

JST News

Topics

01



ヒトのRNA干渉を解明する!

RNA干渉に必須の2本鎖RNAの合成酵素をヒトで初めて発見

Topics

02



高度化するトリアージ

日本型の救命救急支援システムに求められる技術とは何か

Close up

11月3日を
科学文化の
日に!

地球の未来
日本からの提案Ⅱ
サイエンスアゴラ
2009
を
開催

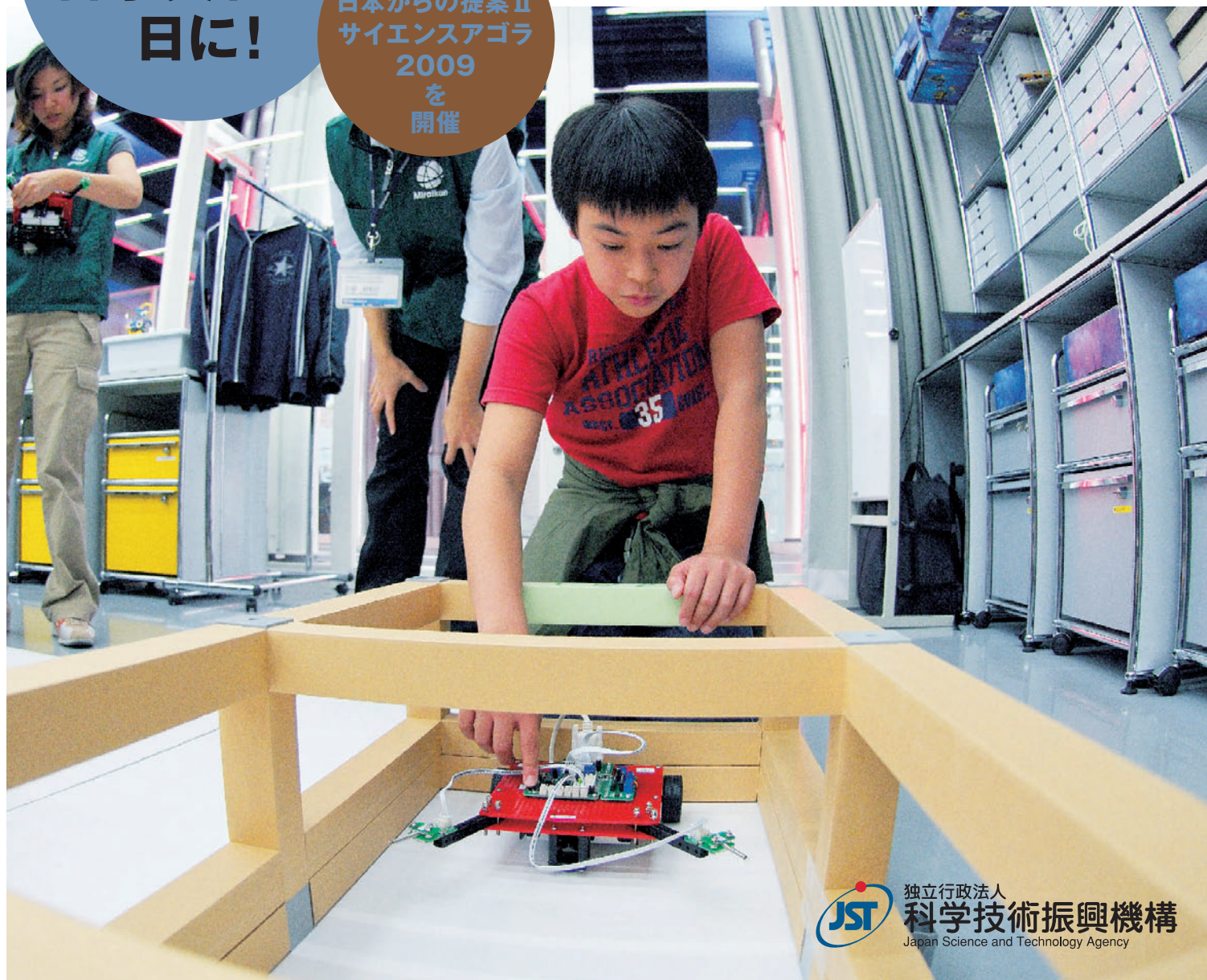
Vol.6

2009

No.9

December

12 月号



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

03 科学技術振興機構の最近のニュースから…… JST Front Line

Close up

06 「地球の未来 日本からの提案Ⅱ サイエンスアゴラ2009」を開催 11月3日を科学文化の日!

