

JST NEWS

Topics

01



汚染土壌を浄化するマリーゴールド
カドミウムを除去する新規育種植物の開発に成功

Topics

02



研究活動の評価とは？
JST文献検索サービス「J Dream II」の活用法

Close up
トランス
ジェニック
マーモセット
の
誕生

霊長類を用いた
パーキンソン病
などの
難病研究が
可能に

Vol.6
2009

No.5
August

8
月号



独立行政法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Close up



霊長類を用いたパーキンソン病などの難病研究が可能に

トランスジェニックマーモセットの誕生 06

2009年5月、「世界で初めて霊長類の遺伝子改変(トランスジェニック)動物の作出に成功」という日本発のニュースが世界を驚かせた。マーモセットという、わずか500グラムにも満たない小さなサルが、神経系などの難病研究の道を大きく拓こうとしている。



Topics 01

カドミウムを除去する新規育種植物の開発に成功

汚染土壌を浄化するマリーゴールド 10



Topics 02

JST文献検索サービス「J Dream II」の活用法

研究活動の評価とは? 12



ようこそ、私の研究室へ 14

仁科弘重 愛媛大学農学部教授



理科の先生がオススメする 私のイチ押しデジタル教材

天文と宇宙 16

先端の「科学」と「技術」を体験し理解できる場所—日本科学未来館。

vol.05 ロボット運動系コース



対話と実験を通じて先端科学技術への理解を深める「日本科学未来館 実験工房」。子どもから大人まで、全員が考え・理解できる参加型のプログラムを紹介。



本日のプログラム

歩くってどういうこと?



ロボットを作ってみよう



ロボットで競争してみよう

「ロボットはどうやって歩くの?」

近年、ASIMOなどの二足歩行ロボットが登場して人々の興味を惹きつけ、日常生活のなかでも家庭用のペットロボットなどが身近な存在となってきた。

そんなロボットの「歩く」という仕組みについて、実際にロボットを組み立てることにより、考えながら学ぶことができるのが、実験工房の『ロボット運動系コース』。

参加者はテキストを見ながら、LEGO マインドストームを使って、ロボットを組み立てる作業を開始。モーターの回転運動を使って、どうしたらロボットが歩けるようになるのか、仕組みをしっかりと理解しながら作り上げていく。テキスト通りに作っても前に歩かないため、どうしたら歩けるようになるか一人ひとり考えて工夫する必要がある。最後は、組み立てたロボットで白熱したレースが繰り広げられた。夢中になりすぎて、途中コースアウトしたり、リモコンの

電源を間違っって切っちゃったりというハプニングもあったが、全員ゴールすることができた。

ロボットという一見、難しそうに思われるが、楽しみながらロボットの「歩く」仕組みを学べるコースだ。

産業用として工場ではたらくロボットのほか、



ASIMOや、セラピー効果を持つパロなどのパートナーロボット、自律的に建物内を巡回する警備ロボット、家庭用のペットロボットや掃除ロボットなどが、幅広い分野で活躍している。さらに、研究・開発が進めば、人間社会に溶け込み「ロボットが居る生活」が当たり前となる日も近いはずだ。



<http://www.miraikan.jst.go.jp/event/school/>

JST Front Line



産学官連携推進会議、健康に貢献するベンチャー企業設立、JST初の職員PO資格認定、インフルエンザ対策研究拡大、先端情報技術を活かしたユニークな展示など、さまざまなニュースをお届けします。

NEWS **01** イベント



「オープンイノベーション型の産学官連携による新たな挑戦」をテーマに 第8回 産学官連携推進会議開催

産学官連携を担う第一線のリーダーや実務経験者等が一堂に会し、産学官連携の新たな展開に向けた議論を交わし、今後のあるべき姿についての提言を取りまとめる、第8回産学官連携推進会議(内閣府等主催)が、6月20日(土)、21日(日)国立京都国際会館で開催されました。

未曾有の経済危機や地球環境問題に直面するなか、第8回のテーマを「オープンイノベーション型の産学官連携による新たな挑戦～環境・資源制約などの世界が直面するさまざまな制約への対応を成長の糧に～」と設定。冒頭の基調演説では、野田聖子・科学技術政策担当大臣が「科学技術振興に向けた革新的取り組み」として、今年度の補正予算による新施策「最先端研究開発支援プログラム」について、「科学技術のすばらしさを実感し、夢や希望を持てる研究テーマを選定する」と紹介しました。このプログラムは、サポートチームの結成により、研究者が



会場内に設けられた「ダチョウによる新たな抗体大量作製技術を用いた鳥インフルエンザ防御用素材の開発」の展示ブースを野田大臣が訪問。塚本教授の説明に熱心に耳を傾けました。

研究に専念することができるよう支援することが大きな特徴となっています。

同じく補正予算として認可された「地域産学官共同研究拠点整備事業」について、「特別報告」ではJST広瀬研吉理事が、「地域がそれぞれの特徴や強みを活かして、地域自身の構想・計画による多様性のある産学官連携拠点を形成し、科学技術駆動型の地域経済活性化を目指す」という本事業の主旨について紹介しました。

「第Ⅵ分科会：地域の産学官連携活動を支える基盤の整備」では、地域の産学官共同研究拠点の実践者たちが、各々の取り組み事例を紹介するとともに、人が集まる拠点を構築するための方策などについて活発な議論が交わされました。

また、同会議では、大きな成果を収め、先導的な取り組みを行うなど、産学官連

携の推進に多大な貢献をした成功事例の功績を称える「産学官連携功労者表彰」を実施しています。2009年は、JSTの2つの開発課題が表彰を受けました。

文部科学大臣賞を受賞したのは、独創的シーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進の開発課題「新規有用抗体の大量作製法の開発」(開発代表者:京都府立大学・塚本康浩教授)の「ダチョウによる新たな抗体大量作製技術を用いた鳥インフルエンザ防御用素材の開発」です。ダチョウの卵黄を利用し、従来の約4000分の1の低コストで、反応性に優れた抗体を大量に作製する方法を確立。設立されたベンチャー企業・オーストリッチファーマ(株)は、わずか半年間でインフルエンザ抗体マスクを1000万枚以上販売するという成果を上げました(販売元・CROSSEED(株))。

また、日本学会会議会長賞を、先端計測分析技術・機器開発事業の開発課題「疾患早期診断のための糖鎖自動分析装置開発」(チームリーダー:北海道大学・西村紳一郎教授)の「大規模糖鎖解析装置及び疾患マーカー探索技術の開発」が、塩野義製薬(株)、システム・インストルメンツ(株)と共同で受賞しました。西村教授はシステム・インストルメンツ(株)等と共同で、世界初の糖鎖自動解析装置「SweetBlot」を開発し、高精度で健康者とがん患者を区別できる新規糖鎖バイオマーカーを世界に先駆けて発見、国内外から注目を集めています。



文部科学大臣賞

ダチョウによる新たな抗体大量作製技術を用いた鳥インフルエンザ防御用素材の開発



日本学会会議会長賞

大規模糖鎖解析装置及び疾患マーカー探索技術の開発



独自のシーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進 / 研究開発課題「アゾポリマーを利用した抗体チップの作製と食品機能評価への応用開発」

従来と比べて圧倒的な低コストでの未病検査が実施可能! 「抗体チップにより未病検査を実施」するベンチャー企業を設立

生活習慣病の早期発見や予防のために注目されているのが、健康と病気の中の「未病」段階で特異的に発現する「未病マーカー」と呼ばれる物質で、さまざまな生体内微量物質がその候補として挙げられています。ただし、生活習慣病は遺伝的要因など多様な因子がかかわっているため、複数の未病マーカーから総合的なリスク分析をすることが必要です。未病マーカーを測定するための抗体チップはすでに開

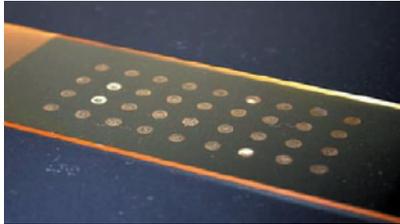
発されていますが、従来の技術では必要なサンプル量が多く、1回の検査で1つの物質しか測定できないため、被験者の負担や、検査労力、コストなどの面から改造が望まれていました。

