

JSTnews

未来をひらく科学技術

1

January
2017

Focus

イノベーション創出の 先導役—CRDS



国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

新年のごあいさつ

3 新年のごあいさつ

JSTを変革するための実施方針である「濱口プラン」を公開してから初めての新年を迎えます。JSTの役割として、これまで以上にイノベーション創出を先導していかなくてはなりません。そのために、これまで以上に幅広い分野で国内外の優れた人材を見だし、生かしてゆく、「世界トップレベルの研究開発」「ネットワーク型研究所」および「未来共創イノベーション」をキーワードとした事業を本格化していきます。

激しく変化する社会が新しい価値が求める中で、必要なイノベーションの質は変化しつつあります。科学技術関係の予算が減少し、急速な少子高齢化が進む日本において、JSTがこれまで実施してきた、優れた研究者へのファンディングだけでは、この状況に対応できません。JSTの責任を明確にしながら、未来の課題を解決するためのプロジェクトを自ら組織し、主体的にマネジメントすることが必要です。プロジェクトに関わる研究者が、その能力を最大限発揮できる環境を十分確保できるように、研究者との雇用関係を明確にしてプロジェクトを推進します。

この具体例として、来年度の新規事業の目玉となる「未来社会創造事業」では、文部科学省との連携の下でテーマを設定する大規模プロジェクトと、JSTがテーマ探索から社会へのインパクトまでを主体的に作りこむ小規模プロジェクトを並行して開始する予定です。いずれもJSTが研究プロジェクトのマネジメントに直接責任を持つ点が、従来と異なります。この事業を通じて、ハイリスク、ハイインパクトな研究開発に挑戦していきます。

一方、世界規模の課題に取り組むことも今後の大きなJSTの目標の1つです。2015(平成27)年9月に国連で採択された「2030年までに達成すべき持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals: SDGs)は、これからの社会を考える際に重要な視点を与えるものです。日本が経験してきた災害や高度成長期の公害からの回復の実績などに加えて、先端技術を取り入れながらも地域や個人の生き方に息づく価値観を科学技術に染みこませていく方法について、JSTとして世界に提示していく必要があると思います。

JSTは、時代にふさわしいイノベーション創出の仕組みを作り、データに基づいた改革を着実に進めながら、イノベーション創出のナビゲーターとしての役割を継続して果たしていきます。

平成29年1月

濱口 道成

4 Focus イノベーション創出の 先導役—CRDS

12 社会への架け橋 ～シリーズ3 食の未来を考える 第3回～ 廃棄されていた三陸わかめの茎で 育てる「ブランド羊」

14 NEWS & TOPICS 太りすぎが免疫細胞の老化も加速させることをマウスで解明 30センチメートル奥にある水も検知 老朽化した橋、高速道路、トンネルなどコンクリート構造物の損傷の検査に活用 ほか

16 さきがける科学人 Vol.57 並木 秀俊 (COI文化共有研究グループ 研究員)



表紙写真

野依良治研究開発戦略センター (CRDS) センター長を囲んで議論する若手センター員たち。日々繰り返される議論の中からイノベーション創出につながる提案が生まれ、CRDSは科学技術立国のナビゲーターとなっていく。



荒波を行く科学技術立国「日本丸」の信頼されるナビゲーターをめざす

研究開発戦略センター、通称CRDS (Center for Research and Development Strategy) は、わが国の科学技術イノベーション政策に関わる調査と分析、効果的な戦略の提案を、中立的な立場で行う公的シンクタンクとして、2003年7月に設置された。これまで発信してきた数々の報告書や提言は、行政や研究機関のみならず産業界からも注目され、政策の実施に力強い指針となっている。CRDSの意義とめざす姿について、野依良治センター長と各ユニットの5人の上席フェローに聞いた。



未来を支える科学技術に必要なこと

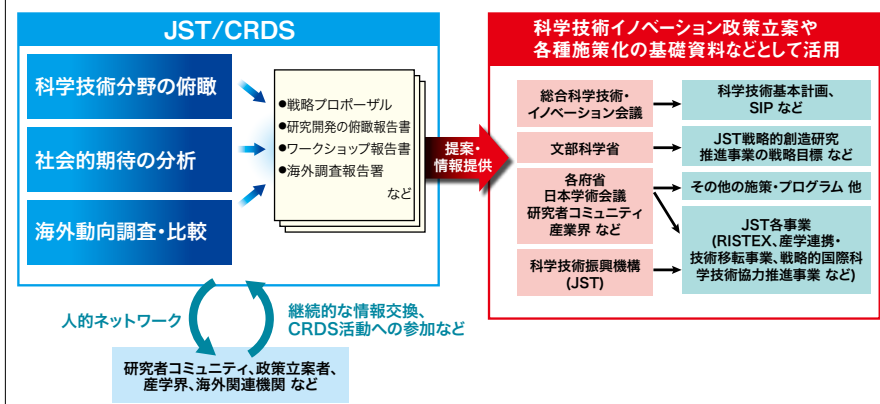
わが国は、超高齢化と人口減少という大きな課題を抱えています。また、地球規模の温暖化とエネルギー問題についても、資源に乏しいという固有の事情を踏まえた独自の解決策を見いださなければなりません。科学技術は、私たち1人1人の豊かな生活をはじめ、社会の安全や快適、国家の平和と繁栄、さらに地球全体の環境保全や文明の持続的発展の助けになるものと期待されています。

あるべき未来を支える科学技術には、単なる効率や利便性の向上だけでなく、人間性や基本的人権を尊重する、真の社会性が求められます。科学技術の研究・開発に関わる者は、

広い視野を持ち、自然科学、工学、社会科学、人文科学など異分野の知も取り入れながら、科学技術に対する信頼を築き、グローバルな

視点で社会の共感を得ることも忘れてはなりません。

CRDSにおける研究開発戦略の立案プロセスと活動の位置付け



科学技術は国力の源泉である

このところの景気低迷による厳しい財政状況が続く中でも、昨年からの第5期科学技術基本計画では5年間で総額26兆円という、これまでを上回る規模の研究開発投資目標を設定しました。科学技術を国力の源泉と位置づけていることの表れでしょう。この期待に応えるためにも、研究教育機関は具体的な政策を踏まえながら、自律的にかつ責任をもって優れた成果をあげ、社会の課題を解決するイノベーションに貢献しなければなりません。

グローバル化が進む中で、欧米のみならず新興国との競争も激しくなり、わが国は産業競争力だけでなく学術研究の面でも、国際的地位が相対的に低下しつつあります。その回復には、まず研究教育機関が現状を直視し、基礎と応用からなる学術研究の重要性を再認識すべきです。さらに、強い危機感をもって回復に取り組むという不退転の決意とともに、その実現を可能にする制度改革を実行することが必要です。