さまざまな人たちが集い、科学に親しむ「サイエンスアゴラ」。
着実な広がりや深まりを見せながら、
4年目を迎えた2009年、新たなステージへと進んだ
日本最大のサイエンスコミュニケーションイベントの4日間の模様をレポートする。

Topics 01

10 RNA干渉に必須の2本鎖RNAの合成酵素をヒトで初めて発見 ヒトのRNA干渉を解明する!

Topics 02

12 日本型の救命救急支援システムに求められる技術とは何か 高度化するトリアージ

14 ようこそ、私の研究室へ 山本和夫 東京大学 環境安全研究センター教授

16 理科の先生がオススメする 私のイチ押しデジタル教材 遺伝子組換え植物を考える

理事 | 長 | 茶 | 話

——行政刷新会議の「事業仕分け」は、科学分野においても、厳しい評決がされました。

「日本の科学技術は、山中伸弥先生のiPS細胞樹立や細野秀雄先生の鉄系超伝導物質の開発など、この数年だけでも数々の業績を上げてきました。これは、JSTの取り組みがうまくはたらいてきたことの証だと思います。昨年のノーベル賞の受賞や、今年つくばで行われた国際科学オリンピックでの、学生たちの金メダル受賞など、喜ばしいニュースもありました。私たちは誇りをもって、良い仕事をしてきたといえるはずです」

——短期的な視点と長期的な視点、国内を見る目と国際的に見る目、そのあたりが理解されなかった?

「グローバルな視点に立てば、2番や3番を目指す科学というもの、存在しません。トップを目指さなければ、そして、トップを育てなければならない。これは日本の未来への、さらには、未来の子どもたちへの投資なのです。その点で、JSTは、重大な責任を持っています。「事業仕分け」では、十分にそのことが理解されたとは、必ずしもいえなかった。これは、未来の子どもたちに、申しわけないことだと思っています。これから、さらにねばり強い交渉をしていきます」

——1時間で評決は乱暴だという意見の反面、インターネットの生中継などは高い評価を得てきました。

「現政権の、なにごとにも公の場でやっという姿勢は、日本にとっては大きな方向転換だと思います。私たちも、JSTの活動が、研究者や子どもたち、ひいては家庭にまで、きちんと伝わるよう努力しなければなりません。これからは、積極的な姿勢で、自らの考えを社会に向けて発信していく必要があると、強く感じています。私たちにとっても、意識改革が必要となきなのだと思います」

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.09 ロボット情報系コース



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

情報とは何か?

実験準備

—ロボットを動かしてみよう!—

迷路脱出に挑戦!

—ワークシートで考えてみよう!—

迷路脱出に挑戦!

—ロボットで実験してみよう!—

まとめ

「迷路脱出に挑戦!」

今回、紹介する実験教室は、プログラミングという体験をとおして、情報の考え方を学ぶことができる「ロボット情報系コース」。中学生以上の参加者が自分でプログラミングし、ロボットに迷路を脱出させる実験を行った。

最初に、情報とは何か?について学び、続いて、実際のプログラミングを行った。ロボットの動作状態をワークシートで整理し、ロボットに迷路を脱出させるための命令を与えていく。1度に1つのことしか処理できないロボットの頭脳のこともふまえ、動作の流れを作る必要がある。

プログラミングが完成したら、いよいよ迷路脱出に挑戦! なかには、センサがうまくはたらかなかつたり、センサがはたらいともうまく迷路を脱出できなかったりと、困惑する場面も。参加者はそれぞれ、ロボットが搭載している触覚センサの方向や長さを変えた

り、プログラムを改善したり、さまざまな工夫をこらして迷路の中を進ませていく。最後には、全員が基本コースを脱出することに成功し、さらに、より難易度の高い応用コースをクリアする参加者も現れた。

「ロボットにとってさまざまな情報を得ることが必



要」と、今回のコースを監修した宮下敬宏先生(国際電気通信基礎技術研究所 知能ロボティクス研究所)が、研究中のロボットと一緒にビデオメッセージで登場。その場の環境情報をロボットがうまく利用できるようになることで、さらなる活躍の場が増え、身近な社会で彼らが貢献する日を楽しみにしたい。

JST Front Line

産学官を結ぶコーディネータの表彰の報告や、脳の機能回復メカニズムの解明、生命科学研究をスピードアップさせる新技術の開発など、さまざまな分野にわたる、6つのニュースをお届けします。