名古屋大学の太澤俊彦教授らは、可視光によってたんぱく質などを固定化させる特性を持つアゾポリマーを利用して、抗体の活性を維持したまま固定化させる技術を開発。従来の100分の1程度の極め

て微量のサンプルから、従来法と同程度の感度で生体内微量物質を検出する抗体チップの量産化に成功しました。これにより、被験者への負担も少なく圧倒的な低コストでの未病検査が実現可能となります。

この新技術の実用化を目指して、研究開発メンバーらが出資し、ベンチャー企業の(株)ヘルスケアシステムズを設立。まずは食品・医薬品の臨床試験、大学・研究機関での疫学研究を対象とした未病マーカーの分析受託実績などを積み重ね、3年後をめどに健康管理・サービス分野に参入し、医療機関、人間ドッグ、健保組合、健康サービス提供企業などを対象に、未病診断受託の事業化を予定しています。

開発した「抗体チップ」と専用検出装置



新しく開発された技術により、従来技術と比べて必要なサンプル量は微量に。また、CCD画像処理による簡易な測定装置を実現しました。今後、多項目測定も実現化していく予定です。



研究課題の選定、評価、フォローアップ等の実務を行う JST職員PO(プログラムオフィサー)誕生

JSTのPO研修院の第1期生から、古川雅士(イノベーション推進本部 研究プロジェクト推進部)と剣持由起夫(イノベーション推進本部 戦略的イノベーション推進部)がJST-POとして認定されました。2人には、JST-PO資格認定委員会(委員長:井村裕夫 元総合科学技術会議議員)の審査を受けて、北澤宏一理事長よりJST-PO資格認定書が授与されました。

POとは、競争的資金制度のプログラムや研究分野で、課題の選定、評価、フォローアップなどの実務を行う、研究課題管理者のことです。科学技術の研究開発は高度化・大型化し、国際競争も激化してきている現在、研究開発を効率的に進めるには研究者をサポートするさまざまな仕組みが必要となってきています。イノベーション実

現のために、研究費を扱う組織においては、研究と運營業務の両面に長けた人材(プログラムオフィサー)の育成がかねてから総合科学技術会議より要請されていました。JSTではすでに、戦略創造事業および産学連携事業などのほとんどについて外部有識者POの招へいを行っています。一方でJST内部の担当者においてPO適格者の育成を図ってきました。北澤理事長は「たいへん喜ばしい。今後も候補者たちが研修

中なので、認定者が出てほしい。JSTは、外部招へいPOと内部のJST-POとの二人三脚方式で、世界でもユニークで効果的なPOシステムを作りたい」と話しています。

JSTは、2006年10月よりPO研修制度を実施。2009年4月にはPO研修院が組織され、体制もさらに強化されました。PO研修院には現在1~3期のPO研修生が在籍し、本年度下期には4期生を募集予定、研究開発をサポートする確かな人材を育成していきます。

研究開発サポートのスペシャリストの証!



7月1日(水)に北澤理事長(中央)よりJST-PO資格認定書が授与された古川(左)、剣持(右)の両名。約2年半の育成期間を経て、初のJST-POとして資格認定されました。



新型インフルエンザの発生・流行という状況を踏まえ インフルエンザ関連の基礎研究を拡大!

2009年4月に発生した新型インフルエンザは、世界各地で流行・感染が拡大し、日本でも社会に多大な影響を与えています。今回のインフルエンザウイルスであるA(H1N1)は、いまのところ弱毒性であるとされていますが、今後、感染を繰り返すうちに高い病原性を獲得する可能性があります。また、A(H5N1)鳥インフルエンザから由来する、さらに新たなウイルスの出現も懸念されています。

こうした現状を踏まえて、JSTでは、これまで実施してきたインフルエンザ関連研究を拡大して推進することとし、外部有識者から構成される委員会によるレビューを受けた結果、右の2つの目的基礎研究を選定しました。

これまでに、人が抗体を持たない新型インフルエンザは、1918年のスペイン風邪のように、甚大な被害をもたらしてきました。新型インフルエンザの脅威に備えるには、海外への渡航制限などの直接的な対策ばかりでなく、基礎的な理解や予防・治療のための研究基盤の創出が欠かせません。今回の研究拡大は、そうした点で大きく貢献することを目指しています。

ERATO河岡感染宿主応答ネットワークプロジェクトの拡充



研究総括
東京大学医科学研究所教授

河岡義裕

本プロジェクトでは、ウイルス感染に起因する宿主応答を体系化し、解明することで予防、治療の新たな基盤創出を目指しています。今回の拡充により、研究の対象とするウイルスに今回の新型インフルエンザウイルス

A(H1N1)を加えました。また、モデル化の対象を、今回の新型インフルエンザの出現機構であるリアソータント(同じ個体に2種類以上の異なるウイルスが同時に感染したとき、ウイルス同士の遺伝子の一部が入れ替わって生まれた新しいウイルス)などにも拡大し、宿主内でのインフルエンザウイルスの病原性獲得機構の理解を目指します。将来的なパンデミック発生阻止や、発生時の危機管理対策に活かしていきます。

インフルエンザウイルスライブラリーを活用した抗体作出及び創薬応用に向けた基礎研究



研究代表者
北海道大学大学院獣医学研究科教授
同大学人獣共通感染症
リサーチセンター センター長

喜田 宏

インフルエンザウイルスにはA、B、Cの型があり、それぞれがさらに亜型に分類されています。A型の場合は144の亜型が存在しますが、今後、今回の新型インフルエンザA(H1N1)とは別の、どの亜型ウイルスが出現するかは

特定できません。そこで、本研究では、それぞれの亜型の抗体(モノクローナル抗体)を迅速に提供するための「抗体ライブラリー」の構築を目指します。喜田教授らは、これまでに144種類の亜型のウイルスライブラリー化を実現しており、これらを活用して抗体ライブラリー化を構築するとともに、変異ウイルスに対応できる抗体の作成などにも取り組みます。また、作成した抗体を創薬に応用するための基盤を確立します。



日本科学未来館「メディアラボ」にて 「クワクポリョウタ:微笑みトランジスタ」を公開

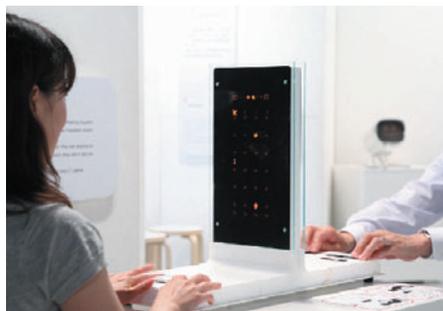
人間の目玉の形をした装置を2つ並べるとパチパチと瞬きを始め、身の回りのものにくっつけるとそこに顔が現れるように感じる(「ニコダマ」下写真)——そんな

遊び心にあふれた展示「クワクポリョウタ:微笑みトランジスタ」が、日本科学未来館3階「メディアラボ」で公開中です(9月28日(月)まで)。

2008年4月から始まった常設展示「メディアラボ」は、先端情報技術やそれらを利用した表現の可能性を、定期的な展示更新を行いながら紹介していく展示空間です。今回はその第4期として、メディアアーティスト・クワクポリョウタの作品群を紹介。触れていると思わず微笑みがこぼれてしまいそうなユニークな作品がそろいました。