IoT(モノのインターネット)や人工知能などの新たなデジタル技術の活用によって第4次産業革命が進行し、産業構造も大きく変化しています。政府の「日本再興戦略2016」は、それらの技術の活用とオープンイノベーションによる超スマート社会の実現を目標としています。変革を先導するのは科学技術イノベーションですが、その実現には、学術研究という基盤を固めつつ、柔軟な産学官連携を進めること、そして、科学技術の持続的発展の担い手

である人材の育成も欠かせません。

人こそがCRDSの資源

今日の国内外の状況は荒波の大海にも例えられ、そこを乗り切る「日本丸」には、難しい舵取りが要求されています。CRDSは、その信頼されるナビゲーターの役割を担っていくことをめざしています。

2003年の設立以来、公的シンクタンクとして、JSTのための存在にとどまらず、社会から見える、役に立つ存在として、信頼される組織をめざしてきました。

主な活動は、国内外の科学技術の動向調査や、わが国の課題の抽出、科学技術戦略や政策立案につながる提言の作成です。それらの基となるのは客観的な証拠ですが、難しいのは、公表された証拠のほとんどは過去の、局所的あるいは断片的な事実でしかなく、必ずしも全体像を正確に把握したものではないということです。集めた証拠を、現実の世界を動かす戦略に結びつくような「インテリジェンス」に昇華させるためには、空を舞う鳥の目とともに、地上の虫の目、水中の魚の目といった多方面からの視点が必要です。

それらを持つ人材こそが、CRDSの資源です。広く産学官から募った、さまざまな背景を持つ人の知識、考え方、そして国内外の人脈と質の高い情報ネットワークこそが、かけがえのない資源であり、CRDSのアイデンティティなのです。このような組織は、ほかに例を見ないでしょう。

研究開発戦略センター (CRDS)

「かけがえのない存在」をめざして

各種の提言や報告書としてまとめたものが、CRDSの最終的な成果物ですが、それだけで活動が終わるわけではありません。私たちの主張の全容や論点が、社会に理解され、波及効果を生み出すには、公開シンポジウムや専門家のワークショップ、さまざまな領域の有力者との対話が不可欠です。そのため、文書をインターネットで発信するだけでなく、産学官それぞれの分野で、できるだけ多くの方々と直接対話して意思疎通を図るとともに、相互批判できるような関係を築くことに努めています。

また、私たちの提言が政策を動かし、その政策によって優れた研究成果や技術開発に結びつくためには、多様な研究から可能性の芽を見つけ出して育てる「目利き」の存在も重要です。JSTには、その力をさらに高め、科学技術イノベーションの創出に貢献することが期待されています。

CRDSは、社会における「かけがえのない存在」でありたいと願っています。そのために、信頼し、共鳴してくださる方々を最大限に増やす努力を続け、社会の多くの人々の知恵とつなぎ合わせることによって、活動の質と価値を高めていきます。

私自身、これまで培ってきた経験や知識を社会のお役に立てたいという思いからセンター長を拝命し、さまざまな発信をしています。そうしたことを通じて、CRDSの提言や国の科学技術政策への関心が高まり、わが国の科学技術創出立国としてのさらなる発展に貢献できれば幸いです。

長期的で広い視野から、真に重要な戦略を見いだす

CRDSは、これまで数多くの報告書や提言を出してきました。研究開発の俯瞰や海外動向、科学技術上の重要課題や国の施策として取り組むべき研究開発の戦略などを、政策立案者や産学の皆様にお届けしています。また、抽出された課題や戦略について広く情報を集め、さまざまな角度から議論するワークショップなども積極的に開いています。

こうした活動が実際の成果に結びついた1つが、「元素戦略プロジェクト」です。2004年に箱根で開催したトップ研究者らによるワークショップをきっかけに始まりました。それまでレアメタルに頼っていた機能をありふれた元素で

置き換えることに世界に先駆けた施策でチャレンジし、希少資源問題への対応と産業競争力の向上に貢献しています。また、データ科学を活用した新しい研究推進方策「マテリアル・インフォマティクス」の確立に向けたプロジェクトや、科学技術の発展の基盤となる研究設備や計測機器の共用を促進する取り組みなども、私たちの提言が発端となって動き出しました。

科学技術によるイノベーションを考え実現するには、10年から20年という長い時間軸と、世界を俯瞰する視野が必要です。そのような中、多くの情報を集め、社会全体のことを考えつつ、長期的な視点や広い視野からの課題抽



中山 智弘 (なかやま ともひろ)
研究開発戦略センター 企画運営室長・フェロー

出や深い洞察を伴う戦略立案ができることがCRDSの強みです。実際に研究資金を配分するJSTの中にあることは、各界に多くの人脈を構築し、最先端の研究開発の知見を集め、また、先を見据えた研究投資を実現する上で大きな意味があると考えています。

多様な分野に横串を刺し、 新たな価値を創造

環境・エネルギーユニット

佐藤 順一 上席フェロー

生命のすべてにかかわる 根幹的な要素

環境とエネルギーは、人間を含む生命のすべてにかかわる根幹的な要素である。「環境とはまさに、生命を取り巻く大気や水、居住空間です。エネルギーは、生命活動を維持する源であり、人間の経済活動にも不可欠なものです。2つの要素は密接にかかわり合いながら、さまざまな科学・技術の領域とも関係しています。そのような非常に広い分野を俯瞰して、わが国がめざすべき方向を見極めることが、私たちの仕事です」と、ユニットの活動について語る。

環境の分野では、森林から農地まで含めた総合的な視点から、「緑」について考えているという。「緑、つまり植物は、地球温暖化だけでなく食料、工業材料、エネルギーなどの観点からも重要な存在です。緑を守りつつ活用していくには、数十年先を展望しながら、どのような思想と管理方法、技術が必要なのか、関係省庁や学問分野の枠を超えた取り組みを今から進めなければなりません」。

エネルギー分野では、今後、再生可能エネルギーの導入比率が大幅に高まると予想される中で、解決すべき課題や求められる技術、電源のベストミックスなどについて検討し、戦略プロポーザルとしてまとめる準備をしている。また、エネルギー分野を支える基盤技術とは何かを改めて整理し、弱い部分があれば強化していくための戦略にも着手した。

工学の考え方を取り入れた戦略を

「環境・エネルギー分野は、社会課題から来るニーズが先にあり、それに対して必要なシーズを見いだすことで発展してきました。現在は、科学・技術の分野の細分化が進み、シーズもあちこちに点在していることから、あらゆる分野に横串を通してシーズを探し出し、どう組み合わせれば価値を生み出せるのかを考え



佐藤 順一（さとう じゅんいち）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1976年東京大学大学院工学系研究科航空学専門課程博士課程単位取得の上満期退学、同年 石川島播磨重工業株式会社（現 株式会社IHI）入社 技術研究所研究員、79年工学博士取得、2006年同社 取締役常務執行役員 技術開発本部長、08年株式会社IHI検査計測 代表取締役社長、12年株式会社IHI顧問、16年より現職。97-98年プレーメン大学客員教授、00年より清華大学客員教授、04-05年東北大学客員教授。日本燃焼学会会長、日本機械学会会長を経て現在、日本工学会会長。

