

JSTnews

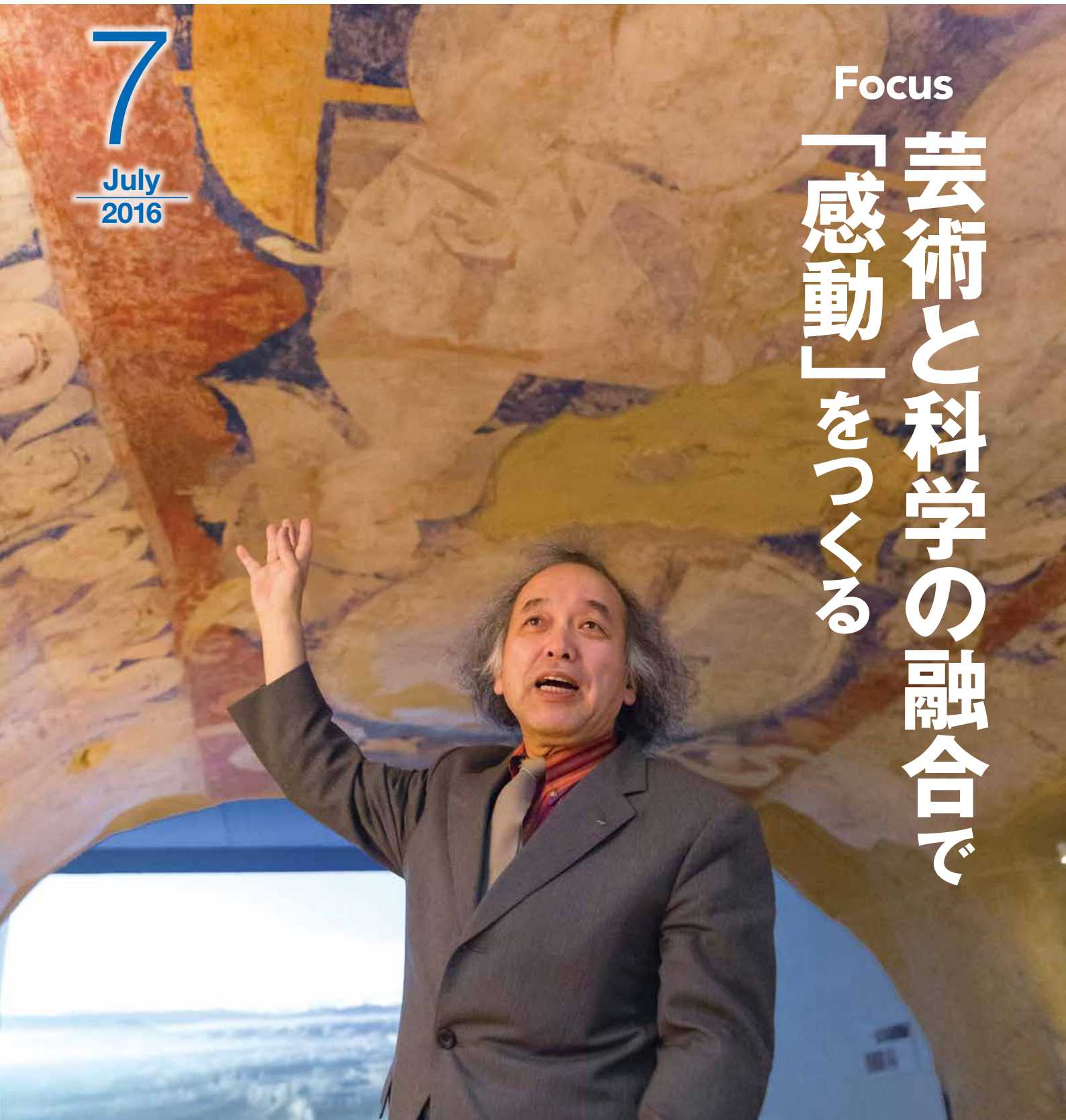
未来をひらく科学技術

7

July
2016

Focus

芸術と科学の融合で
「感動」をつくる



3 Focus 芸術と科学の融合で 「感動」をつくる

4 Focus 01 アフガニスタン流出文化財を救う 失われた壁画をクローン文化財として復元

8 Focus 02 「文化を育む」「心を育む」「絆を育む」

12 社会への架け橋 ～シリーズ1 低炭素社会の実現へ 第3回～ 地球温暖化対策は「緩和」と「適応」の両輪で

14 NEWS & TOPICS がんになりにくい長寿ネズミからiPS細胞を作製 腫瘍形成を防ぐ遺伝子の働きを明らかに ほか

16 さきがける科学人 Vol.51 ポンサトーン・ラクシンチャラーンサク（東京農工大学大学院 准教授）



表紙写真

芸術と科学の融合で復元されたアフガニスタンのバーミヤン東大仏天井壁画「天翔る太陽神」。「壁画は多様な文化が共存した証し。平和を希求し、人々の心のよりどころを取り戻すために復元しました」と、東京藝術大学COI研究リーダー宮廻正明教授は語る。

編集長：上野茂幸／企画・編集：浅羽雅晴・安藤裕輔・菅野智さと・佐藤勝昭・鳥井弘之・松山桃世・村上美江・山下礼士
制作：株式会社エフビーアイ・コミュニケーションズ／印刷・製本：北越印刷株式会社

Focus 芸術と科学の融合で 「感動」をつくる

タリバンによって2001年に爆破された、アフガニスタンのバーミヤン東大仏の天井壁画「天翔る太陽神」が復元された。

文部科学省とJSTが推進する「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」の大きな成果である。実現したのはCOI拠点の1つ、宮廻（みやさこ）正明・東京藝術大学教授が研究リーダーを務める「『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」だ。

復元には消失、破壊された貴重な文化財を、オリジナルと同素材、同質感で独自に復元する「クローン文化財」の技術を活用した。バーミヤン壁画は、その縮小版が今年5月のG7伊勢志摩サミット（主要国首脳会議）のサイドイベントで展示され、首脳たちの注目を集めた。文化財をテロリストたちから守るメッセージと共に、日本の文化財保護の高度な修復技術をアピールするのに一役買った。

「Focus」ではこのクローン文化財を紹介すると共に、「共感覚メディア研究」「ロボット・パフォーミングアーツ研究」「障がいと表現研究」など、芸術と科学の融合によって新たな感動を創造する東京藝術大学のユニークなCOI拠点の活動を集める。

「Focus」ではこのクローン文化財を紹介すると共に、「共感覚メディア研究」「ロボット・パフォーミングアーツ研究」「障がいと表現研究」など、芸術と科学の融合によって新たな感動を創造する東京藝術大学のユニークなCOI拠点の活動を集める。



サミット会場での展示の様子



復元された「天翔る太陽神」。有翼の女神と半人半鳥の霊鳥、風神が太陽神を囲む。天空はラピスラズリによってアフガンブルーに彩られている。

Focus 01 アフガニスタン流出文化財を救う

宮廻 正明
(みやさこ まさあき)
東京藝術大学教授

1981年、東京藝術大学大学院美術研究科修士課程文化財保存学専攻（保存修復）修了、平山郁夫に師事。95年に同大学助教授就任、2000年より教授。同大学学長特命、社会連携センター長。日本美術院同人・評議員、足立美術館評議員長、山種美術館理事。文化財保護・芸術研究助成財団理事長。