NEWS

01

表彰



産学官連携にかかわるコーディネータの活動・実績を評価 「イノベーションコーディネータ表彰」の受賞者を決定

産学官連携の優れたコーディネート活動やその成果を表彰する「イノベーションコーディネータ表彰」が創設され、10月7日(水)、8日(木)に開催された「全国イノベーションコーディネータフォーラム2009 in 札幌」にて、表彰式が行われました。

産学官連携による研究開発をコーディネートするコーディネータは、現在、全国でおよそ1600人が従事しています。大学が持っている価値あるシーズと企業の切実なニーズをつなぎ、画期的なイノベーションを創出するために、研究開発資金獲得支援や研究機関と企業のマッチング、ベンチャー企業創設支援など多岐にわたる活動を行っています。

しかし、コーディネータはその重要な役



表彰式の様子。大賞の岡田さんをはじめ、11名の受賞者には表彰状とともに、産学官連携によって生まれた加工技術で作られたタモ材のトロフィーが贈られた。



割にもかかわらず、一般社会の認知度は十分ではなく、また、成果が見えにくいという面がありました。そこで、JSTでは、産学官連携にかかわるコーディネータの活動・実績に対して、その成果を客観的視点から評価し、重要性を一般社会に広くアピールすることを目的として、本表彰を創設しました。

平成21年度、大賞の文部科学大臣賞に輝いたのは、長野地域の産学官連携支援施設「AREC」を立ち上げた岡田基幸さんです。岡田さんは、産学官連携の事業化を数多く推進し、若手コーディネータの模範となる優れたリーダーシップが評価されました。今後、さらに多くのコーディネータによって、さまざまなイノベーションが生まれることが期待されます。

NEWS

02

研究成果



戦略的創造研究推進事業CREST「ナノ界面技術の基盤構築」／研究課題「自己組織化に基づくナノインターフェースの統合構築技術」

水を溶媒としてナノサイズの金の“花びら”や“プロペラ”を作製 環境に優しく簡便な「ナノ彫刻法」を開発

ナノサイズの金結晶を花びらのようなユニークな形に加工する新しい技術を、九州大学の君塚信夫主幹教授らが開発しました。

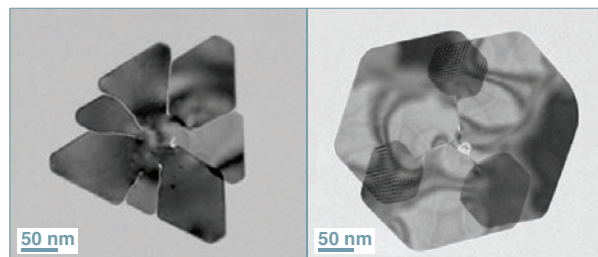
金ののべ棒など「金塊」は、長い年月を経ても空気中の酸素と反応せず、輝きを失わない安定な物質として知られます。一方、金結晶はナノサイズまで小さくすると、著しく異なった性質を示すようになります。そのため、ナノテクノロジー分野では、金は基幹素材の1つとして注目されてきました。

金ナノ結晶の合成には、金イオンに電子を与えて金原子とする還元反応が用いられています。一方、金ナノ結晶を溶解するには、酸化反応が知られていました。

従来の研究は、還元反応を中心に進められてきましたが、君塚主幹教授らは、光による還元と溶存酸素による酸化の2つの反応が「自己組織化のプロセス」で同時に起こる合成法として「ナノ彫刻法」を開発。花びらのような複雑な立体構造を持つ結晶を作製することに成功

しました。この手法は、水を溶媒とし、一般的に利用される界面活性剤などを使用しないので、環境負荷も軽減できます。

金ナノ結晶は、形に依存して性質が大きく変化することから、ナノサイズの金の花びらが、新しい物理現象を生む新規の素材となることが期待されます。



ナノ彫刻によって 得られる 金ナノ結晶

花びらのようなユニークな立体構造を持つ金ナノ結晶。結晶には金原子5個分の幅に相当する1ナノメートルの微小な切れ目が入っている。



戦略的創造研究推進事業さきがけ「代謝と機能制御」
研究課題「細胞内の蛋白質代謝を管理するストレス応答機構の解明」

難病との関連性が指摘されている「小胞体ストレス」を軽減する分子が妊娠中の胎盤で、胎児の生死を左右する機能を持つことを発見！

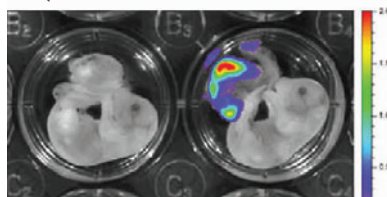
誰でも日々の生活のなかで「ストレス」を感じることがあるでしょう。ストレスと聞くと、私たちは精神的なものを連想しがちですが、じつは、細胞にもストレスが存在します。小胞体ストレスは、細胞内の小器官の1つである小胞体へ負担がかかったり、障害が生じたりすることを指します。