ることが重要となっています。それは簡単なことではありませんが、各科学・技術分野を担っている約100の工学系学会・協会、およびCRDSの他のユニットとも連携、協力してネットワークをつくりながら取り組んでいます」。

2016年3月に着任して以降、発電所の見学といった実際の体験を取り入れ、ユニットメンバーの視点を磨くことにも努めている。

そうした視点は、自身が長年打ち込んできた工学における考え方に通じるものだ。「社会の課題解決に向けて科学と技術を利用し、創意工夫して社会適用する」という工学の考え方を取り入れた戦略で、産学の連携がより深まり、新たな価値創造につながることを期待したい。

人と機械の新しい関係を 模索する

システム・情報科学技術ユニット

岩野 和生 上席フェロー

超スマート社会を実現する 新時代のIT

「今年4月、政府は『Society 5.0』というキーワードを打ち出し、情報科学技術を最大限に活用した未来の超スマート社会のイメージを描きました。これは情報科学技術によって社会を変革していくという明確な意思表示です」と岩野さんは強調する。Society 5.0は狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続いて5番目に出現する社会という意味だ。情報社会をさらに発展させて、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合し、より高い新しい価値を創造できる社会づくりをめざしている。

クラウド、IoT、ビッグデータ、AIといったIT（情報科学技術）の技術進歩や考え方の変化にともなって、ITがビジネスや生活を確実に変えるものであることが肌感覚として理解されてきました。それは国や社会にとっても同様です。しかし社会全体の変革には特定組織の独りよがりのIT推進では無理です。みんながビジョンを共有し進める必要があります。専門家は自分の所属する利益集団を代表するのではなく、社会的価値をどう生み出すのかを誠実に考えるべき時が来ました。またその考えを一般の人に伝え、信頼感を醸成していかなければなりません。CRDSとして、そのための提案をしていきたいと考えています」。

社会全体のエコシステムには 人文科学も大事

もう1つのキーワードとして「REALITY 2.0」をあげる。これはサイバー世界と現実世界が一体となって切り離せない世界のことを指す。「人間と機械の関係をとらえ直し、哲学的な考察を通して未来はどういう社会が望ましいかを議論すべき時代に入りました。科学技術と社会・人文科学の両者の議論を通じて、新しい考え方を世の中に提示していく必要があります」。

その背景には、IoTやM2M（機械から機械へ）、ビッグデータ活用技術の進化により、データがサービスを動かしている現実がある。そのようなサービスはさまざまなパーツを組み合わせ提供されている。

岩野さんは、どのようなサービスを構築し、提供するかを決めるのは「知識ではなく知恵」であると語る。「社会がサービスの進化をどう受け入れるか、新サービスにより高まった価値や富をどう再配分するかを今こそ考えるべき時期」。ITを基盤に社会全体のエコシステムを構築していくことは、いわば価値観の落とし所を見つけていく作業とも言えよう。情報科学技術は、もはや社会・人文科学と切り離しては議論できないものになり、新しい価値を産みだす源泉になっているようだ。



岩野 和生（いわの かずお）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年 東京大学理学部数学科卒業、同年日本アイ・ビー・エム株式会社入社、87年 米国プリンストン大学Computer Science学科よりPh.D.取得。東京基礎研究所所長、米国ワトソン研究所Autonomic Computing担当、大和ソフトウェア開発研究所所長、先進事業担当、未来価値創造事業担当などを歴任、2012年より三菱商事株式会社 ビジネスサービス部門顧問。2012年から2016年12月まで現職。東京工業大学客員教授。

ナノテクと材料技術にも サイバー空間の利用が重要に

ナノテクノロジー・材料ユニット
曾根 純一 上席フェロー

広がるナノテクの応用領域

材料技術は進化を続けている。原子や分子のレベルで物質の特性を制御するナノテクノロジーがほとんどの産業分野で大きな役割を果たすようになってきた。これまでナノテクノロジーは半導体生産の微細加工技術がけん引してきた。しかし、現在ではその応用領域は情報通信やエレクトロニクスから環境やエネルギー、さらに健康や医療の分野へと広がりを見せている。

「さらなるイノベーションにはICTの影響が見逃せません」と曾根さん。「工場の中はIoTによって製造プロセスが大きく変わっています。また健康・医療用の生体情報計測などにウェアラブルデバイスが多数利用されるようになりました。マイクロ流体デバイスと呼ばれるMEMS（機械要素を組み込んだ微小デバ

イス）技術などの微細加工技術を利用したデバイスも血液計測などに活用されています。高齢者などの支援のために知能ロボットやVR/AR（仮想現実/人工現実）技術を生かそうという取り組みも広がろうとしています。環境・エネルギー面では電気自動車の2次電池、自動走行のためのセンサー技術などが今後多用されるようになるのは間違いありません。情報通信分野では、すでに半導体集積回路の2次元的な集積化小型化が限界を迎えており、3次元化や量子力学やスピントロニクスなどの新デバイス応用、電気配線の光配線通信化など、アーキテクチャ（設計思想）の変化を迫られています。

一方で、深刻化する地球温暖化など、環境・エネルギー分野の課題解決には材料によるイノベーションが欠かせません。太陽電池や2次電池は言うに及ばず、廃熱から電気エネルギーを生み出す熱電変換デバイス、さらには大量に

自然界に存在する水と二酸化炭素から水素などのエネルギー燃料を作り出す人工光合成など、その飛躍的な性能向上や実用化には新材料の開発、導入が必須です。これらの素材分野は日本の産業競争力の高い分野であり、研究開発も含めて日本が世界を先導していくことが重要です」。

情報技術を融合した材料技術が 新しい価値を創造する

そこで曾根さんが重要視するのが CPS（サイバー・フィジカル・システム）だ。現実世界（フィジカル空間）にある多様なデータを収集し、サイバー空間に蓄積された膨大なデータを大規模データ処理技術で分析し、現実世界の価値創造に生かすというもの。

「ロボットや車の自動運転などのアプリケーションは市場が先導して、いろいろ登場してくるでしょう。材料の面で市場の要求に対応できる研究開発が必要です。従来からの材料技術に加え、さらなる省エネ性やコンパクト性など、新しいニーズに対応可能なハードウェア技術がますます求められるはずです。

もともと材料分野は化学、物理学、生物学など多様な学問の学際的領域でした。今後は情報科学も融合し、産業一般に高い付加価値を創り出す方向への発展がより重要になります」。