東西文明の十字路として栄えたアフガニスタン。果てしなく続く戦火により貴重な文化遺産が破壊され、略奪されてきた。バーミヤンの東西2つの大仏も2001年3月に無残に爆破されてしまった。

その惨状に心を痛めた故・平山郁夫・東京藝術大学元学長は、戦乱によりアフガニスタンから流出した文化財の保護と保全に乗り出した。このときに集められた102点の流出文化財がこのほどアフガニスタンに返還されることが決まり、東京藝大 COI 拠点が、バーミヤンの天井壁画を蘇らせた。

壁画は多様な文化共存の証し

シルクロードを舞台に優れた作品を描いてきた平山元学長は、バーミヤンの大仏が破壊された当時、ユネスコ親善大使を務めており、「流出文化財保護日本委員会」を組織し、国外に流出したアフガニスタンの文化財の救済に乗り出した。

同委員会では、これまでに国立カブール博物館から奪われた「セウス神像の左足」「カーシャバ兄弟の仏礼拝図」など102点を保護している。バーミヤンの大仏についても、日本が資金を出して、日本、ドイツ、イタリアの専門家チームが瓦礫を整理し、岩窟の天蓋を飾っていた壁画などの調査を進めてきた。

しかし、大仏はもとより天井壁画も完全に破壊されており、その復元は不可能とみられた。この困難な復元に挑戦したのが、流出文化財保護日本委員会の現委員長でもある宮廻

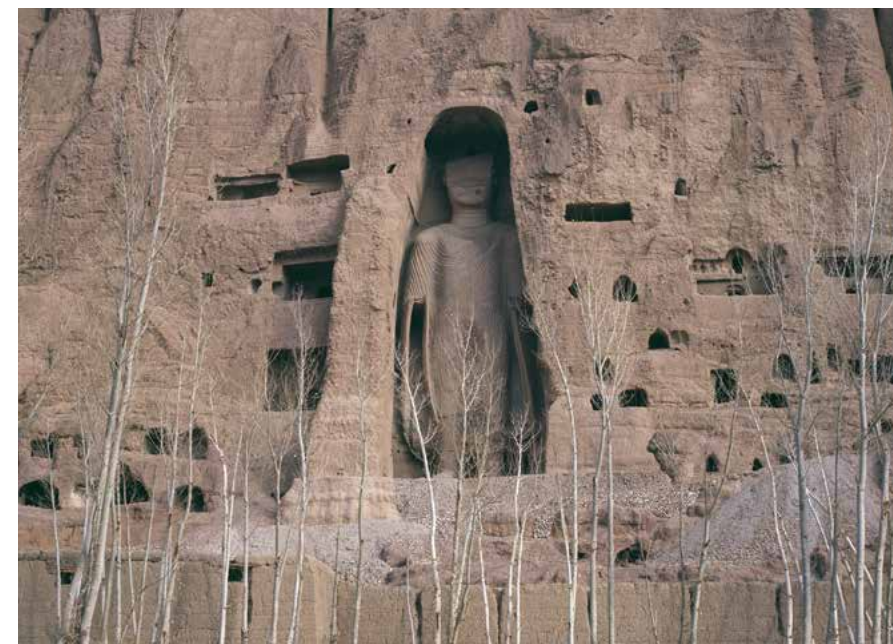
さんである。

「東大仏の天井壁画は、縦7メートル横6メートルのアーチ状の岩壁に描かれていました。幸い、1970年代に京都大学中央アジア学術調査隊が撮影した膨大な写真が残されています。これが復元の重要な基礎資料になったのです」とそのきっかけを語る。写真は、この地が東西文化の十字路であったことをよく物語っているという。

ある地域に新たな文化が入ってくると、両者は混ざり合って新しいものに変容しがちである。しかし、バーミヤンの天井壁画には東西の神仏が仲良く同居しており、描かれている人物もヨーロッパ系、インド系、東洋系などさまざまな顔立ちをしている。まさに、壁画は多様な文化を認め合い共存してきた証しだ。

平和を希求し、アフガニスタンの人々の心のよりどころを取り戻すために、東京藝大が開発した壁画複製特許技術で復元することに

失われた壁画をクローン文化財として復元



京都大学中央アジア学術調査隊によって撮影された破壊前の東大仏

した。壮大な復元プロジェクトを突き動かす貴重なメッセージが壁画にはあった。

「クローン文化財」を創る

アーチ状の岩窟に描かれた壁画を原寸大の3次元壁画として復元することは、世界でも初めての挑戦である。2015年にスタートしたプロジェクトは、芸術と科学技術が力を合わせることで実現した。

「もともと芸術と科学は一体のものです。画家は、顔料の調合を研究し、光の作用や遠近法を発見し、人や動物の解剖学的形態を科学的に探究してきました。ルネサンス期を代表する画家のレオナルド・ダ・ヴィンチは、数学・物理・建築・医学・天文学などに通じた大科学者でもあったのです。しかし、近代になって専門化が進み、芸術と科学は対極にあるものとみなされるようになりました。芸術と科学の親和性を回復し、両者の融合で新たな『感動イノベーション』を創造することが私たちのテーマです」と目的を語る。

日本画家である宮廻さんは、専門にこだわらず、グラフィックデザインやオペラの舞台監督、美術監督などを幅広く手掛け、東京藝術大学大学院では文化財保存学の講座をもっている。

「文化財の保存は学生時代から研究してきました。絵画などは紫外線や温度、湿度などの影響による劣化が避けられず、保存を優先

するなら一般公開はできません。日本では、古くから大切な文化財を模写して人々に披露し、後世に伝えてきました。模写は単なるコピーではありません。文化財の状態を精査し、芸術性や技法の研究を通じて新たな芸術を創出する芸術的行為であり、私は模写作品を『クローン文化財』と呼んでいます」。

クローン文化財は、失われたオリジナルと同素材、同質感だけでなく、技法、素材、文化的背景など、芸術のDNAに至るまで再現する。クローン文化財があれば、誰もが名品に接することができる。しかし、これまでの模写は職人技の世界であり、1枚の模写を仕上げるのに10年以上かかることもあった。もっと短時間に精密に描けないものかと、科学技術と伝統技術の融合をめざしていた。

東京藝大は、模写技術で世界屈指の実力をもつ。そこに最新のデジタル撮影技術や2次元、3次元の印刷技術を融合させることで、文化財を高精度・同質感で再現する特許技術を開発した。この独自技術を生かす場として「東京藝大アートイノベーションセンター」を創設し、これまで平等院の国宝扉絵の複製などに取り組んできた。

2015年、COI「『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」が、1年半のトライアル期間を経て正式に採択され、昨年3月には芸術と科学の産学連携拠点となる「Arts & Science LAB.」が上野キャンパスに完成した。

蘇った「法隆寺の壁画」 「ボストン美術館の浮世絵」

東京藝大 COI 拠点の「文化共有研究グループ」は、トライアル期間中に、1949年に火災で焼損した法隆寺の金堂壁画の復元に取り組んだ。焼損前に撮影されたガラス乾板やコロタイプ印刷、画家による模写などの多くの資料をデジタル技術によって統合したうえで、壁画複製特許技術を用いて焼損前の姿を原寸大での復元に成功した。作品は、2014年4月に東京藝大大学美術館陳列館で「別品の祈り―法隆寺金堂壁画―」として展示公開し、大きな注目を集めた。