小胞体は、細胞内で作られたたんぱく質の加工工場としてはたらいています。この小胞体に負担がかかることで、小胞体ストレスが生じます。もし、小胞体が正常に機能しなければ、生命活動に大きな支障をきたしてしまうのです。

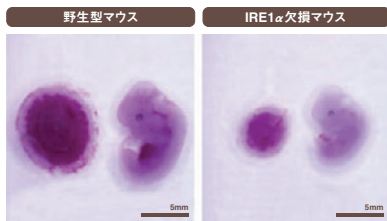
小胞体ストレスは、これまでアルツハイマー病や糖尿病などの難病と深い関連性を持つことがわかっていました。一方、健康な体において、小胞体ストレスがどのような生命現象に関与するのかはよくわかっていませんでした。

理化学研究所の岩脇隆夫独立主幹

小胞体ストレス可視化マウスの胎児におけるシグナル解析の結果(右)



IRE1 α を欠損させたマウスの胎盤と胎児(右)



研究員(JSTさきがけ研究者兼任)らは、小胞体ストレスを軽減させ、たんぱく質が正常に作られるよう手助けする分子の1つ「IRE1 α 」に注目。この分子が妊娠中の胎盤で胎児の生死にかかわる重要な機能を持つことを突き止めました。

岩脇研究員らは、IRE1 α が小胞体ストレスに応答する様子を、遺伝子改変マウスを使って可視化することに成功。胎盤において、IRE1 α の発現が、胎盤自体の発達とマウスの胎児の生存に必要なことを、世界にさきがけて発見しました。

流産してしまう確率は、医療が発達している日本でも10～15%にも達するといわれています。この研究成果をもとに、流産を予防するための研究が発展することが期待されます。

IRE1 α が機能せず、小胞体ストレス状態のIRE1 α 遺伝子欠損マウス(右)。野生型マウスに比べて胎盤が成長せず、胎児のサイズも小さい。



戦略的創造研究推進事業CREST「脳の機能発達と学習メカニズム」／研究課題「発達期および障害回復期における神経回路の再編成機構」

脳梗塞などで失われた脳の機能を、反対側の脳が肩代わり！ “肩代わり”による脳の機能回復のプロセスを初めて明らかに

脳梗塞などで失われた脳の機能を、反対側の脳が肩代わりするプロセスを、自然科学研究機構生理学研究所の鍋倉淳一教授らのチームが明らかにしました。

これまで、脳梗塞などで脳の機能の一部が失われても、効果的なリハビリテーション

を行えば、機能が回復することが報告されてきました。しかし、そのプロセスについては、詳しい説明はされていませんでした。今回、鍋倉教授らは独自に開発した二光子レーザー顕微鏡を使って、マウスの脳内の生きた神経細胞の活動を直接観察し、片方の

脳半球で脳梗塞が起こっても、もう一方の脳半球が代わりにはたらくようになることで、機能を肩代わりすることを証明しました。

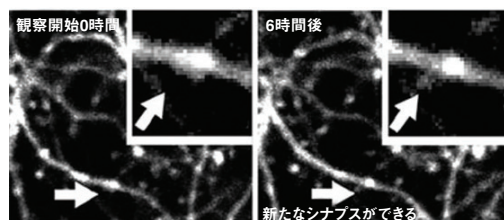
さらに、脳梗塞を起こしたマウスでは、1週間目から2週間目に神経回路の再編成が起き、そのあと4週間目までに機能が回復していることを観察。脳梗塞後の機能回復では、まず神経回路の再編成が起こり、続いて機能回復にいたるといふ、整然としたプロセスが存在していることが明らかになりました。

このプロセスが詳細にわかったことで、脳機能回復には、神経の再編成と脳の機能回復という別々のメカニズムがはたらく可能性が示唆されました。

この成果をもとに、脳障害が起きた後、どの時期に、脳のどの部分を刺激するかなど、実際の医療現場で活用できる効果的な治療法や、リハビリテーションの開発につながることが期待されます。