曾根 純一（そね じゅんいち） 研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士課程修了、同年日本電気株式会社 中央研究所 入社、83年理学博士取得、99年基礎研究所長、2004年基礎・環境研究所長、07年中央研究所支配人を歴任、08年JST-CREST「ナノシステム創製」研究総括、10年独立行政法人物質・材料研究機構 理事、15年より現職。16年までナノ学会会長。現在、アジアナノフォーラム副会長、応用物理学会フェロー。

超スマート社会の 医療・ライフサイエンス

ライフサイエンス・臨床医学ユニット
永井 良三 上席フェロー



永井 良三（ながい りょうぞう）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1974年東京大学医学部卒業、同大医学部附属病院第三内科助教授、群馬大学医学部第二内科教授、東京医科歯科大学難治疾患研究所客員教授などを経て、99年東京大学大学院医学系研究科内科学専攻循環器内科教授、2003年東京大学医学部附属病院病院長、09年同病院トランスレーショナルリサーチ機構長、12年4月より自治医科大学学長、14年より現職。医学博士。

ビッグデータ活用による個別予見医療、 超スマートアグリサイエンス

「医療やライフサイエンスの領域で重要なのは基礎研究の統合と循環です。そのエンジンとなるのはビッグデータとインフォマティクス（情報科学）」と永井さんは語る。

「臨床医学は、これまでの医学に統計的解析を加え、統計的な事実の蓄積を基に特定の集団に関する予見的な医療を提供することはできるようになりました。これからは増加する医療、介護情報のビッグデータを分析することで、患者1人1人に合わせた最適な医療を提供できるようになるでしょう。病気の兆候をより早くみつけ、適切に対応する予見的な医療も可能になります。そのような『個別予見

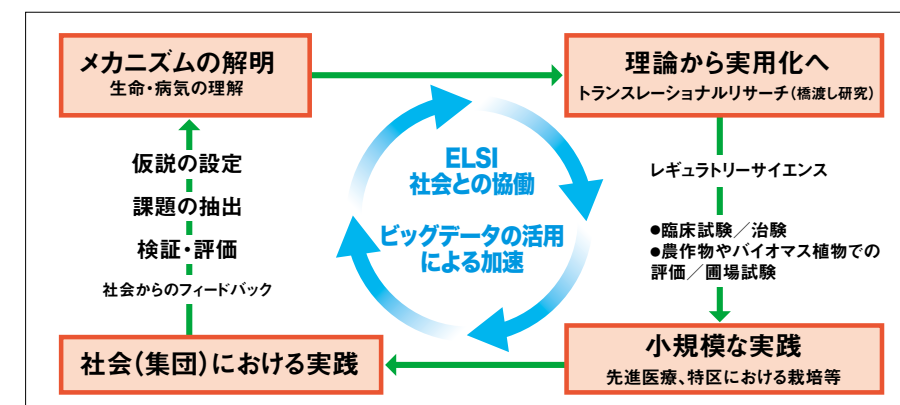
医療』をめざす条件が整ってきました。より大きな集団や社会に対し大規模にあてはめる時期にきています」。

ただし、医療・介護の臨床情報ビッグデータの統合はまだ途上にあり、このプラット

社会の全領域の知の要素が関連

「この領域には医学、理学、農学、工学などの基礎の学問、バイオテクノロジー、臨床医学、農業科学などの応用の学問、さらに倫理的問題を扱う人文社会科学までも関係しています。社会の全領域の知の要素が必要であり、人工知能技術も含めたインフォマティクスの利用がますます重要です。ところがこれに興味を抱く人材は不足しています。他分野に流れがちな人材の目を、こちらの領域に向けるような取り組みも必要になっています」。

永井さんが取り扱うトピックスは、腸内細菌とヒトの健康や病気との関係解明、土壌や根の周辺の微生物が植物の生育に及ぼす影響解明、老化の原因やメカニズム、最新機材を利用した医療用イメージング技術、8Kなど高精細画像の一般利用など、非常に多岐にわたっている。これらすべての研究開発に共通するのがビッグデータとインフォマティクスだ。「ゲノム、たんぱく質、環境因子などのデータ統合もまだ十分ではありません。分散している知識の統合と活用をより一層進めることが、イノベーションの鍵となるはずだ」。



人間の尊厳と科学技術の関係に 深い考察を

藤山 知彦 上席フェロー

グローバリズムの3つの規範

科学技術は民主主義や市場原理と並んで近代が生み出したグローバリズムの規範である。ところが現状はこれらの規範が揺らいできている時代だと指摘する。科学技術では生命科学や人工知能、ビックデータの爆発的進歩が「リアルとバーチャル、生物と非生物、自己と非自己の境界を曖昧にし不安を感じている人が増えています。」同様に民主主義はポピュリズムの進展に脅かされ、市場主義はバブルの発生をとめられておらず多くの人からの絶対的な信頼を失いつつあるという。

「仮に日米EUをこの3つの規範の信奉者と考えると15年前に世界の7割を占めていたこれらの国の経済力は今5割にしか過ぎません。3つの規範を立て直すには、自然科学、社会科学、人文科学の知恵を集めて議論することが重要です。」と強調する。「特に科学技術においてはELSIをしっかりと認識をして答えを出していく必要があります。」

ELSIとは科学技術の倫理的、法律的、社会的問題を意味する。「これを科学への制約だと考える人もいます。しかし、ELSIに対し正面から向き合うことは科学技術に多くの人の支持を獲得するまたとない機会です。まずは科学技術の領域でトランスサイエンス（自然科学を超えた）の問題から手をつけるべきではないか。その際、歴史的視座を持ち、現下の世界情勢の中で日本の位置づけ、役割をはっきりさせて どのような方向に科学技術を発展させるかについて考える必要がある。こうした議論を深めるのも、シンクタンクであるCRDSの役割だと思っています。」

今こそ、ELSIの議論を

「さらにそこには人間の尊厳に対する考察が欠かせません。昔、ゲートが発明されて間もない顕微鏡をのぞかれ、これが宇宙の真理だ、と言われた時にゲートはしかし人間の真理ではない、ときりかえたそうです。ゲートが提起した問題を我々は、人工知能や生命科学の中でいかに正面から受け止めるかという時代に来ていると思います。言い換えるとELSIの問題を乗り越えた科学技術が次世代の支配的な科学技術になるはずで。自然科学者は「文系と理系」「産と学」「文化の多様性」の壁を越えて外の世界と関わっていく必要があると思います。」

人工知能が自分よりも優れた人工知能を作る可能性を指摘される今、人間性と科学技術イノベーションの関係について研究者も一般人も真剣な哲学的考察を深める必要がありそうだ。



藤山 知彦（ふじやま ともひこ）

研究開発戦略センター 上席フェロー

1975年東京大学経済学部経済学科卒業。同年三菱商事調査部入社、1993年泰国三菱商事業務部長、2000年戦略研究所長、2002年中国副総代表、2005年 国際戦略研究所所長、2008年執行役員国際戦略研究所長、2010年執行役員コーポレート担当役員補佐、2013年常勤顧問。2016年4月より現職。