さらに、法隆寺の国宝釈迦三尊像の科学的な調査も実施している。仏像の3次元計測、蛍光X線分析、高精細デジタル撮影、近赤外線反射撮影などにより豊富なデータを得ることができた。これらをもとに、材質や鋳造法などを研究することで、忠実な複製の制作につなげることができる。

次に取り組んだのは、浮世絵の復元であった。幕末から明治にかけて、日本の浮世絵版画は外国人に高く評価され、多くの作品が海外に流出した。中でも、質や色彩などが保たれ世界で最も美しいといわれるのが米国のボ



平山元学長が描いた
「破壊されたバーミヤン大石仏」
(2003年 平山郁夫美術館)



バーミヤン写真展の平山元学長
(2001年6月ユネスコ本部)



カーシャバ兄弟の仏礼拝
(2～3世紀)



ライオン像断片
(3～5世紀)



菩薩像頭部
(3～4世紀)

アフガニスタンから流出した文化財



法隆寺金堂壁画の復元制作風景

ストン美術館が所蔵する「スポルディング・コレクション」である。

製糖業で富を築いたスポルディング兄弟が寄贈した同コレクションは、菱川師宣から喜多川歌麿、東洲斎写楽、葛飾北斎、歌川広重まで120人を超える絵師の美人画、風景画、花鳥画約6,500点にのぼる。しかし、寄贈の際の「一般公開しない」という条件のため、約100年にわたり人目に触れることなく倉庫に眠っていた。

貴重なコレクションを何とか公開することはできないものかと考え、NHKプロモーションとボストン美術館は共同でコレクション画像のデジタル化を行った。このデータをもとに、研究グループが浮世絵の「クローン文化財」化に取り組み、摺り立てに近い状態を再現した「うつし」と、経年により色彩が変化した「うつろい」の2種類を制作した。浮世絵独特の「空摺り」と呼ばれる、色彩を用いないで紙に凹凸をつける表現も特殊加工で再現した。また、作品は、真贋問題が起きないように105%の大きさに制作した。

再現された浮世絵は2015年4月に「ハイカラー覚醒するジャポニズムー ボストン美術館スポルディング・コレクション」として、東京藝大にて一般公開を行った。展覧会では、葛飾北斎「富嶽三十六景 神奈川沖浪裏」、歌川広重「東海道五十三次之内 日本橋 朝の景」、喜

多川歌麿「娘日時計 午の刻」などを展示した。

宮廻さんは「浮世絵など日本の紙画は、19世紀ヨーロッパのモネやゴッホなど印象派の画家に『ジャポニズム』として大きな影響を与えました。構図や色彩だけでなく、絵の具を塗るのではなく置いていく描き方、絵の具を盛り上げる技法などが油絵に革命をもたらしたのです。浮世絵の復元では500%拡大作品も制作し、浮世絵版画の彫りや摺りの技の細部を目のあたりにできるようにしています」とこれまでの実績を説明する。

手作業と最新の印刷技術で質感まで再現

バーミヤンの天井壁画の復元は、金堂壁画や浮世絵の復元を通じて深めてきた技術を結集し進められた。

まず、1970年代に京都大学学術調査団が撮影した1万5,000点近くの写真から、東大仏の天井壁画が写っている約150点のカラー写真を選んだ。このうち、岩窟の底から天井壁画全体を撮影した写真は、岩窟の高さが33メートルもあるため、復元に必要な解像度が得られなかった。そこで、壁画の間近から分割撮影された写真をつなぎ合わせて全体像をつくることにした。

また、天井壁画はアーチ状の岩窟に描かれていたので、平面写真をつなぐだけでは再現できない。研究グループは、爆破後にドイツの調査団が東大仏の岩窟を計測した3次元データから、写真の歪みを補正しながら壁画の展開図を作成し、デジタルデータ化した。

ここで、宮廻さんがこだわったのは、芸術作品としての完成度を高めることであった。

「今回の目的は、学術的に忠実に復元することではなく、バーミヤン文化のシンボルを復元することです。復元した壁画が見る人にどう映るか、どう感動してもらえるかということとを大切に仕事を進めました。破壊される前の壁画は色褪せたり剥落したりしているところも多く、どこまで補正するかという、さじ加減がポイントでした」

復元作業は、天井壁画のサイズが6メートル×7メートルあるため、まず60%に縮小して展開図をプリントし、京大が撮影したカラー写真や東京藝大が保管しているバーミヤンの壁画片などを参考にしながら、プリントに手描きで色の補正を施していった。大きな剥落がある部分や、鮮明な写真が存在しない部分は過去の資料を参考に想定できる範囲で補った。こうして仕上げた壁画の展開図を、もう一度撮影して最終的なデジタルデータとした。

このデータをもとに、原寸大の天井壁画を制作した。まず、軽い材料で岩窟壁面の土台を作った。ここでもドイツ調査団の3次元データを参考にして岩壁の微妙な凹凸まで精密に再現、成型した。この土台に、石粉粘土などを塗って岩肌のマチエール（質感）を整えた。壁画をプリントする和紙にも石粉粘土を薄く塗ったうえでインクジェット印刷することで、ざらざらとした質感を生み出した。ちなみに、研究グループは膨大な画像データを短時間にプリンター出力できるデジタル環境も開発している。

こうして印刷した復元画像を、土台に貼り付けるだけでは完成ではない。最後に、オリジナルの壁画の質感に近づけるために、東京藝大が培ってきた日本画や洋画の保存修復技術を駆使して手作業で彩色を施した。顔料にも、アフガニスタンで産出するラピスラズリなどを素材とする岩絵具をできるだけ使用するなどこだわった。

壁画が剥落している欠損部分も、いったん土台部分まで削り取り、窪みに石粉粘土に土、砂、藁サなどを混ぜたものを塗り直すことで、剥落部分の粗い質感をリアルに再現した。

作品は、今年4月に東京藝大大学美術館陳列館で開催した東京藝大アフガニスタン特別企画展「素心ーバーミヤン大仏天井壁画ー

バーミヤン天井壁画の復元工程



流出文化財とともに〜」に展示した。陳列館の会場に作品を組み立てるのに2日もかかったという。

復元された天井壁画「天翔る太陽神」を下から見上げると、圧倒的な存在感で太陽神が迫ってくる。ヨーロッパ風の優美な女神、半人半鳥の不思議な霊鳥、倭屋宗達の「風神雷神図」を想起させるペールをたなびかせる2体の風神、ヨーロッパ系、アジア系の豊かな表情をもつ供養者たちが太陽神をとり囲む。展覧会の会場では、岩窟の正面のスクリーンに、東大仏の目線の先にひろがるアフガニスタンの草原をプロジェクターで投影した。

この展覧会と歩調を合わせて、東京国立博物館では「黄金のアフガニスタン展ー守りぬかれたシルクロードの秘宝」が開催され、アフガニスタン政府代表団が来日した。東京藝大を訪れた一行は、「こここそが、われわれの故国だ」と喜んだという。