右半球(右脳)の脳梗塞により、
反対側の左半球(左脳)の神経回路で「つなぎ換え」が行われる様子



二光子レーザー顕微鏡を用いて撮影された、神経細胞の様子。失われた右半球の機能を肩代わりするため、左半球の同じ部位で、神経細胞による回路の再編成が起き、6時間後には、神経細胞同士をつなぐシナプスの瘤がはっきりと観察できる。



戦略的創造研究推進事業さきがけ「構造機能と計測分析」／研究課題「オミクス解析用超微小エレクトロスプレー法の開発」

新たに開発したリン酸化たんぱく質の解析技術で 植物ホルモン「アブシジン酸」の応答経路を世界で初めて解明！

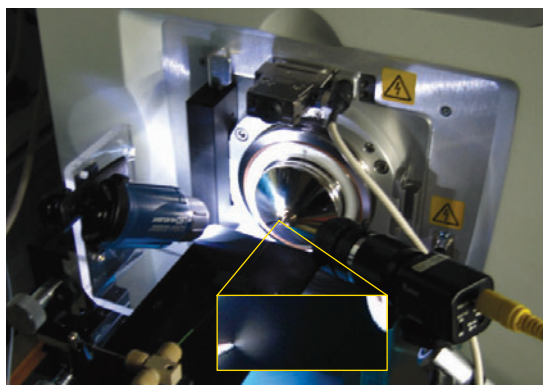
植物が劣悪環境に対抗するために分泌する植物ホルモン「アブシジン酸」の応答経路が、理化学研究所植物科学研究センターの研究チームによって明らかにされました。この研究には、慶應義塾大学の石濱泰准教授らが開発したリン酸化たんぱく質解析技術が大きな役割

を果たしています。

植物は移動できないために、劣悪な環境に生育しても適応できるよう独自の機構を持っています。その中心的な役割を担うホルモン＝アブシジン酸は、天候の悪化などに反応して、環境耐性能を調節することはわかっていましたが、そのメカニ

ズムは未解明でした。今回、理化学研究所の研究チームは、石濱准教授らが開発したリン酸化たんぱく質解析技術を用いて、アブシジン酸が受容体をリン酸化することで、他の遺伝子を発現させていることを突きとめました。劣悪環境に应答するホルモンの動きが解明されれば、やせた土地でも成長できる農作物を作ることが可能です。昨今の温暖化や異常気象による作物収量の減少も防げるかもしれません。

また、ヒトでもリン酸化たんぱく質に着目した研究の重要性は注目されています。石濱准教授の解析技術は、生物の体内ではたらく多種多様なたんぱく質のなかから、リン酸化したたんぱく質だけを精製し解析することができるため、今後は、植物だけでなく、ヒトを含めたさまざまな生物のリン酸化たんぱく質の動態解析にも活用することができます。



開発した

リン酸化たんぱく質の 解析装置

独自に開発した精製法を用いて、リン酸化したたんぱく質だけ抽出し、超微小エレクトロスプレー法で質量分析装置に噴射する。この方法により、従来法と比べ、分析性能の選択性が約100倍、同定効率が約10倍に向上した。



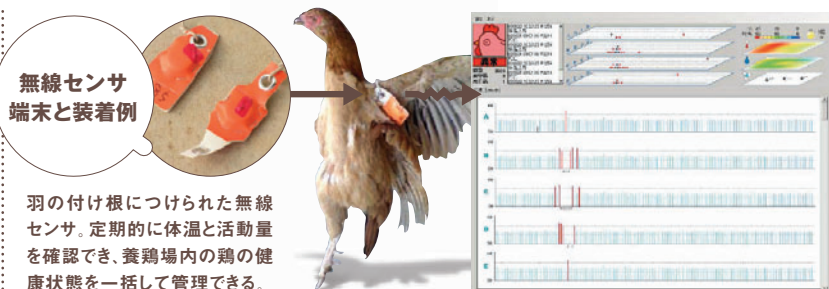
戦略的創造研究推進事業CREST「先進的統合センシング技術」／研究課題「安全・安心のためのアニマルウォッチセンサの開発」

無線センサによる鶏健康モニタリングシステムを開発！ 鳥インフルエンザ発生の早期検知システムとしての応用に期待

産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門ネットワークMEMS研究グループの伊藤寿浩研究グループ長らは、農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所、茨城県畜産センター、東京大学および九州大学と共同で、無線センサーネットワーク技術を使った養鶏場の鶏の健康状態をモニタリングするシステムを開発しました。