CRDSシンポジウムのお知らせ

「IoT/AI時代に向けたテクノロジー革新 ～大変革時代の新機軸とは」

日 時: 2017年3月7日(火) 13時～17時40分 会 場: 丸ビルホール(東京都千代田区)

概 要: IoT/AI時代の社会・産業はテクノロジーとともにどう変化していくのか、求められるテクノロジー・デバイスの課題は何かなどを議論し、わが国が大変革時代にどう舵を切るべきかを考える。

※詳細はCRDSホームページ<http://www.jst.go.jp/crds/>をご覧ください。多くの方のご参加をお待ちしております。
(シンポジウム専用ページは近日公開予定)

久間議員に聞く

久間議員は総合電機メーカーでの研究開発、マネジメントの経験をいかし、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）議員として精力的に活動している。SIP*1、ImPACT*2のガバニングボード座長や、「第5期科学技術基本計画」策定を牽引するなど、科学技術政策のキーマンである久間議員に、CRDSへの評価と今後の期待を聞いた。

第5期科学技術基本計画策定でCRDSが果たした役割

安倍政権は科学技術イノベーションを、経済再生・成長の原動力と位置付けています。総合科学技術会議を改組し、「イノベーション」を加えてCSTIとしたのも、安倍総理の科学技術に対する強い期待とリーダーシップによるものです。

2016年4月から実行段階に入った「第5期科学技術基本計画」は、科学技術イノベーションの創出を加速するために、CSTIが初めて本格的に産業界、アカデミアと一緒に策定したものです。本計画ではめざすべき社会の姿を、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で、経済的発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会とし、「Society 5.0」と名付けました。この概念は、CRDSと産業界との議論によって生み出したものです。岩野上席フェローの「REALITY 2.0」を始め、CRDSからは多くの提案をいただきました。

Society 5.0は、10年前に、当時のCRDSセンター長だった生駒俊明先生が中心になり提唱したIRT (Information and Robotics Technology) と類似した概念です。

センサーにより情報を得て、サイバー空間でその情報を処理し行動計画を立てて、ロボット等を用いてフィジカル空間を制御するという世界を描きました。このコンセプト策定には、私も参画しました。今のIoT、CPSの概念とかなり近いのではないのでしょうか。ところが、当時は受け入れられなかった。10年後の現在、欧米に先行されたことで、やっとSociety 5.0として注目されていますが、IRTが社会に受け入れられていれば、日本が世界をリードしていたでしょう。大胆で新しい考えを受け入れにくいのが、日本の



一番の問題点だと思います。

今後のCRDSに望むこと

CRDSの素晴らしいところはなんといっても人材です。素晴らしいセンター長やフェローが揃っている。しかし、分野相互のつながりや、産業界との連携は一層強化する必要があります。

そしてCRDSには文科省関連の1組織から脱皮して、日本全体の将来を考えるシンクタンクになってほしい。そのためにも、産学官の垣根を越えてイノベーションを起こす枠組みを作るなど、経産省や他の省庁、産業界も巻き込んで、一層活発に活動してくれることを期待しています。

久間 和生（きゅうま かずお）

内閣府総合科学技術・イノベーション会議 議員

1972年東京工業大学工学部電子工学科卒業、77年同大学大学院博士課程電子物理学専攻修了。工学博士。同年三菱電機株式会社入社、光ファイバセンサー、化合物半導体光デバイス、光ニューロチップ、人工網膜チップ、画像処理システムなどの研究開発と事業化を推進。2003年先端技術総合研究所所長、06年常務執行役員開発本部長、10年専務執行役員半導体・デバイス事業本部長、11年代表執行役員副社長、12年常任顧問。13年より現職。

*1:戦略的イノベーション創造プログラム（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program）

*2:革新的研究開発推進プログラム（Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program）

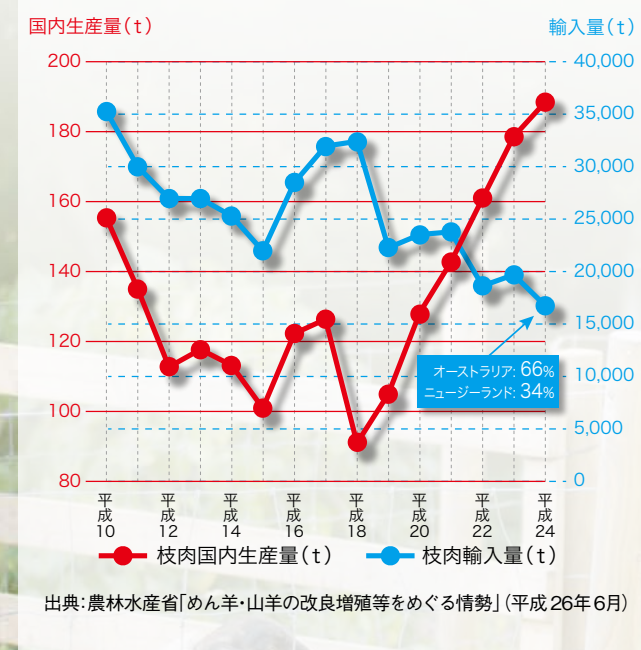
廃棄されていた三陸わかめの茎で 育てる「ブランド羊」

2011年3月の東日本大震災からもうすぐ6年。被災地では復興活動とともに明日につながる産業づくりが広がっている。JSTでは、科学技術を通じた復興支援として、2012年度から15年度まで「復興促進プログラム」を実施してきた。この中で、JSTのマッチングプランナーが被災地域の企業ニーズを発掘し、それを解決できる大学等の技術シーズを組み合わせ産学共同研究を支援するのが「マッチング促進」だ。

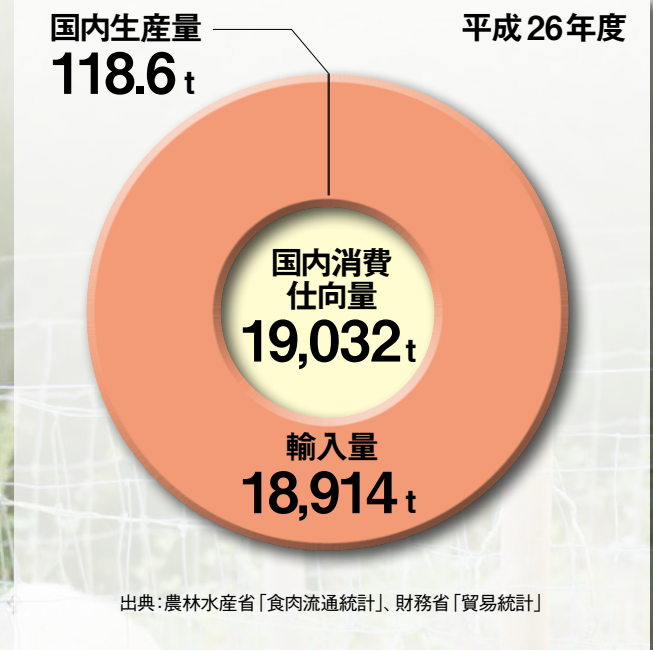
これに採択されたのが、宮城県南三陸町の「さとうみファーム」が取り組んでいる塩害地に強い牧草や海草を餌として活用する「被災地環境を生かしたブランド羊肉の創製」である。