流出文化財保護日本委員会が苦心して集めた102点の文化財は、アフガニスタン政府に返還されることになった。文化財を「本来あ

るべきところに置く」という平山元学長の願いが実現したのである。

直接手で触れ文化財に親しむ

「クローン文化財の効用のひとつは、“結界を破る”ことです」。宮廻さんはいささか驚かせるような言い方をした。展覧会では、ガラスや手すりなどで作品がガードされている。貴重な文化財を守るために必要なことだが、それでは本当に作品に接したとはいえない。クローン文化財なら間近に見ることができるし、観客に触れてもらうこともできる。

金堂壁画や浮世絵、バーミヤンの復元文化財の展示では、わざわざ『ふれてみてください』とのマークをつけて展示した。

「観客は当初、やや戸惑っていたものの、実際に触れることで作品に親しんでくれました」と狙いはズバリ当たった。

こうした考え方に共感したオランダ芸術科学保存協会 (NICAS) とも協定を結び、デルフト工科大学などと文化財の保存修復技術で

交流が始まった。ルノアールやゴッホの作品などのクローン文化財づくりを始めるなど、国際文化交流が進んでいる。

日本の玉堂美術館(青梅市)とは、劣化を防ぐために常設展示できない作品のクローン文化財の制作を始めており、これがうまくいけば学校への巡回展示など教育にも活用する予定だ。

芸術と科学の融合で垣根を低くし、名品に触れる機会をつくるのが、文化を育み、心を育み、絆を育む一歩となる。



「ふれてみてください」マーク



昨年開催された「ハイカラー覚醒するジャポニズムー ボストン美術館スポルディング・コレクション」展

Focus 02

「文化を育む」「心を育む」「絆を育む」

東京藝大COI拠点では、「クローン文化財」だけでなく、「文化を育む」「心を育む」「絆を育む」を柱に、共感覚メディア研究、ロボット・パフォーミングアーツ研究、障がいと表現研究、文化外交とアートビジネスなど多様な研究テーマに取り組んでいる。

「文化を育む」 五感を刺激する共感覚メディア

「共感覚メディア研究」では、高度な映像技術や音響技術、印刷技術などを組み合わせることで五感を刺激する仕組みを開発し、新たな感動体験システムをつくることをめざしている。大学院映像研究科の桐山孝司教授をグループリーダーに、ヤマハ、ベネッセホールディングス、情報通信研究機構、NHKエンジニアリングシステムなどが参加し、Arts & Science LAB. 4階の半球形のスクリーンなどを使って、ドーム映像のコンテンツを開発するなど、新たな表現方法の開拓に挑戦している。

「心を育む」 人とロボットの共存を考える

「ロボット・パフォーミングアーツ研究」では、劇作家・演出家である平田オリザ特任教授をグループリーダーに、大阪大学大学院基礎工学研究科の石黒浩教授と共に、ロボットと人間

が共演する演劇プロジェクトに取り組み、世界各地で公演を繰り返している。

昨年1月には、ドイツのハンブルグ国立歌劇場で平田さんの原作・演出による新作オペラ『海、静かな海』を上演した。東日本大震災の津波で日本人の夫と息子をなくしたドイツ人女性が、原子力発電所事故に遭遇して被災地福島に留まるかどうか葛藤する姿を描いた。この舞台にヒト型ロボットが登場し、助演俳優として活躍、ハンブルグの観客に熱狂的に支持され、何度もカーテンコールが鳴りやまなかった。

産業や医療・介護福祉の領域でロボットの活用が浸透しているが、世界最先端のヒト型ロボットを自在に使い、一線級の俳優とともに舞台をつくる試みはきわめて野心的である。ロボットと人間が共存する空間を設定することで、人間とは何か、人間らしさとは何かを、観客と一体となって考えることに大きな意義がある。

また研究グループは、空港や観光案内所などに、演劇の手法を用いたおもてなしロボットを設置することで、観光案内、地域振興へ

のロボットの活用にも取り組む。

「心を育む」 障がい者に新たな表現を学ぶ

芸術に触れる感動を、障がい者から学ぶ取り組みもユニークだ。

障がい者から芸術の表現や感動を学ぶことによって健常者も理解を深めようという取り組みである。その実践の場として、東京藝大では2011年から「障がいとアーツ」のイベントを毎年開催してきた。コンサート、シンポジウム、ワークショップ、展覧会が柱となっているが、東京藝大の学生が福祉施設や特別支援学校を訪ねて音楽劇や美術作品を共同で制作してきた活動の作品発表の場にもなっている。

COI拠点では松下功副学長の取り組みを新井鷗子特任教授が発展させ、感動と脳機能の関連を探り、障がい者から学ぶことにより、すべての人々に夢をもたらす共生社会の実現をめざしている。

例えば、視覚に障がいを持つ演奏家と持た

Arts & Science LAB.

地下1階、地上4階の東京藝大COI拠点の研究開発施設。地下階は、ロボット・パフォーミングアーツ研究・共感覚メディア研究スペース、1階は成果を発信する展示スペース、2階に文化共有研究スペース、3階は各研究室となっている。4階には、身体表現の実験を行うスタジオ・ホールと、ドーム映像のコンテンツ開発を行うための半球形スクリーンがある。

「ロボット・パフォーミングアーツ研究」では、ロボットと人間が共演する演劇を世界各地で公演している。写真は昨年アジアツアーが行われたアンドロイド演劇「変身」の一コマ



©西山円祐



2011年から毎年「障がいとアーツ」のイベントが開催されている。写真は昨年開催された「藝大アーツ・スペシャル2015 ～障がいとアーツ」より



ない演奏家による合同オーケストラを結成し、真っ暗闇のコンサートホールで聴覚のみで演奏を実施した。

また、「聞こえる色、見える音」をテーマに、演奏に連動する映像を巨大スクリーンに投影することで、聴覚に障がいを持つ人も持たない人も眠から音楽を楽しめる試みを行っている。

さらに、ヤマハと共同で障がい者が楽器演奏する補助装置を開発した。肢体不自由のある生徒が指一本でピアノを弾く演奏に、自動追従する伴奏機能付ピアノとペダル駆動装置を開発、特許も出願した。

このほか、「感動」と脳神経の関連性の探索の研究を名古屋大学などと実施している。

「心を育む」 2020 構想

また、2020年に開催される東京オリンピック・パラリンピックに向け、スポーツと芸術を通して新たな「感動」を創造するコンテンツやプログラムを提案する「2020構想」など、日本の文化資源の特質を生かした情報発信、文化発信にも力を入れている。

「絆を育む」文化外交とアートビジネス

東京藝大 COI 拠点は、オランダ芸術科学

保存協会 (NICAS) と協定を結び、「クローン文化財」の活用をめざすなど、世界各国の文化関連機関や美術館などとの文化外交を広げている。



法隆寺金堂壁画の高精細複製を受け取るオランダ首相 (右から2番目)

『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

中核機関 東京藝術大学

中心企業 株式会社 JVC ケンウッド

参画機関 大阪大学、名古屋大学、情報通信研究機構、(株)ベネッセホールディングス、ヤマハ(株)、ソフトバンクロボティクス(株)、(株)Makers'、NHKエンジニアシステムズ、(株)NHKエンタープライズ、(株)NHKプロモーション

