初は、超小型センサーを先端に仕込んだマイクロマニピュレータを研究していた。しかし、センサーが壊れたらすべて再調整をしなければならず、効率が悪いことはなほだしい。そんなあるとき、「チップの中に小さなロボットを入れればいいんだ」と気づいた。このときからオンチップ・ロボット研究を始め、2000年にはJSTさがきに採択され、現在はJST【先端計測分析技術・機器開発プログラム】で、さらなる技術開発を進めている。

人の役に立つ喜びと フロンティアを走る志

「以前のさがきプロジェクトを通じて、バイオ分野の先生との交流の大切さを学びました。苦労して開発した技術や機器も、使われなければ意味がありません。ユーザーとなる人たちの意見を聞くことで、本当に役立つモノができるのです」

開発した技術や機器が実際に使われ、論文が評価されて、先生から感謝の言葉をもらう。そこには、子どもの頃のプラモデルや工作で得



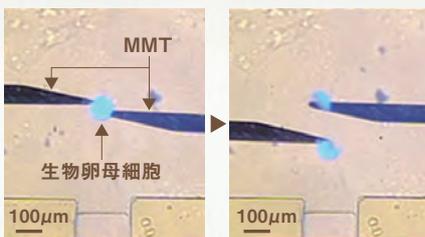
画面を見ながら手元のジョイスティックを使ってMMTのアーム(画面内の棒のような部分)を動かし、細胞を操作する。アームの種類を変えることで、細胞を動かしたり分断したりできる。

た自己満足とは違う、「人の役に立つ喜び」がある。そこにやりがいを感じると同時に、「研究のフロンティアを走る志も抱いていた」という。

「新しい法則や仕組みを生み出すことが、役に立つ技術や機器の開発にもつながると思います。そのために必要なのは、学生たちとのディスカッションですね。磁石の向きを変えたり、超音波による振動を与えたりといった、今回の成果につながった工夫も、ディスカッションのなかから生まれました。そんな機会を逃がさないためにも、実験の現場に行つてこの目で確かめる姿勢は、忘れてはいけません」

研究の概要

卵から核を除去し(除核)、細胞を含む液体を正確に指定の場所に移す(分注)技術はバイオ分野で極めて重要だ。しかし、その操作は複雑で高度なため、オペレーターの技能が研究の成否に大きく影響することが問題となっている。JST【先端計測分析技術・機器開発プログラム】の開発課題では、磁気駆動マイクロツール(MMT)をマイクロ流体チップ内に組



アームの形を工夫したマイクロロボットにより、細胞を高精度に切断することができる。

み込んで、非接触操作によって高速で除核することに成功した。チップは使い捨てで、使いまわしによる汚染の心配もなく、後処理も容易である。また、インクジェット技術を応用した卵子の分注技術も開発している。これらの技術は従来に比べてはるかに簡便で、畜産や創薬、医療分野の研究の進展に寄与するほか、細胞に限らず微小物体の操作や各種計測などを可能にする期待されている。

今後は、MMTの自動制御により、細胞操作を自動で行うロボットの実用化も目指す。

サイトビジットに行ってきました。

サイトビジットとは、研究領域の長である研究総括らが、各研究者が拠点として活動している大学や研究施設を訪ねることです。チーム型研究でイノベーションの創出を目指す戦略的創造研究推進事業CRESTでは、普通、研究テーマが採択された直後に行きます。サイトビジットは、研究者がどのような環境や設備、体制で研究を行っているのか確認するだけでなく、研究総括と研究者が、ひざを交えて話し合うことのできる貴重な機会でもあります。忌憚(きたん)なく意見を交わせるサイトビジットは、大人数が出席する会議にはないメリットがあり、CRESTの領域目標の達成に向けて欠かせないものです。

私が担当しているCREST「ナノシステム創製」領域では、サイトビジットには曾根純一研究総括と私のほかに、領域アドバイザー数人が同行します。まず、研究者から研究計画や現在行っている取り組みについての紹介があり、その後、に討論を行い、最後に研究室や設備の見学、というのが一般的な流れです。所要時間は2時間程度ですが、議論が白熱して超過してしまうこともしばしばです。

サイトビジットは研究テーマ採択時だけでなく、研究がスタートしてから3年目、中間評価の前にも行います。この場合、評価を前提にしていますから、議論はより一層熱の入ったものになり、緊張感も感じられるほどです。研究総括や領域アドバイ



イノベーション推進本部
研究領域総合運営部 主査

荒岡 礼 (39) あらおか・あや

●業務の内容

戦略的創造研究推進事業CRESTの研究領域「プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製」を担当。各研究者の支援や、曾根研究総括から出されるアイデアを形にすることで、研究領域を支える。

●Background

東京工業大学工学部金属工学科卒業。同大学大学院理工学研究科博士課程修了。博士(工学)。同大学助手、物質・材料研究機構研究員などを経てJSTに入社。入社後は一貫してCRESTのナノ材料分野を担当。現在7年目。

ザーからの質問や助言も、より具体的になり、ときには厳しいものにもなります。

先日訪問した、奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科の浦岡行治教授のチームへのサイトビジットでも、曾根研究総括から、まさに具体的な助言がありました。浦岡チームでは、たんぱく質の自己組織化を利用してナノ構造を作成する「バイオナノプロセス」という技術をもとに、メモリなどの電子デバイス、MEMS、バイオセンサといったさまざまなナノデバイスの実現を目指しています。曾根研究総括からの助言は、特に電子デバイス応用について「研究のステップアップには、半導体デバイスの専門家と直接討論して、研究の方向性や可能性について意見をいただくことが有効」というものでした。

この助言を受け、浦岡教授は曾根研究総括とともに、半導体デバイスの企業研究者が集結する研究拠点「超低電圧デバイス技術研究組合(LEAP)」を訪ねることになり、私も同行しました。この訪問はとても有意義なもので、「メモリ技術では応用によって要求される特性や仕様が異なってくるので、ねらいを絞ったほうが良い」というコメントや「半導体関係の専門家向けの会議で積極的に発表すべきだ」との励ましの言葉をいただきました。浦岡教授は、今回の訪問結果を参考に、今後の研究展開を行っていくそうです。



(左) 産業技術総合研究所の島チームへのサイトビジットでの討論。(中) LEAPで研究内容の紹介を行う浦岡教授。出席した半導体デバイスの専門家から、さまざまな質問や助言をいただいた。(右) LEAP訪問後の曾根研究総括と浦岡教授。

TEXT:Office彩蔵