鳥インフルエンザは、現在もアジアを中心とした地域で大きな問題となっていますが、なかでもH5N1亜型の鳥インフルエンザウイルスはヒトインフルエンザと再集合し、強い毒性を持つ新型インフルエンザウイルスへと変異する危険性もあり、対応策の確立が急務です。

今回開発されたシステムは、温度センサと加速度センサとを備えた端末を鶏に装着し、端末から送信されるデータを受信して、鶏集団の健康状態を監視するも



無線センサ
端末と装着例

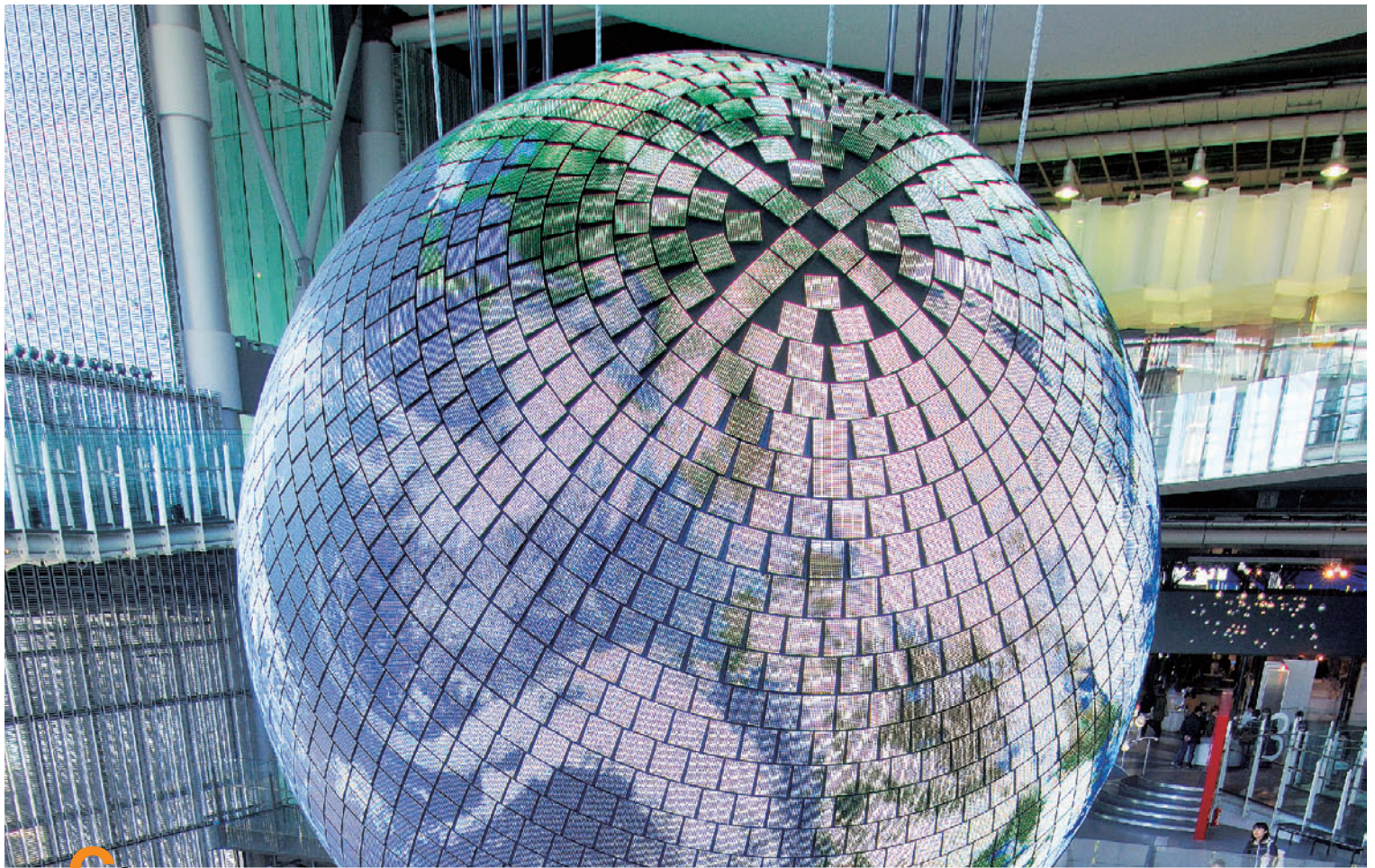
羽の付け根につけられた無線センサ。定期的に体温と活動量を確認でき、養鶏場内の鶏の健康状態を一括して管理できる。