テーマ 日本の文化立国と国際的な共生社会の実現

芸術と科学技術の融合によって次世代の基盤となる豊かな文化教育コンテンツを開発し、教育産業を通じた社会実装と国際関係の構築に貢献する文化外交アイテムの社会実装をめざす。「文化を育む」「心を育む」「絆を育む」イノベーションを、東京藝術大学を中核として、教育産業や情報産業を専門とする企業との協働によって実現していく。

研究開発テーマ

文化共有研究

芸術、歴史、科学分野の成果を統合した高精度な文化財複製や、移動美術館などの共感覚コンテンツを創造する。

共感覚メディア研究

質感を表現した印刷技術や3D印刷技術との組み合わせにより、遊びや学びを通じ、映像、音響、振動が連動するインターフェースを開発し、視覚、聴覚、触覚などを同時に刺激する様々な教育体験システムを構築する。

ロボット・パフォーミングアーツ研究

最先端のロボット・パフォーミングアーツ作品の制作と上演を行い、教育的コンテンツ、ロボット観光拠点の開発や、障がい者福祉、医療分野などに活かす。

障がいと表現研究

感動と脳機能の関連性を探索、芸術に触れる感動を障がい者から学ぶことにより新たな感動を創出し、すべての人に夢をもたらす。

2020 構想

東京オリンピック・パラリンピックをマイルストーンとして、スポーツと芸術を通して、新たな「感動」を創造するコンテンツ、プログラムを立案、日本の多様かつ斬新な文化資源を効果的に活用し発信する。

文化外交とアートビジネス

拠点で開発されたコンテンツをもとに、地方創生や国際交流につながる文化外交、アートビジネスを展開する。

センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム とは

文部科学省が平成25年度に開始した「革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM)」では、10年後の社会で想定されるニーズを検討し、そこから導き出されるあるべき社会の姿、暮らしのあり方(以下、「ビジョン」という。)を設定した。

JSTではセンターオブイノベーション (COI) プログラムとして、このビジョンを基に、企業や大学それぞれ単独では実現できない

革新的なイノベーションを産学連携で実現するとともに、イノベーションを連続的に創出する「イノベーションプラットフォーム」を我が国に整備することを目的として、基礎研究段階から実用化を目指した産学連携による研究開発を集中的に支援している。最長9年度の研究開発期間全体を通してJSTからの支援と企業からのリソース提供により拠点を運営してゆく。

プログラムの特色

バックキャスト型研究開発

研究シーズから実用化を発想する「フロントキャスト型」に対し、社会のあるべき姿を出発点に、取り組むべき研究開発テーマを設定する「バックキャスト型」の研究開発を推進。

アンダーワンルーフ

一つ屋根の下に大学や企業などが集い、一体となって研究開発を行うイノベーション拠点を構築。

3つのビジョン (10年後の日本が目指すべき姿)

ビジョン1

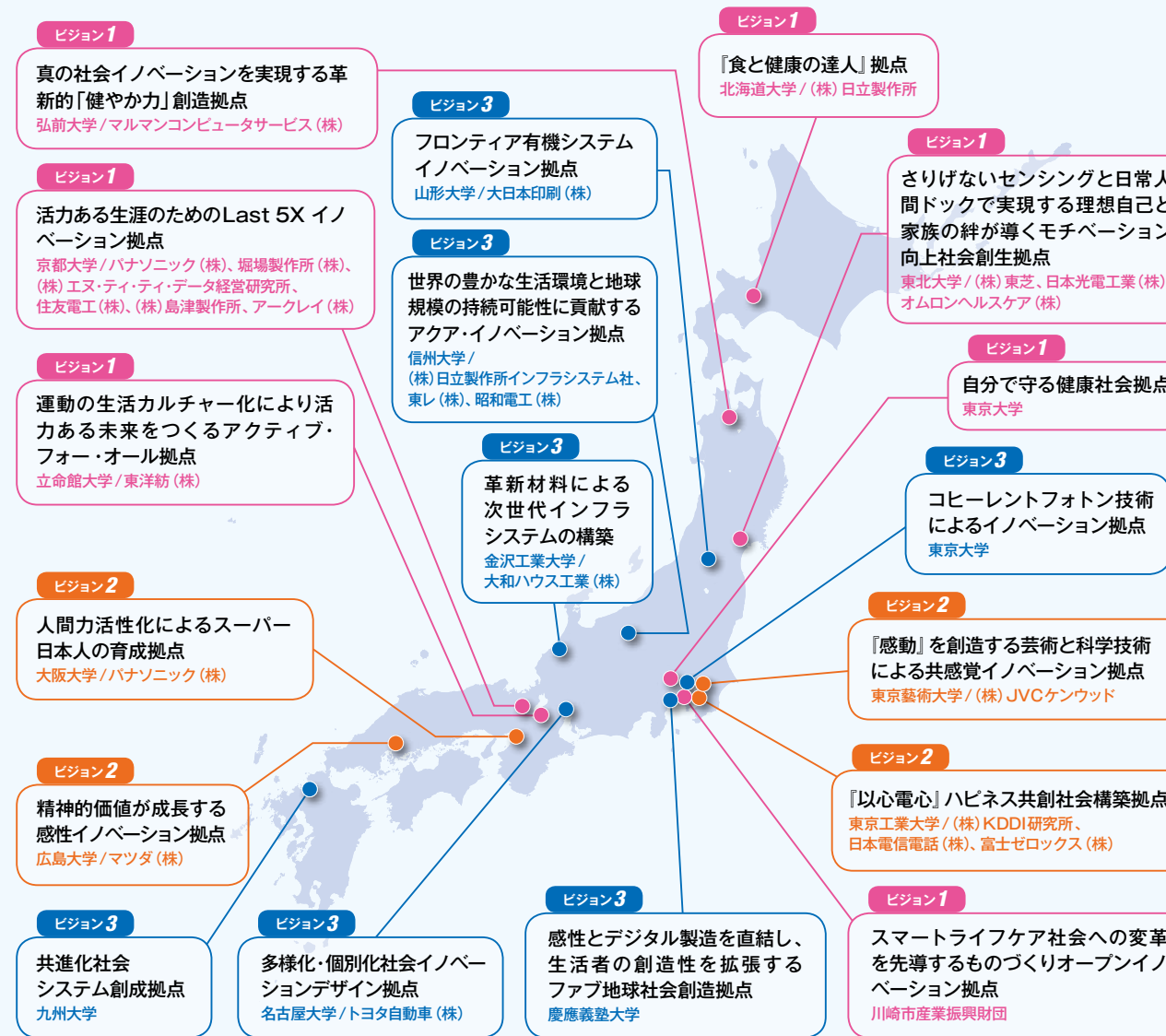
少子高齢化先進国としての持続性確保

ビジョン2

豊かな生活環境の構築
(繁栄し、尊敬される国へ)