革新的で日々進歩の著しい情報技術の分野ですが、今回の展示を体験すれば、新しい技術とうまくつきあってゆく「コツ」を見つけられるかもしれません。

別々のゲームで遊んでいるように見えて実は同じゲームをしている「PLX」。表と裏を見る人とのコミュニケーションのズレを体験できます。



この小さくてかわいいサルに、
難病治療の道を拓く、大きな可能性が秘められている。



Close up 霊長類を用いたパーキンソン病などの難病研究が可能に

トランスジェニック

2009年5月、「世界で初めて霊長類の遺伝子改変(トランスジェニック)動物の作出に成功」という日本発のニュースが世界を驚

マウスの疾患モデルでは ヒトと違った症状を示すことも

マーモセットという動物をご存じだろうか。ブラジル東部に生息し、成長しても体重は200~500グラム、体長は25~35センチという小型の霊長類だ。そんな小さな体に、難病に苦しむ人々を救う可能性を秘めた「トランスジェニックマーモセット」が、日本で誕生した。

「トランスジェニック」とは「遺伝子改変」という意味。特定の機能を持つ外来遺伝子の導入や、内在遺伝子のはたらきを止めることなどによって遺伝子機能の解明を可能にする「トランスジェニック動物」は、各種疾患のモデル動物などとして使われ、医学の進歩に大きく寄与している。しかし、これまで、霊長類のトランスジェニック動物は確立されていなかった。今回の成果をもたらした研究チームの代表者である、慶應義塾大学医学部の岡野栄之教授は、トランスジェニック動物の意義を次のように語る。

「遺伝子レベルの研究と個体レベルの研

究をつなぐために、トランスジェニック動物は欠かせない存在です。例えばショウジョウバエなどは早くからトランスジェニック動物として確立し、ライフサイクルが短いといった特徴から、新しい遺伝子を同定するなどの目的で使われています。しかし、ヒトとはあまりにも遠いため、個体レベルでの研究につながるには適していないことがしばしばあります」

1980年代に開発されたトランスジェニックマウスは、ヒトと同じ哺乳類であり、現在でもヒトの疾患モデル動物としてさまざまな研究に役立っている。しかし、「マウスでの研究だけでは十分とはいえないのでは」という声は、常に研究者の間であがっていた。

「私の専門である中枢神経系の疾患においては、げっ歯類のマウスと霊長類のヒトとは認知機能などに大きな違いがあるため、限界があります。疾患モデルを作ろうとしても、ヒトとは似ても似つかない症状を示してしまうのです」

疾患モデルマウスの限界を示す例にサリドマイド剤がある。睡眠薬として服用した妊

婦から多くの奇形児が生まれた悲劇は1960年代、大きな注目を集めた。ヒトの胎児に奇形を引き起こすサリドマイド剤が、マウスやラットの胎児には何の影響も与えなかったため、事前にその危険性を察知できなかったのだ。

その後の研究で、霊長類の胎児にはヒトと同じように奇形を示すことが確かめられた。こうした背景もあって、霊長類を実験動物とするための研究が世界中で進められているのだ。

繁殖効率のよさなどが マーモセットの利点

日本で霊長類の実験動物実用化に取り組んだ組織の1つが、財団法人実験動物中央研究所(実中研)だ。終戦後まもない1952年、野村達次・現理事長が、研究に使用していた実験動物の現状に不満を抱き、実験動物の水準を上げることで日本の医学研究全体の水準向上に貢献しようとの目的から設立。実験動物の規格化や生産

研究にあたった佐々木えりか室長(中央)ら実験動物中央研究所のメンバーたち。



戦略的創造研究推進事業発展研究(SORST) / 研究課題「内在性神経幹細胞活性化による神経再生戦略」

マーモセットの誕生

かせた。マーモセットという、わずか500グラムにも満たない小さなサルが、神経系などの難病研究の道を大きく拓こうとしている。

というインフラ面を整えるとともに、臨床応用を見据えた研究活動にも力を入れ、超免疫不全のNOGマウス、小児まひのポリオウイルス感受性マウスなどを開発してきた。

霊長類の実験動物についても1970年代から取り組みはじめた。ニホンザルから始まり、さまざまな霊長類を比較・検討した結果、やがてマーモセットに注目するようになった。性成熟まで約1年半と他の霊長類(3~4年)に比べて短く、1匹の雌が産む子の数が年間5~6匹、生涯40~80匹と多いため繁殖効率が非常によいこと、小型で飼育や実験上の取り扱いが容易、さらには危険な人獣共通感染症が少ないなどの多くの利点があったためだ。早速、イギリスから50匹を導入して、実験動物として世界中の研究者が同様に扱えるようにするための規格化に成功。1980年代には、世界でも珍しいマーモセットの実験動物コロニーを実現させた。

霊長類の実験動物としてはカニクイザルやアカゲザルなどが一般的なため、前例の乏しいマーモセットは当初、あまり実験に使

われていなかった。しかし、岡野教授がその利点に注目し、2001年頃から本格的に実中験との共同研究を開始。神経系の疾患モデルマーモセットを開発し、再生医療研



岡野栄之 (おかの・ひでゆき)

慶應義塾大学医学部教授。1959年生まれ。慶應義塾大学医学部卒業。筑波大学基礎医学系教授、大阪大学医学部教授などを経て2001年より現職。中枢神経系の発生と再生が主な研究テーマ。

究などで成果をあげてきた。ただし、それらは物理的に脊髄を施術したり、脳の血管を操作したりといった方法で、トランスジェニック動物によるものではなかった。

「ヒトの病気を忠実に再現するという点でも、遺伝子レベルの研究を臨床につなげるという点でも、霊長類のトランスジェニック動物の開発は、私だけでなく世界中が待ち望んでいました」

それは決して簡単なことではない。2001年にはアカゲザルを用いたトランスジェニック動物が報告されていたが、遺伝子の導入は確認されてはいても、その発現が認められなかったり、認められたとしても胎盤のみに限られていたり、実験動物として十分なものではなかった。

その壁を、今回の研究成果が打ち破った。論文が発表された「ネイチャー」の表紙を飾ったことも、その反響の大きさを物語っている。そして、岡野教授と共にその中心的存在となったのが、実中研マーモセット研究部の佐々木えりか室長だ。

トランスジェニックマーマモセットなら、より信頼度の高い結果的に、実験動物の数を減らすことができ

ユニークな発想にトライしたことが実験を成功に導いた

今回の成果をもたらした最大の要因は、受精卵に遺伝子を導入する方法の工夫にあると佐々木室長は振り返る。

「トランスジェニックマウスを作る場合は、受精直後の卵の核に直接、針を刺して遺伝子を入れる方法をとります。しかし、その際、卵が死んでしまうことが少なくありません。このため、効率よく体外受精をする必要がありますが、マーマモセットの場合、それがマウスよりはるかに困難なのです。受精直後のタイミングを図るのもマーマモセットでは難しい。そんなこともあって、受精卵と、それを覆う透明帯と呼ばれる膜の間にウイルスベクターを注入する方法を用いることにしました」

ウイルスベクターは、ウイルス遺伝子の一部を欠損させて目的の遺伝子を組み込み、それをベクター（運び屋）として標的の細胞などに導入することができる。これならば、受精卵を傷つけずにすみ、受精直後のタイミングを測る必要もない。しかし、実現には大きな障害があった。

「受精卵と透明帯との隙間が狭くて、うまく注入できないのです。どうすればいいのかと知恵を絞った末に、スクロース液の培地（スクロース-PB1培地）に入れてみることにしました」

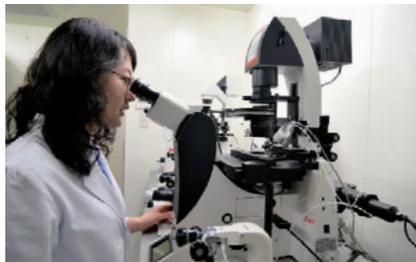
スクロース（糖類）液に受精卵を入れると、受精卵が脱水して収縮することが知られており、凍結保存する際、凍結破壊を防ぐためなどに使われている。佐々木室長は、マウスの実験でその処理をしているのを目にして、「これだ!」とひらめいた。

「受精卵が収縮すれば、その分、隙間も広がる。スクロース液は毒性もないから、やってみる価値はあると思いました（右図参照）」

さっそく、メンバーにアイデアを話して見たものの、反応は芳しくなかった。

「『そんなこと、うまくいくはずがないですよ』『頼むからやめてください』『卵が縮んだまま戻らないんじゃないですか?』とか、冗談まじりにいろいろ言われました（笑）。私