のです。使用する端末は、1円玉サイズで重量も3g以下と、装着負担をできるだけ少なくするよう、工夫されています。

このシステムによって、鶏の体温と活動量のパターンを常時観察し、過去の蓄積データと比較することで、インフルエンザの発生を早期に発見できるようになります。実際、試験的に病原性の異なる鳥インフルエンザに感染させた鶏では、発

熱パターンや死亡時期に違いがあることも、本システムによって明らかにすることができました。

今後は、現在よりも小さく、また電池交換の少ない実用的な端末の開発を目指して行く予定です。また、長距離通信が可能となれば、養鶏場の中に限らず、自然環境に住む野生動物のモニタリングなどに応用できるなど、可能性は広がります。



Close up “地球の未来 日本からの提案Ⅱ サイエンスアゴラ2009”を開催

11月3日を科学

さまざまな人たちが集い、科学に親しむ「サイエンスアゴラ」。着実な広がりと深まりを見せながら、4年目を迎えた2009年、新たなステージへと進んだ日本最大のサイエンスコミュニケーションイベントの4日間の模様をレポートする。

サイエンスアゴラとは？

子どもも大人も
サイエンスを
楽しもう！



さまざまな人たちが それぞれに科学に親しむ広場

鮮やかな科学実験を演じる大人と、目を輝かせる子どもたち。メモを取りながら実験講座に臨む学校の先生。科学番組、科学マンガ、最新の科学研究紹介など多彩なシンポジウムで意見を述べる登壇者と、その声に熱心に聞き入る観衆。さまざまな人々がそれぞれの立場で科学に親しむイベント「サイエンスアゴラ 2009」が、10月31日(土)から11月3日(火)、東京・お台場の国際研究交流大学村(日本科学未来館、東京国際交流館、産業技術総合研究所臨海副都心センター)で行われた。

「アゴラ」とはギリシャ語で「広場」のこと。「サイエンスアゴラ」は、「科学と社会をつなぐ」広場をコンセプトに、2006年から年1回行われている日本最大級のサイエンスコミュニケーション・イベントだ。全国各地のNPOや企業、公的機関や大学の研究室、ボランティア活動や研究を行う個人が集い、シンポジウム・ワークショップ・サイエンスショー・展

サイエンスアゴラは、科学の「お祭り」のような一面も。楽しい科学工作や実験などをそろえた「縁日」も出れば、仮装して楽しむ人っている



昨年はものづくりの科学を体験できる【かがく縁日】を実施。好評に応じて今年も【かがく縁日Part II】を行い、にぎわいを見せていた。会の一員である二階堂さんにとってサイエンスアゴラは、全国の仲間たちと会える貴重な場だという。

「ふだんはメールでやりとりしている人と会えるのがうれしいし、刺激にもなります。毎年、新しい出会いも生まれます。1年に1度の七夕みたいなものですね」

高校生も出展 科学を伝えるおもしろさを知る

大学生や大学院生の出展が多いのも特徴の1つだ。研究を続けるうちに、「科学と社会とのつながり」への意識を高めた彼らは、ふだんからサイエンスコミュニケーターとして積極的に活動している。

そんななかで注目されたのが、埼玉県立浦和東高等学校総合科学研究部の生徒たちだ。高校の団体の出展は史上初。【水の不思議で科学する——泡・しずく・膜・溶液の世

文化の日に！



示などの企画を出展。サイエンスにまつわるさまざまなテーマについて、ともに考え、ともに楽しむ、双方向のコミュニケーションを行う。4年目の2009年は、140を超える団体・個人が参加した。

年に1度 仲間たちと出会う 七夕のようなイベント

サイエンスアゴラを活気づけるのは、「サイエンスコミュニケーター」たちだ。彼らは常日頃から、子どもたちを対象にしたサイエンスショーや実験教室、科学系博物館・研究機関の一般公開、研究者による市民講演会、サイエンスカフェなどの活動にそれぞれ取り組んでいる。サイエンスアゴラは彼らの間で、自分たちの活動を広くアピールし、互いに刺激し合う格好の場として浸透していった。

科学読物研究会の二階堂恵理さんもその1人。同会では科学の新刊本の書評を掲載した会報の製作や、読み聞かせ等の活動を行っている。アゴラにも1回目から参加し、

埼玉県立浦和東
高等学校
総合科学研究部



「人気のあるブースでは、僕らが見ても『おもしろい!』と思う実験をいくつも用意している。参考になります」(浦和東高校・河野健吾君)