ビジョン3

活気ある持続可能な社会の構築



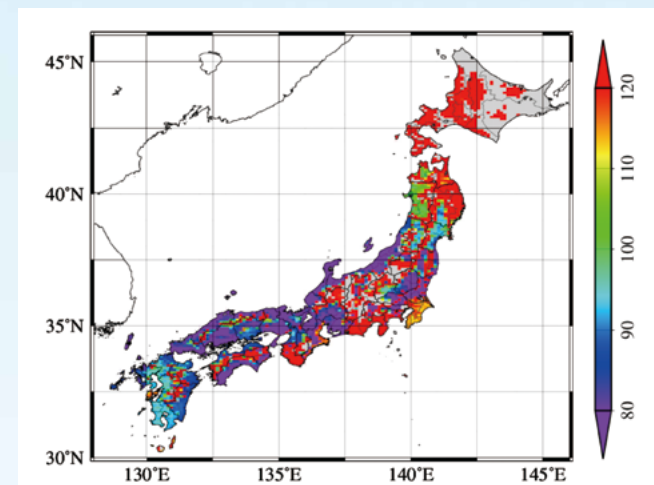
地球温暖化対策は「緩和」と「適応」の両輪で

地球温暖化対策は、温室効果ガスの排出をいかに削減するかの緩和策が先行してきたが、豪雨や猛暑など気候変動の負の影響に対する適応策と合わせて推進せざるをえない程に切迫している。豪雨に備えた堤防の強化、気温上昇による熱中症の予防、農作物の品種改良などが適応策にあたる。

国連気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21) で採択された「パリ協定」にも、各国が気候変動の負の影響に適応する能力を向上させることが明記された。

昨年12月、文部科学省は「気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT)」を立ち上げた。自治体が適応策を検討するための気候変動予測技術や適応策評価技術を「技術開発機関」が開発し、確実に社会に生かせるように「モデル自治体」や「社会実装機関」を体制に組み込んでいる。JSTは「社会実装機関」として参画し、自治体の地域特性に応じた適応策の導入を支援している。

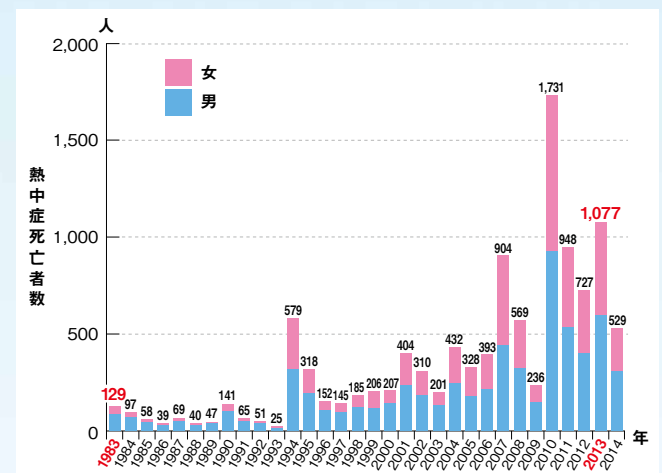
気候変動によって「米どころ」での収量が減ってしまう？



2081～2100年間の米の推定収量分布図。気温上昇量が比較的大きい気候モデル (Micro3.2-hires, A1B) で、現在と同じ品種の収量の変化を予測した。収量が今よりも大きく増える地域は赤色、大きく減る地域は紫色で示されている。(1981～2000年平均値を100とした相対値)

●環境省環境研究総合推進費 S-8温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究温暖化影響・適応研究プロジェクトチーム (2014): 「地球温暖化 [日本への影響] ～新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策～」の「コメの推定収量分布 (2081～2100年平均)」をもとに作成

熱中症での死亡者数は2013年には、30年前の約8倍に！



気候変動や急速に進んだ都市化によるヒートアイランド現象により全国的に気温が上昇し、熱中症死亡者数が急増している。(1995年の国際疾病分類の変更も熱中症死亡者数急増の原因の1つと考えられる。)

●厚生労働省人口動態統計をもとに作成

自治体の適応策を支える技術開発をめざして

温室効果ガスの削減を進める緩和策に対し、適応策ではまず20～50年先の気候変動を予測し、その影響を評価した上で、必要な社会的な対策を立案し実施する。

SI-CATは、地域のニーズに基づいた高精度な予測と評価技術を開発し、都道府県や市町村の政策への反映など、適応策の社会への導入を目標としている。

地域特性を踏まえた適応策が重要

「適応策は、一人一人が取り組むことができます。熱中症予防のために、エアコンによる室温調整や水分補給をすることも適応策です」と、SI-CATプログラムディレクターである筑波大学の木村富士男名誉教授は語る。

SI-CATの前身事業である「気候変動適応研究推進プログラム (RECCA)」では、富山県の雪の将来予測と社会的影響を研究していた。

「富山県では2030年頃になると積雪地域が海岸から大きく後退し、年間積雪量も40%減少すると予測しました。一方で、短時間にまとまって降る豪雪の頻度はあまり変わらないという予測結果が出ました」。

積雪量が減少して除雪費用を減らせる反面、雪に不慣れになり、過疎化や高齢化も進むと除雪能力が低下するため、豪雪による雪害死者数は増えると予測される。

日本列島は南北に細長く、地形も複雑である。豪雨や猛暑をはじめとする極端な気象、農林水産物の生育障害や品質低下、熱中症や感染症の健康問題など、気候変動の影響は、気候や地理的条件、人口構成など、地域特性に応じて多様な形で現れる。

SI-CATでは、「技術開発機関」である海洋研究開発機構と国立環境研究所が、信頼度の高い近未来の気候変動による影響の予測技術や、高精度な気候変動の予測技術、適応策

の効果の評価技術を開発している。適応策の社会への導入に先駆的に取り組む「モデル自治体」と協働し、現地の観測データの提供を受けつつ、地域特有の課題の分析や適応策の試行と改良を進める。

自治体の政策に反映する

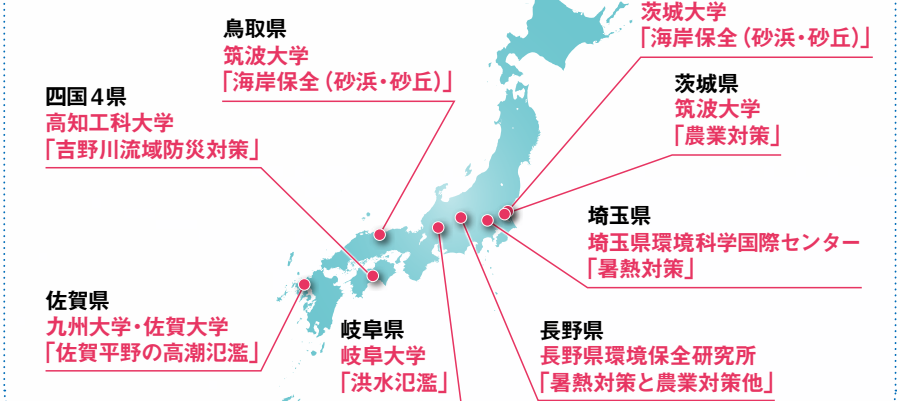
SI-CATの特色は、研究開発にとどまらず、自治体への適応策の導入を支援する「社会実装機関」が、社会科学や人文科学の研究者と協力して、自治体のニーズを収集分析し、適応策のシナリオを作成することだ。

「成果を自治体の政策や法令の改訂に取り入れるなど、市町村に実際に動いてもらうところまでを目標にしています。社会への導入につなげるための情報をしっかり出していきます」と木村さんは意気込む。