ウイルスベクター導入の方法（スクロース法）



●通常の培地中でのウイルス液注入



★スクロース-PB1培地中での注入



受精卵をスクロース-PB1培地に入れて収縮させることで、受精卵と、透明帯と呼ばれる膜の間の隙間を広げ、ウイルスベクターを注入しやすくした。



佐々木えりか (ささき・えりか)

実験動物中央研究所マーマモセット研究部・応用発生生物研究室室長。筑波大学第二学群農林学類卒業。東京大学医科学研究所・リサーチアソシエイトなどを経て2007年より現職。

としては突飛だとは思わなかったんですけどね。それでも押し切ってやってみたら、うまくいったんですよ。しゅしゅ実験にとりかかったメンバーも、目を輝かせながら、『すごいです!』って大喜びしたくらいです」

蛍光たんぱく質であるGFPを発現する遺伝子の導入を試みたところ、スクロース-PB1培地に入れなかった場合は40.8%の受精卵しか光らなかったのが、入れた場合は97.7%と飛躍的に発現効率が上がったのだ。

「みんなに自慢しましたよ。『ほらね、私はいつも正しいのよ!』って（笑）」

数日間培養し、導入が確認できた受精卵だけを仮親の子宮に移植したところ、誕生した5匹のマーマモセットのすべてで遺伝子の導入が確認され、そのうちの4匹は、さまざまな体細胞でGFPが光っていることが認められた（P09写真参照）。しかも、2匹は生殖細胞にも導入遺伝子が組み込まれていることが確認され、そのうちの1匹から生まれた子からも、導入遺伝子の発現が認められたのだ。

「光（こう）という男の子で、皮膚などもそれほど強く光っていなかったからダメだろうと思ったんですが、精子だけを取り出して調べてみたら遺伝子が入っていることがわかりました。そこで、試しに人工授精を試みたら、卵が光り出したんです! 孫の世代で発現できるとは考えていなかったから、ビックリしました」

次世代にも導入遺伝子が受け継がれたのは、霊長類では世界初の快挙だ。ここからコロニーができる可能性も広がり、トランスジェニックマーマモセットの実用化にとって、大きな前進といえる。

脳の特定の細胞の様子を動物を殺さずに観察できる

今回の成果から期待されるのは、すでに触れた疾患モデルとしての活用ばかりではないと、佐々木室長は真摯な表情で語る。

「今回は、すべての細胞で光るGFPを導入しましたが、例えば、脳内のある特定の細胞だけで光る遺伝子を導入することも可



いデータが得られる技術なのです

トランスジェニックマーモセットの開発の背景には、実験動物を真摯な目で見つめ、その意義を考え続けてきた人たちの歴史と、彼らに敬意を払う研究者の姿があった。

能です。そうすれば、マーモセットの脳内で、成長とともにその細胞の様子はどう変化するかを観察することができます。これまでは、同じことをするには、1カ月目に1匹、2カ月目に1匹という具合に、マーモセットを何匹も解剖しなければなりません。トランスジェニックマーモセットならば、同じ個体のマーモセットで、より信頼度の高いデータが取れますし、1匹も殺さずに、生きたまま観察できます。つまり、実験動物の数を減らすことができるのです」

そうした、実験動物に対する配慮や意識の高さは、次のような言葉にもうかがえる。

「霊長類でトランスジェニック動物を確立することの意味は確かに大きいと思います。しかし、すべての実験をマーモセットで行う必要はありません。目的意識をもって、本当に必要で適切な実験にのみ、使うべきだと思います」

佐々木室長は、高校の生物の授業でトランスジェニック動物に興味を持ち、研究者の道に進んだ。そのなかで、社会的な意義も考えるようになった。

「トリのトランスジェニックにも取り組んでいたことがあるのですが、その目的は、基本的には品質のいい鶏肉、病気になるない鶏肉、ということでした。しかし、遺伝子組み換え食品に対する抵抗が強い現状では、その意義がなかなか見えてこなかったんです。そんなときにマーモセット研究の話をしたとき、ヒトの健康を維持する基礎となる重要な仕事だと認識し、やってみることにしました」

スクロース-PB1培地中でウイルス液を注入するという佐々木室長の工夫が今回の成果の最大の要因といえることはすでに述べた。しかし、その裏にはマーモセットに関するいくつもの地道な実験や研究の積み重ねがある。受精卵採取や体外培養、体外受精、胚移植など、さまざまな技術が一つひとつ確立されてきたからこそ、トランスジェニックマーモセットの誕生という大きな成果を生み出すことができたのだ。その点から見て、いち早くマーモセットに注目し、実験動物としての規格化などに取り組んできた実中研の果たした役割は大きい。佐々

生まれた5匹のトランスジェニックマーモセット



誕生した5匹すべてで遺伝子の導入が確認され、4匹は体細胞でGFPが光っていると認められた。



紫外線のもとで観察すると、足の裏などの皮膚が緑色に発光しているのが分かる

木室長自身、そこでじっくりと研究に取り組めたことに対して、深い感謝の気持ちを抱いている。

「小さな成功の1つひとつがモチベーションになって、楽しく仕事ができています。仲間に恵まれたことに感謝していますし、マーモセットのコロニーが確立していて、研究に打ち込める実中研という環境だからできたことだと思います」

実験動物の意義を考え実績を残してきた歴史に敬意を

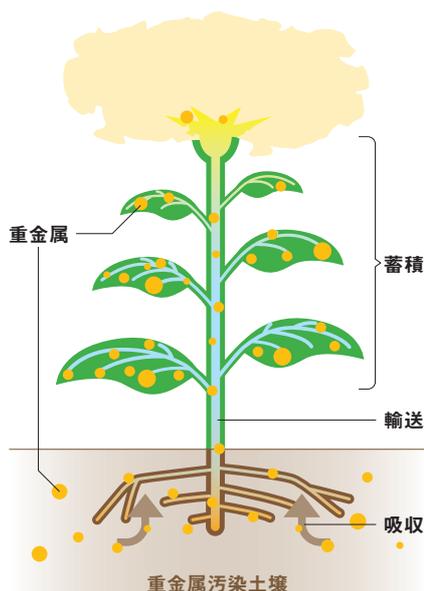
実験動物は、動物愛護などの視点から、厳しい目にさらされることも少なくない。実中研は、そんな視線を浴びながら、半世紀以上にわたって実験動物の意義を考え続け、確かな成果を残してきた歴史がある。しかし、それに見合うだけの評価を受けてきたとはいえない。岡野教授は、そんな現状に疑問を感じつつ、実中研のメンバーに敬意を払いながら、共同研究を行ってきた。「ネイチャー」に発表された論文で、執筆者の最後に実中研の野村理事長の名前が記されているのも、そうした敬意の表れだ。

「トランスジェニック動物を使った研究を進展させるには、今後、国がサポートした大規模なセンターの設置などが求められるかもしれません。しかし、基本となる技術は、私たちのような比較的小さなチームからできるものでしょう。そうした成果がどこから生まれたのかを公表していくことは、大切だと思います。そして、なぜ、こうした研究が必要なのかという理由や、実験動物の育つ環境などにも十分に留意していることを伝えていく。国際的な会議でもそうしたガイドラインが設けられますから、その精神を守りながら研究に取り組んでいかなければと思っています」(岡野教授)

導入する遺伝子の大きさが限られることなど、今回の成果にもいくつかの課題が残されている。しかし、実験動物の規格化や生産に真摯に取り組み続ける人々と、彼らに敬意を表す、優れた研究者がいる限り、日本は今後もこの分野の研究をリードしていけるだろう。

汚染土壌を浄化するマリ

ファイトレメディエーション



植物を表すファイト (phyto) と、修復を意味するレメディエーション (remediation) を組み合わせた言葉。植物の力を利用して、汚染された土壌修復や自然環境を浄化する技術で、日本ではほとんど実用例はない。