日本では、一部地域を除いてあまりなじみがない羊肉だが、新しい食文化に貢献するという意味でも、「さとうみファーム」の挑戦に注目が集まっている。

羊肉の国内生産量は 増加傾向



羊肉の自給率は 1%未満



わかめの茎の発酵飼料で、旨味・ミネラル豊富な羊肉に

海に面した小さな谷あいには「さとうみファーム」がある。津波対策でかさ上げされた土地はようやく牧草が生えそろってきたところだが、40頭ほどの羊が元気に走り回っていた。すくすく育つ羊を見守るのは、プロジェクトリーダーの金藤克也さとうみファーム代表理事と、研究責任者の大竹秀男宮城大学食産業学部教授だ。羊たちには、これまで廃棄されてきた三陸わかめの茎を混ぜた飼料が与えられており、ミネラル豊富な「南三陸わかめ羊」が誕生しつつある。



金藤克也プロジェクトリーダー（後列左）と大竹秀男研究責任者（後列右）

海水に浸かった土地で 事業を興す

南三陸町は、最も甚大な津波被害を受けた地域である。

「私は、ボランティアとしてこの地に来ました。海水に浸かった土地を生かして何かお手伝いができないかと考えてきました。たまたま、フランスのプレサレやオーストラリアで塩害に強いソルトブッシュという草や海草を使ってブランド羊を育てているという話を聞き、特産の三陸わかめを飼料に活用できないかと思ったのです」と金藤さんはきっかけを語る。

そこで、草地学を専門とする宮城大学の大竹教授にメールを出して相談した。

「大学では、学長自ら復興事業への貢献を呼びかけていたこともあって、ブランド羊づくりにぜひ協力しようということになりました」と大竹さん。2012年度のJST復興促進プログラムに応募し「マッチング促進」の可能性試験に採択された。JSTのマッチングプランナーと、大学、事業体の三者が連携して有望なテーマを発掘し、事業

の可能性を探った。

金藤さんは「さとうみファーム」を立ち上げ、大竹さんの指導のもと、ソルトブッシュの栽培実験とわかめの茎の活用研究を開始した。三陸わかめの主産地である南三陸町では、津波によって養殖設備が壊滅したが、ようやく復興しつつあった。「さとうみファーム」のある寄木地区だけでも、廃棄されるわかめの茎が年間数百トンもある。金藤さんは地元漁師からわかめの茎1トンを分けてもらい、飼料づくりを始めた。苦心したのは保存である。

「わかめ漁は春なので、年間を通じて利用するには保存しなければなりません。乾燥すれば燃料代が嵩むので、大竹先生に相談し、わかめの茎を細かく切って乾草と配合飼料に約50%混ぜてドラム缶に封入して発酵させる長期保存法を考えました」。

その一方で、金藤さんは北海道の池田町で牧羊の研修を受け、羊の専門家であった東北大学農学部故・八巻邦次先生から子羊を譲ってもらい、2014年度からJSTの研究成果展開事業「A-STEPハイリスク挑戦タイプ（復

興促進型）」に採択され、試験放牧を含めた開発をスタートした。

こうして育てられた「わかめ羊」の味について、大竹さんは高く評価する。

飼料研究を継続し、 300頭規模の事業に

「発酵で生まれた乳酸菌により羊独特の臭みが抑えられ、香りの良いラム肉になりました。専門機関の食味検査でも、他の国産羊に比べて旨味や味の濃さが2倍以上でミネラルも豊富という評価を得ています」。

「さとうみファーム」特製のわかめ配合飼料を手にとると、確かにチーズのような良い香りが漂い、羊も喜んで食べている。

「ブランド羊肉の創製」について、大竹さんは「達成度としては95%です。ソルトブッシュの栽培では、海水耐性試験、越冬性試験などを実施しましたが、畜産用には安定的に収量を得る研究が求められます。海草についても、食用にならないホンダワラやカジメなどが活用できれば、他の地域での応用も可能です」と今後について語る。

事業化をめざす金藤さんの夢も広がる。「現在はサフォーク種とコリデール種の雑種を中心に40頭ほどを飼育し、年間10数頭を出荷しています。牛に比べて放牧面積が少ない羊は復興事業に適していますが、事業とするには300頭規模に広げる必要があります。将来的には、羊とふれあえる観光牧場とすることで、自立した経営と地元雇用、わかめ漁師との共存共栄に発展させていければと考えています」。(注)



三陸わかめの茎を配合した発酵飼料

注：RISTEX「持続可能な多世代共創社会のデザイン」研究開発領域の2015年度採択課題「羊と共に多世代が地域の資源を活かす場の創生」として、羊牧場を核に子どもから高齢者までが参画できる職場や地域コミュニティモデルの創造にも取り組んでいる。

01

研究成果

戦略的創造研究推進事業 個人型研究(さきがけ)
研究領域「炎症の慢性化機構の解明と制御」
研究課題「炎症の制御に基づく心不全の予防と治療」

内臓脂肪型肥満が免疫細胞の老化も加速させることをマウスで解明

太った人を「メタボ」と言うようになりました。メタボとはメタボリックシンドローム(内臓脂肪型肥満)の略で、厚生労働省によると、40～74歳の中老年の男性の2人に1人、女性では5人に1人が予備軍だといわれています。若い時から糖尿病や心血管疾患の発症リスクを高めるため、世界中で社会問題となっています。

慶應義塾大学医学部内科学教室(循環器)の佐野元昭准教授、白川公亮助教授らは、内臓脂肪型肥満には、免疫細胞の老化が深く関与している仕組みを初めてマウスで明らかにしました。

内臓脂肪型肥満と免疫老化の関係について検討するため、高脂肪食を食べさせて太らせた若いマウスの内臓脂肪のTリンパ球を調べました。すると、老化したマウスで増えてくる細胞表面にCD153とPD-1を発現するTリンパ球(CD153陽性PD-1陽性Tリンパ球)が、数カ月足らずの