7つのモデル自治体の1つ、長野県では、気温上昇が特産品であるリンゴやレタスの生産に影響すると推測される。高密度な観測点から得たデータで気候変動を予測し、気温上昇を利用した品質の高いワイン生産に力を入れるなど適応策を模索している。

また埼玉県は、内陸気候とヒートアイランド現象により夏の気温が高く、熱中症搬送者の増加や農作物への影響も心配され、暑熱に対する適応策に積極的に取り組む。佐賀県や茨城県、鳥取県、岐阜県、四国4県でも、高潮や洪水など自然災害を防ぐ適応策を検討している。

SI-CATモデル自治体



これらの自治体は、似た環境の他の自治体が適応策を導入するための、まさに「モデル」となる。

「適応策を進めるには、気候変動の将来予測と社会への影響の正確なシナリオが理解されることが前提になります。農業関係者は昔から地域の気候に対応して作物の品種改良や転換の豊富な経験があるので関心が高いです。市民や小中高生にも、自分たちの問題であることを理解してほしいですね。夏は帽子をかぶる、温度や湿度に注意してこまめにエアコンを調整するなど、日常生活でできる適応策から伝えていきます」。

研究者、自治体、市民の間をつなぎ、地域の適応策を実現するSI-CATの取り組みが、日本全国へ、やがては世界に広まれば、その効果は計り知れない。



木村富士男 (きむら ふじお)
筑波大学計算科学研究センター 研究員
筑波大学 名誉教授

1973年、東京教育大学大学院理学研究科修士課程修了。同年、気象庁気象研究所研究官を経て、84年同主任研究官、86年理学博士取得、89年同室長。90年東北大学理学部助教授。94年筑波大学地球科学系教授、2010年同大学名誉教授、同年海洋研究開発機構上席研究員、14年より現職。15年より気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) プログラムディレクター。

01

研究成果

戦略的創造研究推進事業
研究領域「生体における動的恒常性維持変容機構の解明と制御」
研究課題「超長寿げっ歯類ハダカデバネズミを用いた「積極的老化予防」機構の解明」

がんになりにくい長寿ネズミからiPS細胞を作製 腫瘍形成を防ぐ遺伝子の働きを明らかに

マウスと同じ大きさなのに、その10倍も長生きするげっ歯類、ハダカデバネズミを知っていますか。その名の通り、体毛がほとんどなく、前歯が口から飛び出しています。平均28歳という寿命の長さと、がんになりにくい体質に、世界の研究者が注目しています。

北海道大学遺伝子病制御研究所の三浦恭子講師、慶應義塾大学医学部の岡野栄之教授らの研究グループは、ハダカデバネズミの皮膚からiPS細胞を作製することに初めて成功しました。

細胞移植治療への応用が期待されるiPS細胞ですが、腫瘍ができるリスクが課題です。腫瘍形成は大きく2つに分けられ、神経や心筋などに分化させた細胞が移植後に腫瘍化する場合と、未分化のiPS細胞が残っていて腫瘍（奇形腫）となる場合があります。

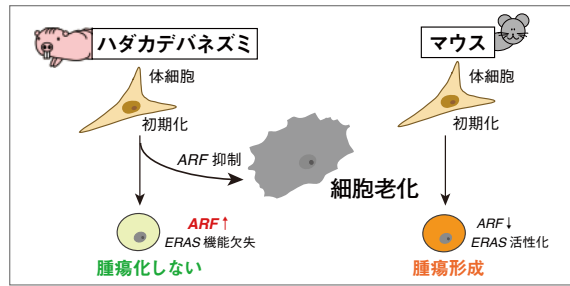
ハダカデバネズミから作製したiPS細胞は、未分化の状態で移植しても、奇形腫を作りま

せんでした。遺伝子を解析したところ、人間やマウスのiPS細胞では、がん化を抑制する遺伝子ARFの働きが弱まりますが、ハダカデバネズミのiPS細胞では活性化していました。同時に、がん化を促す遺伝子ERASの働きも失われていました。

ハダカデバネズミの細胞では、がん化抑制遺伝子ARFの働きを妨げると、細胞の増殖が



ハチやアリのように社会性があり、女王や王、兵隊、赤ちゃんの子守役がいる。



iPS細胞の作製過程でARFを抑制すると、マウスでは奇形腫を作るのに対し、ハダカデバネズミではがん化抑制メカニズム (ASIS) により、細胞の増殖が止まり、iPS細胞ができない。

止まってiPS細胞ができないことを発見しました。このハダカデバネズミ特有のがん化抑制メカニズムASIS (ARF抑制時細胞老化) により、ARFが活性化したiPS細胞だけができて、奇形腫を作らないと考えられます。

ハダカデバネズミの「長寿の秘訣」は、がんの予防技術や安全なiPS細胞など、人間が健康で長生きするためのヒントになりそうです。

02

募集

戦略的創造研究推進事業 (CREST さきがけ ACT-I)

人工知能関連の研究提案を募集中 CREST さきがけ 35歳未満の若手研究者育成プログラムACT-Iもスタート

革新的な人工知能技術を中心に、ビッグデータ、IoT、サイバーセキュリティを統合して研究開発する研究拠点の新設や、イノベーションを切り開く研究者を支援する「AIPプロジェクト」を文部科学省が今年度より開始しました。

JSTはAIPプロジェクトの実施機関の1つとして、新たな研究領域を含むCREST、さきがけと、広く情報学分野の若手研究者を見いだして育成する新しいプログラムACT-Iで、独創的な研究提案を募集しています。ACT-IIは、大学院生や企業研究者を含め、今年4月1日時点で35歳未満の若手研究者を対象としています。

●募集期間

2016年6月1日(水)～7月27日(水)正午

●募集ホームページ

<http://www.senryaku.jst.go.jp/teian.html>

▶CREST

研究領域	研究総括	発足年度
イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化	栄藤 稔 (NTTドコモ 執行役員 イノベーション統括部長)	平成28年度
人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築	萩田 紀博 (国際電気通信基礎技術研究所 取締役／知能ロボティクス研究所 所長)	平成26年度

▶さきがけ

研究領域	研究総括	発足年度
新しい社会システムデザインに向けた情報基盤技術の創出	黒橋 禎夫 (京都大学 大学院情報学研究所 教授)	平成28年度
社会と調和した情報基盤技術の構築	安浦 寛人 (九州大学 理事・副学長)	平成26年度

▶ACT-I

研究領域	研究総括	発足年度
情報と未来	後藤 真孝 (産業技術総合研究所 情報技術研究部門 首席研究員)	平成28年度

03

イベント

日本科学未来館

忍者は昔、科学者だった！？ 未来館に忍者がやってくる

映画やアニメで世界にもファンが多い忍者。その実態はいまだに謎に満ちていますが、動植物学や薬学、気象学など優れた知識を持つ科学者集団としての姿が明らかになってきました。

日本科学未来館の夏の企画展「The NINJA -忍者ってナンジャ!?-」では、史料研究や現代科学を通して、忍者の知識や知恵を楽しく学び、これからの時代をたくましく生き抜くヒントを探ります。

展示は、貴重な忍術書などの古文書をたくさん集めた「忍者研究室」から始まり、「心・技・体」の3つの修行ステージで実際に体を動かして忍者の修行を積みま

す。「体」の修行では、スポーツ科学の観点から、忍び足の歩き方や手裏剣打ち、跳躍力を鍛えます。忍者ならではの体の動きを身につけることで、効率的に運動できるようになります。