この方法は、土壌や地下水の有害物質を、水や養分と一緒に植物の根から取り込ませ、根や茎、葉に蓄積させる。その後、有害物質を蓄積した植物を根ごと取り除き、産業廃棄物として焼却処分する。このサイクルを何回か繰り返して土壌を浄化していく。

現在、一般に土壌浄化に用いられている、土壌を掘削・搬出してから洗浄・除去する物理化学的方法 (土木的工法) に比べ、浄化までに長い時間が必要となるが、低コストで、しかも汚染された現地で処理が行われるため、汚染の拡散がないという特長を持つ。

汚染土壌という「過去の負の遺産」をどう処理するか

土壌汚染は、健康被害の危険性ばかりでなく、その土地の所有者にとっては経済的損失や社会的信用・イメージの低下という問題も抱えている。

今回、新種のマリーゴールドを開発した株式会社小泉の環境事業部・村井寧課長は、このように語る。

「現在は環境基本法や土壌汚染対策法、地域の条例などに規制されて、新たに土壌汚染が起きる可能性は低くなっています。いま問題になっているものの多くは、法律や条例ができる前に汚染された場所、いわば『過去の負の遺産』です。汚染された土地は浄化しないと売却も難しいので、『過去の負の遺産』が、現在の土地所有者を悩ませているのです」

一般的な汚染土壌の浄化方法として多く用いられているのは、汚染された土壌を掘削・搬出して、有害物質を洗浄し、浄化された土をまた元の場所に戻すという物理化学的方法だ。確実かつ速やかに浄化が可能だが、コストが極めて高い。

一方、ファイトレメディエーションはコストが安い。今回開発されたマリーゴールドを用いた場合、掘削・搬出・洗浄・除去に比べて、10分の1から20分の1のコストで済むそうだ。しかし、植物の生長に依存するため、土壌が浄化するまでの期間は長く、生育環境によっては除去率に変動が生じる。

「有害物質を速やかに完全に除去するなら、コストが高くて掘削・搬出・洗浄・除去が一番いいでしょう。しかし、例えば環境基準値を少しだけ超えている土地があるのだが、環境基準をクリアしたい、あるいは環境基準は満たしているが、さらに汚染を処理したいという場合、土地所有者は高いコストをかけるより、安価なファイトレメディエーションという選択を考えることができるわけです」

また、物理化学的方法の場合、搬出の際に汚染された土壌が別の場所に拡散する問題点を抱えている。ファイトレメディエーションは汚染された現場で浄化を行う“オンサイト”の方法なので、拡散の危険がな

有害物質は、根や茎、葉に蓄積されて、花にはほとんど蓄積されない。花粉の飛散や、蝶や蜂が蜜を吸うことによる他所への拡散の心配はない。

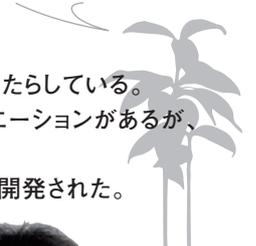
いという利点もある。先の国会で土壌汚染対策法の改正法が可決されたが (施行は2010年)、この改正法でも、汚染土壌の処理は拡散を防ぐためにオンサイトが望ましいという方向性を打ち出している。

新種のマリーゴールド「レメディアパール」の誕生

今回、開発されたマリーゴールドが浄化のターゲットにしているのは、重金属であるカドミウムだ。かつて、イタイイタイ病の原因となった有害物質として知られており、また、カドミウムに汚染されたカドミウム米の問題も記憶に新しい。

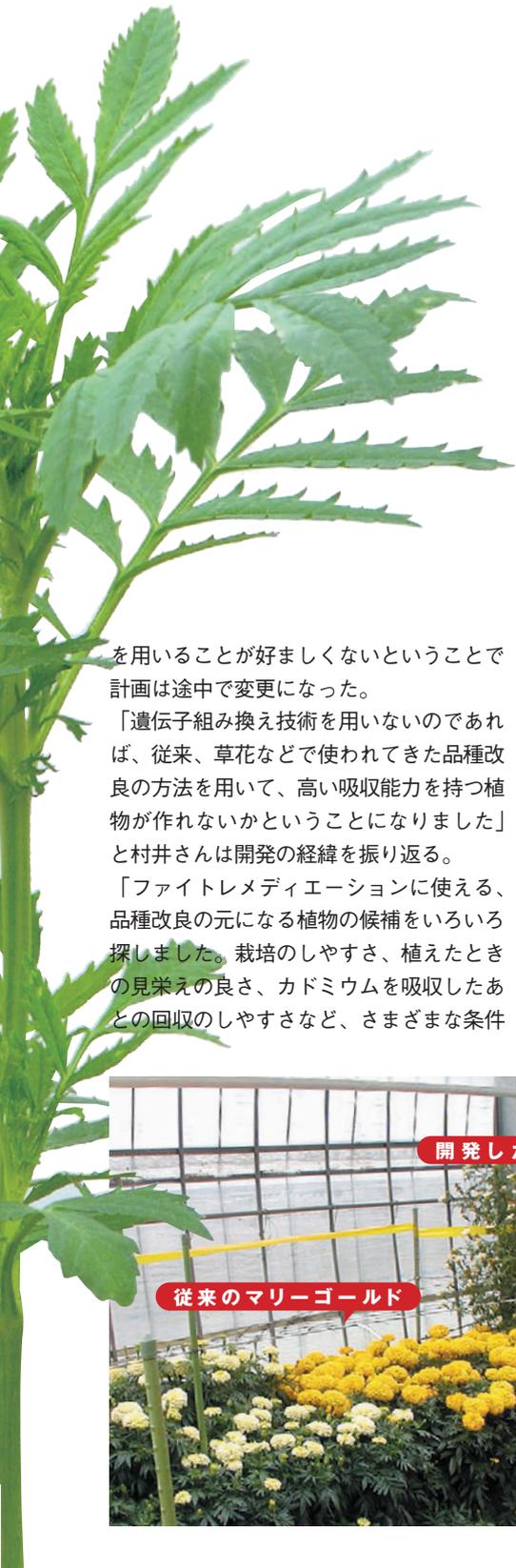
新種のマリーゴールドの開発は、2003年にJSTの委託開発事業としてスタートした。当初は、独立行政法人産業技術総合研究所の飯村洋介主任研究員の研究成果を元に、遺伝子組み換え技術によって、通常のものよりもカドミウムの吸収量が多い植物を作り出そうという試みだったという。しかし、野外において遺伝子組み換え植物

きれいな花が汚れた土地をきれいにする。



マーゴールド

土壌汚染は健康被害だけでなく、経済的な損失をもたらしている。土壌汚染を処理する方法の1つにファイトレメディエーションがあるが、日本では、まだなじみの薄い言葉だ。今回、この処理法に有効な新種のマーゴールドが開発された。



株式会社小泉
環境事業部
村井 寧
さん

を総合的に判断した結果、最終的にマーゴールドを選びました」

こうして、数あるマーゴールドの種類の中から、カドミウム吸収量の良いマーゴールドで交配が行われた。そして、期間にして3～4年、7世代の交配によって新種のマーゴールドの開発に成功。「レメディアパール」と名付けられたこの新種のマーゴールドは、通常の1.5～2倍量のカドミウム吸収能力があるという。

土壌の浄化の他にもさまざまな効果を目指す

「今回の開発の成功は、第一歩だとわれわれは考えています。レメディアパールで終わりということではなくて、まだまだ可能性はあるわけです」と村井さんは語る。

現在、すでにレメディアパールよりもカドミウム吸収量の高いマーゴールドの開発が進められている。また、マーゴールド以外の植物や、カドミウム以外の汚染物質を対象にする植物の開発も検討されている。これらの開発が成功すれば、その土地の汚染状況に合わせて、複数の植物を組み合わせることで浄化を行うことが可能になる。

「まずは汚染土壌を調査して、過去の土地利用履歴、汚染物質の特定、汚染土層の深さを把握します。そのうえで、その土地に合ったオリジナルの品種を作っていくながら、土壌を浄化していくというファイトレメディエーションを目指しています」