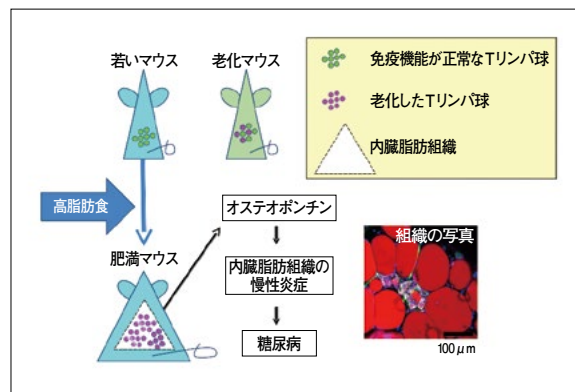
間に増加していることが分かりました。

このリンパ球は正常なTリンパ球の機能とは大きく異なり、正常のTリンパ球としての性質を失い、かわりに、オステオポンチンという機能障害や細胞・組織を壊してしまう強力な炎症性たんぱく質を大量に作ることも分かりました。このオステオポンチンの分泌には、免疫のブレーキ役であるPD-1が全く機能せず、脂肪組織内の免疫系全体にわたって悪影響を及ぼしていたのです。

このリンパ球をやせた若いマウスの内臓脂肪に移植するだけで、太らせたマウスと同様に脂肪組織内に炎症が起きて糖尿病が発症することが分か

りました。

今後は、老化したTリンパ球集団を標的とした免疫機能の回復により、内臓脂肪型肥満や老化に関係する生活習慣病の予防法の開発につながることが期待されます。



02

研究成果

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」
研究開発課題「異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術の開発」

30センチメートル奥にある水も検知
老朽化した橋、高速道路、トンネルなどコンクリート構造物の損傷の検査に活用

コンクリートは強度が高い構造材料として、橋やトンネルなどさまざまな構造物に使われていますが、その多くが高度経済成長期に多く造られており、老朽化が進んでいます。例えば、橋を渡る自動車や人などの荷重を直接受け止める床版では、雨水などの浸入でアスファルト舗装の下コンクリートの劣化が促され、コンクリート塊が抜け落ちるまで対策できなかったケースも報告されており、事故を未然に防ぐための技術の開発が求められていました。

理化学研究所光量子工学研究領域中性子ビーム技術開発チームの大竹淑恵チームリーダー、土木研究所構造物メンテナンス研究センターの石田雅博上席研究員らの共同チームは、中性子の反射(後方散乱)を用いて、舗装下のコンクリートの劣化につながるひび割れや滯水を検出できる新たな手法を開発しました。

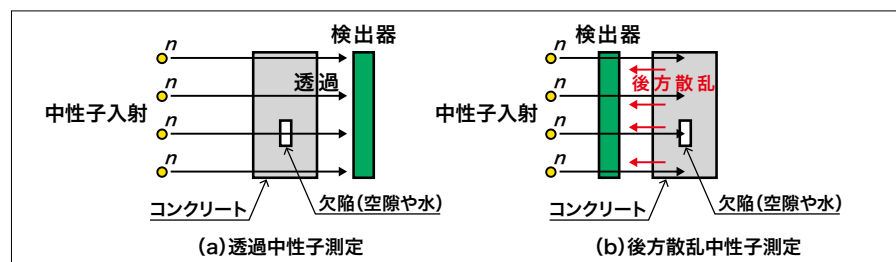
中性子線はコンクリートに対して透過力が高く、水を構成する水素に対して感度が高いので容易に水を検出できます。中性子線を照射す

ると、その内部にある穴(空隙)や水分の位置、深さをコンクリート表面に戻るタイミングや量から可視化できます。これにより、表面からは見えない厚いコンクリート内部の空隙や水分の分布を知り、劣化した場所を特定することができます。

これまでは、レントゲン撮影のように中性子源と検出器で対象物を挟み込む必要があり、利用可能な対象が地面と接していない橋などに限られていました。しかし、今回開発した中性子の反射を検出する検査法では、後ろに検出器を置く

必要がなくなり、空港の滑走路や道路の路面、トンネル壁などこれまで困難であった多くの対象を測定できるようになります。

開発した装置は全長15メートルありますが、今後は、インフラ構造物付近への持ち込みが可能で小型の中性子源や測定装置を開発するとともに、検出器の高度化や計測の最適化をして測定時間の短縮を図ることにより、コンクリート内部の劣化損傷の早期発見をめざします。



透過中性子測定法(左)と後方散乱中性子測定法(右)
透過中性子測定は、測定対象を中性子源と検出器で挟む必要がある(a)。後方散乱中性子測定では測定対象の後方に散乱(反射)する中性子を検出するため、中性子源と検出器で測定対象を挟む必要はなくなる。

03

開催報告

JST20周年記念フォーラム

「未来共創イノベーションを目指して“とてもよい世界の作り方”」を開催

JSTは2016年10月に設立20年を迎え、11月4日にJST20周年記念フォーラム「未来共創イノベーションを目指して“とてもよい世界の作り方”」を東京・有楽町の東京国際フォーラムにて開催しました。

当日は、国内外の気鋭リーダーによる基調講演とパネルディスカッションを通じて、20年後の社会と科学技術のあるべき関係を約400名の参加者と共に考えました。

基調講演では、2015年にノーベル物理学賞を受賞した梶田隆章・東京大学特別荣誉教授／宇宙線研究所長より、日本の社会と科学研究について、ご自身の研究内容である宇宙線の観測を支える技術を交えて語りました。また、日本の現状として研究資金や博士課程進学者の減少、女性研究者への期待などを話しました。

全盲の研究者である浅川智恵子日本IBM東京基礎研究所IBMフェローは、上肢障害者の筆記手段としてキーボードが発明されたよう

に障害者にとっての利便性向上から発生したイノベーションを、事例を用いて紹介しました。特にご自身の研究成果である日常生活での利用を想定した、ルート情報やすれ違う人の表情などの外部環境を伝えてくれる視覚障害者向けのスマートフォンのデモンストレーションには参加者から大きな反響がありました。

後半のパネルディスカッションでは、司会者にノンフィクション作家の山根一眞さん、若



20周年記念フォーラムの会場。

手研究者でもある4名(楽天 北川拓也執行役員、Xiborg遠藤謙代表取締役、タイ王国国立金属・材料技術センター再生可能エネルギー研究所ヌウォン・チョラクブ所長、国際稲研究所穀類品質栄養センターローサ・ポーラ・クエバス研究員)が、さまざまな分野の視点から「とても良い世界」とは何なのか、今後20年で取り組む研究やめざすべき世界について議論しました。



基調講演する、東京大学梶田特別荣誉教授。

04

話題

第4回 科学の甲子園ジュニア全国大会

群馬県代表チームが初優勝
2位は大分県、3位は富山県のチーム

全国の中学生在が科学の力を競う「科学の甲子園ジュニア全国大会」。その第4回目が昨年12月2日(金)～4日(日)まで、東京・夢の島のBumB東京スポーツ文化館で開催されました。1チーム6名で都道府県の代表47チーム、281名の生徒が筆記競技と2つの実技競技に挑戦しました。