忍者は任務をこなすために多種多様な技

や知識を持ち、天気や方位、地形も科学的に正しく読んでいました。「技」の修行では、潜入や情報収集のための変装術や隠形術、得た情報の伝達術、情報を持ち帰る記憶術を極めます。

大切な場面で力を発揮するために、手を合わせて唱える忍者の動作(印を結ぶ)の精神

安定効果が脳波実験で明らかになりました。「心」の修行では、忍者の呼吸法も合わせて、集中力を高める精神統一の手段を習得し、心を磨きます。

修行をやり遂げると日本忍者協議会公認の「忍者認定証」がもらえます。キミも立派な忍者になろう！



●開催期間 2016年7月2日(土)～10月10日(月・祝)

04

開催報告

20周年記念事業
「若者がつくる復興の未来図～科学技術は復興にいかに関わるべきか～」

助け合い譲り合いの精神を世界に伝えたい 高校生が語る科学技術と復興への熱い思い

「若者がつくる復興の未来図」と題して第4回JST20周年記念シンポジウムが5月29日に福島で行われました。東日本震災当時小学生だった子供が今は高校生、すぐに本格的な復興を担う中核的な世代に育っていくに違いありません。高校生が描く復興の未来を収録してみました。

「震災で助け合いの場に参加した。今の世界はさまざまな災害が起こっている。助け合い譲り合いの精神を世界中に伝える。この目標を達成することが私の復興だ」(須田佳小里さん、宮城県古川黎明高等学校3年)。「私の復興の定義は原発事故が過去のものになることだ。総合的で複合的な議論をすることで勉強していきたい」(日下雄太さん、福島県立ふたば未来学園高等学校2年)。

「キトサン修飾ゼオライトで放射性物質を取り除く研究をしている。多くの課題が残ってい

るが、少しでも前に進もうと努力する中に復興があるのだろう」(渡邊侑己さん、福島県立安積黎明高等学校2年)。「福島の農業の今を調べた。放射性物質の基準値を超える米はなかった。農家と消費者の信頼関係を構築し、見えない不安に見える信頼に変える農業にしたい」(安斎彩季さん、福島県立福島高等学校3年)。

「科学が心の復興と乖離しているのではないだろうか。科学と人が協働し、相互の不完全さを理解し尊敬し合うことが大切だ」(玉穂穂香さん、岩手県立盛岡第三高等学校3年)。いずれも傾聴に値し、科学技術に携わる大人が忘れかけた側面を再認識させる効果もありました。

ノーベル賞受賞者で名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構の益川敏英機構長の対談やサイボーグ型ロボット「ロボットスーツHAL®」を開発した筑波大学システム情報系の山海嘉之教授(同大学サイバニクス研究センター長、

CYBERDYNE株式会社 社長/CEO)の基調講演もあり、会場の高校生は目を光らせ、耳を傾けていました。

(JST事業主幹・鳥井弘之)



岩手県立盛岡第三高等学校3年の玉穂穂香さん

さがける 科学人

vol.51

ポンサトーン・
ラクシンチャーンサク
Pongsathorn Raksincharoensak

東京農工大学大学院 准教授



プロフィール 1999年、タイ国立チュラーロンコーン大学工学部機械工学科を首席で卒業し、タイ国王からゴールドメダルを受けた。2005年に東京農工大学大学院工学研究科で学位取得、同大助手などを経て、06年に特任准教授(デニユアトラック)に採用、研究室を主催。11年より現職。写真は、東京農工大学OB管弦楽団定期コンサートの様子。

斬新な「自律運転」に挑戦する、オーケストラ指揮者

理想は「馬のような」クルマ

操縦する楽しみや同乗者の乗り心地を高めながら、クルマの安全を支える自律運転システムを作っています。ハンドルに触れずとも目的地まで人を運ぶ無人運転とは別物です。

めざすのは馬のように乗り手と一体化し、癖や体調を察して走りを変え、危険を避けるクルマ。運転の主導権は乗り手が握り、乗りこなす快さを安全に楽しめます。20世紀の開発は「馬力」の向上が中心でした。今、忘れ去られた馬の「脳」をクルマに持たせたいのです。

本格的なドライビングシミュレーターと実車で、優良ドライバーの運転データを取り、規範運転モデルを作り、そこから外れた運転エラーを即座に拾い出すプログラムを考案しました。カメラやレーダーが捉える周囲の情報と合わせ、事故につながる行動を抑制し、運転手の意志に添いつつ危ない時には運転に介入するシステムを設計中です。

タイでは、幼い頃からクルマが身近な存在

でした。毎日父の運転で小学校に通いましたが、渋滞が慢性化し、30分で着く距離なのに、家を出るのは2時間も前。排ガスにも苦しみました。この経験が新しいクルマ作りに向かわせたのかもしれません。

本格的に興味を持ったのは大学に入ってからです。タイ国立チュラーロンコーン大学の機械工学科には、3年前に自動車工学コースが開設されたばかりでした。自動車産業がタイの産業の中核になると直感しました。トヨタ自動車提供する研修で、技術者と顔を突きあわせて過ごしたクルマ漬けの1週間は忘れられません。

学ぶにつれ、国を出て広い舞台で力を試したくなりました。自動車産業といえば、日本かドイツ。いすゞ自動車の日本人講師から、「ビークルダイナミクス(車両運動力学)」を勉強したいなら東京農工大学が良いと紹介され、留学しました。以来17年間、ここで研究を続けています。

音楽と研究の相乗効果

立ち上げに魅力を感じて飛び込んだのは、自動車工学だけではありません。小学4年の時、発足直後で部員を急募していた brass バンド部に入り、クラリネットを始めました。

2年続けるうちに感覚を掴み、のめり込みました。高校でも音楽を続け、指揮の指導も受けました。今は、農工大OB管弦楽団で演奏と指揮の両方を楽しんでいます。

学業以外に夢中になれるものを持っていると強みになります。一方で行き詰まった時は、もう一方に全力投球。相乗効果でぐんぐん力がつくものです。

音楽は研究にも役立ちます。数式や実験データの波形にとらめこする毎日ですが、クルマを人と協調させるには、数式では表せないセンスが必要です。音楽は、そのセンスを磨いてくれるのです。

プレゼンテーションの参考にもなります。音楽の構成が緻密に計算されたバッハ、シンブルでなじみやすいモーツァルト、直接的で人を感動させるベートーベンなど、場面に合わせて伝え方を切り替えています。

楽団には80人が所属しています。指揮者は、全員の意見を聞き1つの曲にまとめます。この過程は、分担する各部署の個性を生かして1つの製品にまとめあげる研究開発とよく似ています。これからも、理想のクルマをめざし、研究室の長として「指揮」し続けたいですね。

(JST広報課・松山桃世)



戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)

研究開発テーマ「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」
課題名「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」

高齢者が自立して生活するには安全な移動手段が必要です。そこで、事故を回避する自動運転知能を持つ自動車の開発をめざしています。産業界との連携を基盤に、センサー技術、危険予知判断技術、危険回避技術などの開発に注力しています。また、市販化を視野に、効果評価や社会的受容性の検証も行っています。