さらに、微生物を用いたバイオレメディエーションとの組み合わせによる、より効果的で環境負荷の低い土壌浄化方法の開発も期待される。

今後の実用化に向けて、村井さんら株式会社小泉の開発陣は、土壌浄化する草花には、他にもさまざまな効果があると言う。「広大な土地を浄化する場合には、観光花畑としての景観の良さがあげられます。また、植物なのでCO₂の除去にもひと役かうことができるでしょう。さらに、まだこれからの展望なのですが、例えば、ファイトレメディエーションで使用した植物の副産物（果実や種など）を燃料として使うとか、有害物質だけでなく、土中のレアメタルを吸収させてそれを回収するということも考えられます」

新品種レメディアパールの淡い黄色の小さな花から、さまざまな技術の種が生まれようとしている。

を用いることが好ましくないということで計画は途中で変更になった。

「遺伝子組み換え技術を用いないのであれば、従来、草花などで使われてきた品種改良の方法を用いて、高い吸収能力を持つ植物が作れないかということになりました」と村井さんは開発の経緯を振り返る。

「ファイトレメディエーションに使える、品種改良の元になる植物の候補をいろいろ探しました。栽培のしやすさ、植えたときの見栄えの良さ、カドミウムを吸収したあとの回収のしやすさなど、さまざまな条件



開発した新品种

従来のマーゴールド



マーゴールドが今回選ばれた理由の1つに、景観面での利点を考慮した見栄えの良さがある。開発されたレメディアパールは、淡い黄色の花を咲かせる。従来の品種よりも、2倍以上の背丈となる。

研究活動の評価とは

研究活動に必要な不可欠な研究費の多くは公的資金であるため、研究成果の評価は常に求められている。従来からの研究者個人への評価に加え、近年では、大学や公的な研究機関、研究プログラムなどへの評価の重要性が高まってきた。

公的資金の投入に求められる研究活動の評価

科学的研究を行い、新たな知識や技術を生み出すには、研究資金が必要不可欠だ。研究者の person 費はもちろんのこと、研究設備の維持運営費や研究サンプルの調達費など、多方面で研究費を必要とするため、毎年、多くの公的資金が投入されている。ならば、公的資金を投入した結果、どのような研究成果が得られたのかという情報は、納税者である国民に十分に公開されるべきだろう。

そのため、研究活動への評価が実施されているわけだが、大学等の研究機関などの評価手法を研究している、独立行政法人大学評価・学位授与機構評価研究部の林隆之准教授がこう説明する。

「日本では1995年に科学技術基本法が施行されたことを受けて、「科学技術創造立国」を目指し、国として科学技術振興を強力に推進していくことになりました。その翌年には「科学技術基本計画」が始まり、研究費が大幅に増額されたことをきっかけとして、研究に関する評価のガイドライン「研究開発評価に関する大綱的指針」も策定されました。これにより、研究活動の評価が重要視されるようになったわけですが、いまだ研究活動に対して十分な評価が実施されているとは言い難いと思います。

まず、個々の研究者は、研究成果を論文にまとめて、学術雑誌に投稿した時点で査読者に審査されているので、これをもって評価を受けていると考えることもできます。また、論文が学術雑誌に掲載されることで、研究成

果が広く社会に紹介されることになるので、一定の評価が下されているともいえるでしょう。しかし、そうした学術的な観点だけではなく、社会経済に与えたインパクトも示すことが求められるようになってきています。ですが、研究者が所属する大学などの研究機関評価や研究プログラム評価については、十分な自己評価がなされていないように思います」



独立行政法人大学評価・学位授与機構
評価研究部

林隆之准教授

1996年、東京大学教養学部卒業。2001年、同大学大学院総合文化研究科広域科学専攻博士課程修了。同年、大学評価・学位授与機構評価研究部助手に就任。2007年4月より現職。

研究者は査読者のいる学術雑誌に発表した論文の件数や、掲載された雑誌の権威、引用数などによって評価されていた傾向がある。しかし、そうした学術的な実績だけではなく、産業化への寄与など社会経済に与えたインパクトや貢献度を評価することも求められること、それに加えて、そうした研究者が所属する大学や公的な研究機関自体への評価の重要性も高まってきているということだ。

研究機関や研究プログラムの自己評価に求められるもの

「例えば、研究機関の評価が求められるようになってきて、大学などにも自己評価を主な業務とする部署が新設されるようになってきましたが、いまだ研究活動の自己評価書として出てくる内容は、所属する研究者の個々の発表論文情報などが羅列されたものが中心です。これも自己評価の1つにはなるのですが、十分な分析がなされているとはいえないでしょう。機関評価で求められるのは、個々の研究成果だけではなく、もっと機関全体の研究内容を表わすポートフォリオを分析して、その機関全体の研究内容をきちんと把握したうえで、例えば自分たちの強い研究分野はどういった分野で、どんな業種の産業界と連携して研究を進め、今後どう進めていきたいのか、などといったことを報告することなのです」

公的資金による研究支援については、研究期間を限ったかたちで行われている。ある期間内に行われた研究プロジェクト等については、一つひとつの研究成果を見るだけで

JST文献検索サービス



J Dream IIは、医学、薬学をはじめとする、科学技術全分野を網羅的に収録するデータベースサービスだ。国内外の文献情報が収録されており、その数は5000万件以上にもなる。学協会誌（ジャーナル）や会議・論文集／予稿集、企業技報、公共資料など、研究者や技術情報担当者に広く活用されている。

J Dream IIの文献情報は、書誌情報に加え、日本語抄録や索引も付与されている。特に英語の文献に関しても、論文ごと日本語の抄録が付与されているので、英語の文献に慣れていない人でも、文献の内容を容易に理解できる。資料収集から、抄録情報の提供までは平均35日程度と速報性が高く、最先端の研究成果をいち早く知ることができることも特徴である。

<http://pr.jst.go.jp/jdream2/>

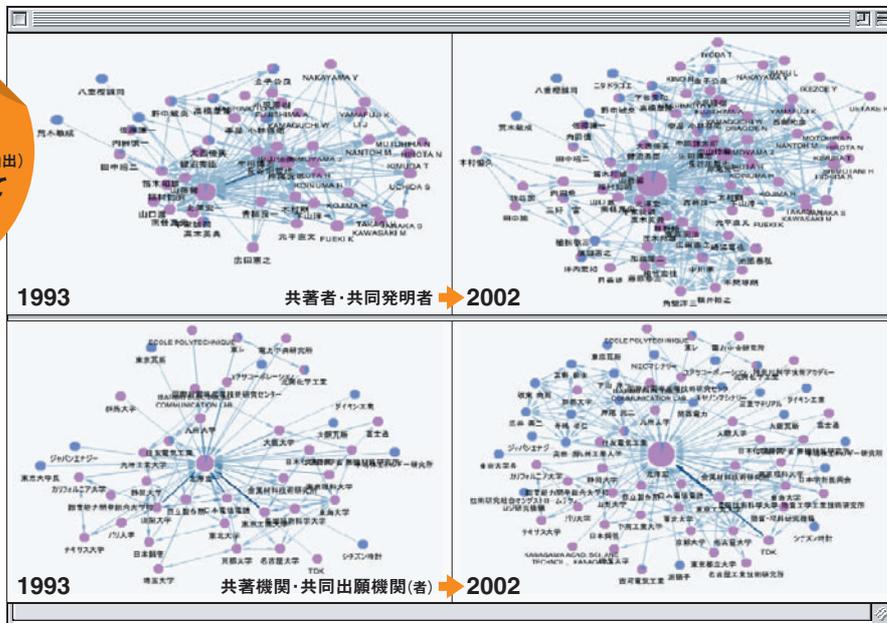


「検索」から
文献情報の
「活用」へ!