実技競技の1つ「CDカー:アッピンを早く目的地に到着させる」では、摩擦係数の小さなCDを車輪にした車を製作し、マスコットキャラク

ターのアッピンを乗せて斜面を下る直線のコースを走らせて順位を競いました。この競技では速度だけでなく、ゴールエリア内に車体が収まるように止めることも、勝敗を左右しました。

今大会の覇者となり文部科学大臣賞を手にしたのは、群馬県代表の前橋市立第三中学校と伊勢崎市立四ツ葉学園中等教育学校の合同チームでした。他にも協働パートナー企業・団体からの表彰も合わせて、14のチームが表彰されました。優勝チームは記者会見で、『チームで

の協力が成果につながって良かった』、『大会を通じて自分自身が成長できたと思う』と初優勝をかみしめていました。

競技だけでなく、交流会など参加者同士が親しくなれるプログラムを通して、キャッチフレーズの「広げよう科学のこころ つなごう友情の絆」を体験した生徒たちは、『来年も来たい』という声を残して帰途につきました。

第5回大会は今年12月茨城県つくば市で開催されます。



群馬県チーム優勝記者会見。



筆記試験では地球儀も使用。



未知試料に含まれる色素の分析。



CDカーのレース会場。

さがける 科学人

vol.57

並木 秀俊

Namiki Hidetoshi

COI文化共有研究グループ 特任研究員



プロフィール 千葉県佐倉市出身。2003年に東京藝術大学美術学部絵画科日本画専攻を卒業し、08年に同大学院美術研究科文化財保存学専攻で博士(文化財)を取得。院展などで受賞を重ね、国内外で展覧会を開き、截金作家として高く評価されている。アフガニスタンのバーミヤン壁画など、文化財の復元や複製にも技術を生かす。

きりかね 幻の「截金」継承者、文化財複製にも尽力

きりかね 仏画技法の截金で、日本画を彩る

作家は常に新しい表現技法を求められます。そんな中、東京藝術大学大学院で出会ったのが、截金でした。

「阿弥陀三尊来迎図」という浄土信仰の古代仏画を模写実習中に眺めるうち、金泥で塗られた衣に針のように細長い金箔がびっしりと並び、緻密な繰り返し紋様が描かれているのを発見しました。それが截金だったのです。飛鳥時代に仏教伝来とともに開花し、人間国宝級の技術者によって引き継がれてきた幻の技法です。

「同技法同素材」が模写の基本にもかかわらず、誰も截金には挑まず金泥を塗って終了。再現してみたいと情報を集め始めた矢先、先輩から「おまえには無理だ」といなされました。

悔しくて、講義で来ていた人間国宝の截金師・江里佐代子さんから数ヵ月かけて学びました。専用の竹刀で、細いものだと0.01ミリの幅で金箔をひたすら切り続けること5時間、500本近くをためたあと、吹き飛ばさないよう息を詰め、仏画の衣に隙間なく敷き詰めていきます。

想像を超える集中力と長時間の作業です。肩はこわばり目の焦点も合わなくなるほどでした。それでも、仕上がり何とも言えない美しさの虜になりました。「これを、専門の日本画に融合させれば、類を見ない作品になるはず」と確信したのです。

今では、あちこちから制作依頼が舞い込みます。截金作家は日本でわずか10人ほど。この特

異な持ち味を生かし、これからも新境地を切り拓いていくつもりです。

追求し出すと止まらない

リアルな表現を求める日本画や、地道な作業が必要な截金に傾倒したのは、物事を追求し出すと止まらない独特の性格のためかもしれません。藝大受験前に通った予備校では、寝ても覚めても石膏デッサン一色。早朝に家を出て、開門と同時に気に入った場所に陣取り、石膏と向き合いデッサンを開始。半日ひたすら描き続け、帰宅後は参考資料を片手に反省を繰り返しました。

この性格を生かし、藝大COI拠点では「藝大にしかできない」古典画や仏像の複製に取り組んでいます。日本画、油画、彫刻、工芸などさまざまな専攻から作家を選び、芸術家の審美眼だからこそ気づく微妙な凹凸や素材感の再現に挑戦しています。

昨年、チームで複製したバーミヤン東大仏の天井壁画「天翔る太陽神」は、G7(先進7カ国)伊勢志摩サミットで各国首相に絶賛され、苦勞が報われてほっとしました。

シルクロードを経て日本、そして創作へ

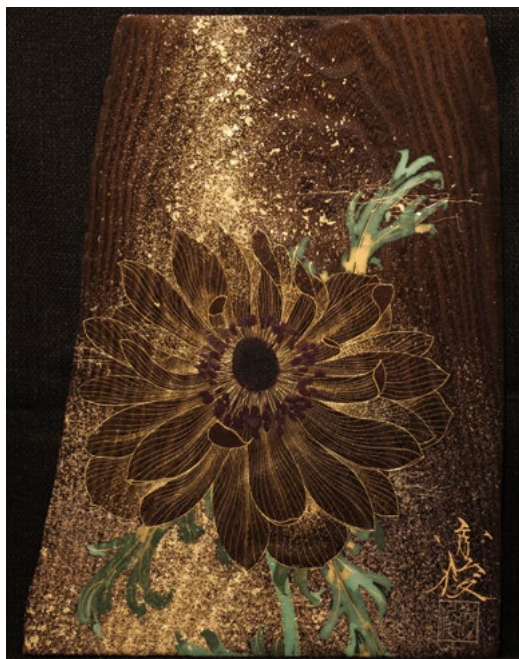
日本独自と思われていた截金が、遠く離れた黒海近辺から出土した紀元前のガ

ラス容器に施されていたという報告に驚き、作品を調査始めました。

海外では、金箔装飾の技法がほとんど研究されていません。截金による装飾と判断できる人がいないため、どこかに作品が眠っているかもしれないのです。黒海から中東、シルクロードを経て仏教と結びつき日本に入ったのではと睨み、経路上のアジア圏の教え子たちに情報提供を呼びかけています。

古代の海外の工人が生み出した作品には日本にはない作風があります。博学になると、その知識が私自身の作品制作に影響を与え、個性となります。現代の情報からも刺激を受けます。例えば、最先端の科学技術を手にする研究者と芸術家の異なる視点を持ち寄れば、きっと新たな創造物が生まれるはずですよ。

(JST広報課・松山桃世)



作品「アネモネ」(縦30センチ横22センチ)。緻密な截金が日本画の奥深さを引き立てる。

センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

東京藝術大学「感動」を創造する芸術と科学技術による共感覚イノベーション拠点

美術・音楽・映像・身体表現という五感を使った芸術表現を培う藝大を中心に、教育産業や情報産業の企業群が活動する産学連携拠点。芸術と科学技術を融合し、高精度な文化財の複製やアンドロイド演劇、感動と脳機能の関連性の探索など、文化・心・絆を育むイノベーションを生み、感動の力で日本の文化立国と国際的な共生社会の実現をめざします。(JSTnews 2016年7月号参照)