**文献情報と
(JDream IIより抽出)
特許情報を
(NRIサイバーパテントデスクより抽出)
+PLANETソフトにて
解析・可視化した
例**



なく、研究期間の全体像を見るのが重要だ。林准教授は、「当然、どのような研究成果が得られて、その成果がどのように活用されたのかという評価が必要不可欠ではありますが、支援制度の効果を把握するには、プロジェクトが実施されたことによって、研究者間、研究機関間での共同研究関係などのネットワークがどのように創出されて、創出されたことによって他の研究にもどのように影響を与えることができたのかということも重要な評価基準になると思います」と語る。

しかし、現実には論文件数などの単純な情報が積み重ねられるばかりで、深い分析を加えた評価までなされていないのが大多数のようだ。

「残念ながら、まだまだ機関評価などにおける自己評価手法が確立されてなく、また、大学の評価担当者の数にも限りがあるわけで、評価者一人ひとりが自らの機関全体を把握することはそう簡単なことではありません。そうした深い分析を行うことを考えている人は、まだ少ないのではないのでしょうか」

**JDream II の活用で深まる
研究活動の自己評価**

そこで、大学などの研究機関を評価するうえで機能すると期待されるのが、JSTの文献検索サービスJDream IIだ。

JDream IIは、現在、5000万件以上の文献情報が収録されており、これまでは主に公表された論文の書誌・抄録情報が検索可能なサービスとして、さまざまな局面において利用されてきた。そのJDream IIが、研究機

関を多角的に評価するのに利用できる可能性があるというのだ。

上に示す図は、ある研究者が1995年から2000年の間に、ある研究プログラムにおいて研究を実施したところ、その前後でどのように研究ネットワークが変わったのかについて解析した結果(※)だ。この図では、新たな研究ネットワークが創出された可能性と、どのような機関と研究を進めていたのかが俯瞰的に表わされている。

単に論文件数、特許件数が増えたという評価だけなら、このような解析をしなくても得られるが、文献情報や特許情報に収録されている共著関係、共同発明者関係を利用して、図のように解析・可視化することで、研究者や研究機関間のネットワークも詳しく分析することが可能となる。林准教授も「この結果が上の例にあげた研究期間によって得られたものかどうかは、さらなる解析を加えなければ明らかにならないとは思いますが、この研究実施前の1993年と実施後の2002年を比較して、新たな研究者ネットワークが創出されたことが実証できるのであれば、研究プログラムの1つの実績指標と捉えることも可能かもしれません。また、評価部署で自らの

JDream IIの文献情報をもとに、ある研究が実施された前後での研究者ネットワークを可視化したもの(論文情報は赤丸、特許情報は青丸で示す)。この研究期間を経て、新たな研究者ネットワークが創出された可能性が見えてくる。さらに、特許の出願をベースとした研究グループも出現していることがわかる。今後、研究機関等の評価において、このような新たな視点による分析が期待される。
+PLANET問い合わせ: NRIサイバーパテント株式会社 nricp-consul@nri.co.jp

機関を自己評価する際に、機関全体の研究状況を把握するために、このようなデータやツールを活用できるようになれば、評価作業も楽になるでしょう。また、JDream IIの強みは、国内誌が網羅的に収録されていることはもちろんですが、地球科学、天文学などの分野について他のデータベースに比べて収録件数が多いことから、そうした研究分野の評価に役立てられないでしょうか」

1つの手法として、JDream IIの文献情報などを活用すれば、単純な論文件数、特許件数をとりまとめるだけの評価にとどまらない、より深い分析への可能性が見えてくる。より深化した評価は、新たな研究支援制度の策定に活かされることになるだろうし、研究環境の向上につながるも期待される。

J Dream IIの膨大なデータベースから、新たな活用法が生まれている。例えば、2008年2月からスタートしたJSTの解析・可視化サービス「AnVi seers」は、JDream IIに収録されている膨大な文献情報を解析し可視化した結果を提供するサービスであり、研究開発のトレンドの把握などに役立てることができる。あらかじめ用意された「カーボンナノチューブ」「有機EL」「バイオエタノール」などの160以上の検索テーマから選択することが可能であり、選択したテーマについて6パターン、37種類のグラフ、マップで可視化された結果を、低価格で入手することが可能だ。バブルグラフにより視覚的に検索テーマの研究動向を時系列で確認することができるほか、スケルトンマップでは、共同研究関係にある機関の把握が容易になることから、

産学連携の新たなパートナー探しなどに役立てられている。もちろん、利用者が希望するテーマに基づいて解析・可視化することも可能だ。
<http://pr.jst.go.jp/anviseers/index.html>

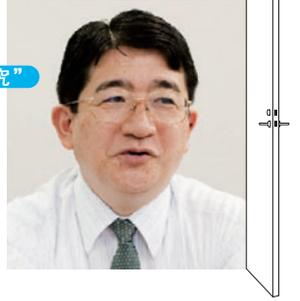
また、今回紹介したNRIサイバーパテント株式会社が販売する「+PLANET」のような、他社が提供する解析・可視化ツールを利用してJDream IIの文献情報を解析すれば、各ツールが有する独自の機能を生かした解析・可視化も可能だ。「+PLANET」の経年変化分析機能では、ある研究プロジェクトが発足した前後で、研究者、研究機関のネットワークがどのように広がったかなどを俯瞰的に比較することもできる。



ようこそ 私の研究室へ 29

地域イノベーション創出総合支援事業「育成研究」

「植物工場におけるスピーキング・プラント・アプローチで生育を担保した植物部位別温度制御システムの開発」代表研究者



・仁科弘重

トマトを作る「知的植物工場」

省エネルギーで高収量、高効率な新しい栽培システムを構築します。

PROFILE

仁科弘重 (にしな・ひろしげ)

愛媛大学 農学部生物資源学科 教授

1954年東京都生まれ。78年、東京大学農学部農業工学科卒業。80年、同大学大学院農学系研究科修士課程を修了し、同学部の助手となる。85年12月、農学博士(農業環境工学)。博士論文のテーマは「潜熱蓄熱方式による温室の太陽熱暖

房に関する研究」。86年3月、愛媛大学農学部助教授に就任。91年頃、グリーンアメニティの研究を開始。98年より現職。2008年4月よりJST重点地域研究開発推進プログラム(育成研究)の代表研究者(～2011年3月)



ITで環境を制御し 毎日トマトを収穫する

「この40年、野菜の自給率は低下し続けています。起こりうる世界的食糧危機に備えて手を打たねばなりません。1つの有効な解決策として知的植物工場を開発中です」

仁科弘重さんの実験場であるトマト栽培

の温室に案内された。高さ4.2m、面積約500㎡。研究用としては国内最大級。アルコールで手を洗い、エアシャワーで全身の埃を落として入室。内部に虫や病気のもとを持ち込まず、無農薬で栽培するためだ。

取材は6月の末、雨が降ったり止んだりするジメジメした陽気だったが、施設内は適度に涼しく心地よい。屋外の温度や風速、内

部の温度、CO₂濃度、日照量などを常時モニターし、コンピュータ制御で天窓や遮光カーテンが調整されているのだ。床面には暖房用の温水パイプも設置されている。

栽培中のトマトは約1000本。長さ20mのロックウール(人造の鉱物繊維)の培地が12列、その上に高さ3mほどに伸びたトマトが整然と並び、葉を茂らせ、緑の壁を作っている。培地にスポイトで養液が必要량だけ自動供給される点滴栽培だ。

「環境さえ調節すれば、トマトは10カ月で15mくらいまで伸びます。その間、先端から2mほどを残して、根側の葉や側枝を取っておけば、先端付近で繰り返し結実して30回くらい収穫できます」

このような栽培施設は、人工光で栽培する完全制御型植物工場に対して、太陽光利用型植物工場と呼ばれる。だが、ハイテク化したハウス栽培とはどこが違うのか。

「1つは規模の違いです。すでに日本にはこの施設の20倍以上あるha(ヘクタール)規模の植物工場が10以上稼働しています。また、生産物が均一になるよう管理され、運営形態も第二次産業的です。毎日収穫できるように栽培のタイミングが調整され、週5日、通勤する従業員により作業が担われています。家族経営の農家の多くが後継者を見出せず、耕作放棄地が増加するなかで、こうした新しい生産システムに期待したいのですが、なかなか普及していません」



収穫量アップと省エネルギーで 植物工場の普及を推進

「植物工場の栽培面積当たりのトマトの収量はハウス栽培の2～3倍ですが、それでもオランダの標準量の半分。収量アップのためにやれることがいろいろあります」

前段で紹介した内容は、すでに世の中で



①培地全体は地表から60cmの高さに吊されていて、屈まずに作業できる。②床面には暖房用パイプが走る。③培地のロックウール。④培地の下には根圏の温度制御用パイプが埋め込まれている。⑤トマトの支柱にはロープを使い、先端はフックで移動できる。⑥細霧の噴出。

合わないのだ。しかし、開発中の技術が確立すれば、0.4haでも事業化が可能になり、かなり参入しやすくなるという。



**工学者の視点で
農業の発展を支援する**

「2つの部位の温度だけを最適化する場合、植物全体がちゃんと生育しているかモニターできれば安心です。そこで導入するのが愛媛大学発のSPAという手法です」

SPAはスピーキング・プラント・アプローチの略。「喋る植物」とは不思議な表現だが、要するに、植物の生理状態を非破壊的に計測して、診断を下し、栽培に生かそうという考え方だ。具体的には、光合成の能力を光学的に計測したり、葉の萎れ具合を画像診断したりする。こうした計測を行いながら、施設内を自律走行するロボットの開発は、別のプロジェクトで進行中だ。

意外にも、仁科さん自身は農業や植物に特別な思い入れはないという。「自分で栽培しているわけではありませんから」とクールだ。学生時代、温室用の省エネ技術の開発に取り組んだのを皮切りに、工学者の視点で新しい栽培環境技術を提案してきた。

ところで、知的植物工場で作ったトマトは美味しいのだろうか？ 尋ねてみると、苦笑いで答えた。「学内で配ったら美味しいと評判で、実験なのにもう不味いものは作れないとプレッシャーになっています」



温室に隣接する部屋では、温室内外の環境測定値と天窓の開閉などの運転内容が自動記録されている。

稼働している植物工場が備えている設備だ。

「知的植物工場」を掲げる仁科さんの研究用施設では、さらに進んだ栽培技術の開発に取り組む。複数の研究が進行するなかで、JST育成研究プロジェクトでは、収量アップとエネルギー消費削減を掲げる。

「太陽光利用型植物工場であっても、収穫が最大になる5月、6月に比べて夏期や冬期には収量が落ちます。暑すぎたり寒すぎたりして生育障害が生じているためです。施設内全体の温度を適切に制御することは実際には難しく、やろうとすればコストが膨らみ採算が合わなくなるでしょう」

そこで考えたのが、植物の生長に重要な

根っこと生長点付近のみに絞って温度を制御する技術の開発だ。根圏は培地の下にパイプを設置し、冷水・温水を流して温度調節。生長点付近は、周囲をビニールで囲い、パイプを通して冷暖房。また、細霧（ミスト）を葉に吹きかけて、気化熱で冷却する。

「根圏と生長点付近さえ20℃に保てれば、生育障害が回避でき、収量10%アップが見込めると予想しています。また、他の部分は12℃まで下がっても構わないとして試算すると、冷暖房に消費するエネルギーが50%削減できることになります」

まさに一石二鳥だが、派生して、さらなる効果も生まれる。植物工場の普及を妨げている原因の1つは必要な初期投資の大きさにある。1ha以上の規模でなければ採算が



知的植物工場の外観。小さな三角屋根を連ねた構造はフェンロー型と呼ばれるオランダ式。採光がよく、太陽光利用型植物工場では一般的に採用されている。

研究の概要

現在稼働中のトマトを生産する太陽光利用型植物工場では、夏期は高温、冬期は低温による生育障害が生じ、収量が落ち込んでいる。または、夏期の2か月間はトマトを撤去してしまう作型も多く採用されている。一方、冷暖房に消費するエネルギーは極力抑制することが経営上、および環境負荷の観点からも求められる。仁科さんらはこの問題を解決するため、栽培する植物の生長において重要な



植物の部位別に温度制御を行ない栽培。上図は夏期高温時のシステム。

生長点と根圏付近を重点的に温度制御するシステムの開発に取り組んでいる。これにより、収量アップと省エネルギーを目指す。

しかし、こうした部位温度制御による栽培は過去に報告例がない。そこで、SPAの手法で植物の生育状態をモニターしながら、最適な制御を探る。さらに、環境と生育・収量に関するデータを蓄積し、植物工場の運営を支援する知識データベースの構築を目指す。トマト栽培に用いる養液に関しては、循環させて再利用する仕組みを構築し、環境を汚染しない排出量ゼロのシステムとする。

4万人以上の先生が活用中!
理科授業に役立つデジタル教材。

〈理科ねっとわーく〉は、
小・中・高等学校の授業で使える
“理科教育用デジタル教材”を集めたWebサイト。
授業の単元に対応した約45,000点の
動画・静止画で構成される
約110タイトルのデジタル教材の
活用例を毎月1タイトルずつ
ご紹介します。

第5回

理科の先生がオススメする

私のイチ押しデジタル教材 宇宙と天文

授業例

徳島市立加茂南小学校

中野裕文先生

小学校4年

「月を見よう」

授業の狙い

月の動きの観察記録をもとにして、月の動きと太陽の動きを比べたり、月の形の違いによる動きを比べたりして、月の動きは共通していることをとらえることができるようにする。

1 「月の形の変化」のコンテンツを見せて、興味を喚起する。

2 自分が月の観察をしてわかったことや気づいたことを発表する。

児童の思考: 時間によって高さが違った。月は南の空に見えて、西の方へ動いた。→月は時刻とともに動いているのだろうか?

3 自分の観察結果から考えた後、友達の観察結果とも重ね合わせ、「月の動き方」を考える。

4 月の動き方のきまりを考える。

児童の思考: 時刻がたつと動いている。太陽の動きと似ている。半月も満月も同じように動いている。南の空を高く通って西へ動くのがきまりみたいだ。

5 コンテンツを使い、考えたことを確認する。

児童の思考: 太陽と月は同じ動き方をし、東から出て南の空を通り西へ移動する。形は違っても同じ動きをするんだ。

宇宙と天文

小・中・高等学校で学習する「地球と宇宙」について網羅的に扱い、写真、動画、アニメーション、シミュレーション等を用いて、複雑な「宇宙と天文」の現象をわかりやすく説明するデジタル教材です。

月の形の変化



季節と太陽



太陽の動きと月の動きが同じであることを確認する。



月の動き

天体望遠鏡で見た月の観察映像。実際には実感することの難しい月の動きが、コンテンツを活用することで確かめられる。

オススメポイントはココ!

活用のポイントは「体験の想起」と「知識の定着」です。



普段、何気なく見ているせいか、月についてあまりよく知らない子どもが意外と多いのが実情です。そこで、自分の観察記録をもとに月について考える前に、まず「月の形の変化」のコンテンツを見せて、観察したときのことを想起させることから授業をスタートしました。

そうして月に対して興味を持たせたくて、自分が実際に観察したデータをもとに月の動き方を時間と関係づけ、さらに月の形と動き方を確認させています。

しかし、それだけでは不十分。最後に「月の動き方」のコンテンツを見せながら、自分たちが考えたことを確かめさせることで、月についての理解や知識の定着がより進んだと思います。

教育関係者向け

理科ねっとわーく

<http://www.rikanet.jst.go.jp/>

非営利・教育目的という条件で、ホームページ上での簡単な利用者登録だけで、無償で利用できます。

一般向け

理科ねっとわーく

一般公開版

<http://rikanet2.jst.go.jp/>

〈理科ねっとわーく〉のデジタル教材のなかから一般公開が可能なものを、インターネットで公開しています。登録の必要はなく、どなたでも無料で閲覧できます。

一般の方もご覧いただけます!