界」と題したプログラムのメインは、水中のシャボン玉=Antibubbleという現象だ。一般的なシャボン玉とは逆に、水中で気体の膜によって球体が作られ、その漂う姿は、大人的好奇心も刺激する。2年生の河野健吾君もこの現象に魅せられ、研究を続けている。

「部の先輩に見せられて、『おもしろい!』と思い、入部しました。この魅力を少しでも多くの人に知ってほしい。ここではいろんな人が興味をもって来て、説明すると『ホントだ、おもしろい!』と言ってくれるので、すごくうれしいですね」

出展は、顧問の原田新一郎先生の発案だ。「JSTのSPP(サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト)を活用して埼玉大学さんと連携し、そこで発表の機会などを得ていました。今回、アゴラのことをJSTのホームページで知り、さまざまな人たちが来るイベントでこうした機会を持つことはあまりありませんから、ぜひ出展させたいと思ったんです。生徒たちも、ふだんあまり会うことのない人たちに説明することで考えを深めたり、アドバイスをもらったりと、とてもいい経験をしていると思います」

開催4年目の課題、そして来年への宿題

一般の人たちの関心を集めるには？

広場に集まる人たちの輪が、広々としたものになっていく一方、4年目を迎えた2009年、サイエンスアゴラ事務局の渡辺政隆は、ある課題を感じていた。

「サイエンスコミュニケーションへの関心が高い人たちはアゴラに意義を感じ、集まってくれています。次は一般の人たちの関心をどう集めるかを考える番です」

日本では、科学イベントというと子どもが参加するものと思われがちだ。しかし、欧米ではそんなことはないと言っている。

「科学に関する講義やイベントに、大人たちが、まるで音楽のコンサートに行くようにお金を払って足を運んでいるんです。アゴラでも、そんなふうに“科学”を“文化”にするような試みをしたいと考えました」

折りしも、最終日の11月3日は「文化の日」。この日を「科学文化の日」にしよう、4日間にわたり意欲的なイベントが盛り上がったいった。

映像やマンガなど科学を伝えるメディアについて考える

開催4年目にして大きく変わったのは、日本科学未来館1階のシンボルゾーンに、ブースと舞台を設置したことだ。アゴラとは関係なしに未来館を訪れた人にも、自然とサイエンスアゴラに注目してもらい、足を運んでくれるように導いた。

また、一般の人たちを巻き込むには、映像や雑誌、書籍などのメディアの有効活用が欠かせない。そこで、メディア関連の企画に今回は力が注がれ、科学本や科学映像などが持つ可能性や課題について考えるシンポジウムも行われた。

目玉企画となったアニメーション映画『ニルスのふしぎな旅』の上映もその1つ。日本では1980～81年にNHKで放映されて人気となったこの作品は、もともとはスウェーデンの地理と環境教育の教科書として書かれた児童文学だった。その劇場版アニメのデジタルリマスター版を大画面で初公開し、映像の力をあらためて示した。

【科学メディア大集合】と題したプログラムでは、科学番組を制作・放映している放送

ぼくの好きな先生～理数編



作家トーク 理系のエンターテインメント



国際科学オリンピックフォーラム



科学メディア大集合



理科教員のための面白く実験講座



局や、科学雑誌を発行している出版社など、さまざまなメディアを一同に集めてブースで紹介した。

【作家トーク 理系のエンターテインメント】では、宇宙飛行士を目指す兄弟の活躍を描いた人気マンガ『宇宙兄弟』の作者・小山宙哉さんと、病理学者の向井万起男さんが対談。宇宙飛行士・向井千秋さんの夫でもある向井さんは、マンガ連載にあたって小山さんにアドバイスをを行ったこともある。科学のおもしろさを伝えるツールとしてのマンガの可能性、制作の裏にある綿密な取材など、話題が尽きることはなかった。

学校の先生は格好のサイエンスコミュニケーター

学校教育や教員に関するさまざまなイベントも企画された。

「授業を通じて子どもたちに科学のおもしろさを伝える先生は、格好のサイエンスコミュニケーターといえます。1人でも多くの先生がそうした自覚を持ち、魅力的な授業を行ってほしいと考えました」（渡辺）

【ぼくの好きな先生～理数編】では、大学教授や医師など、現在、科学に関する仕事で活躍する人たちが、学生時代に影響を受けた当時の先生とともに登場。「『物理は自分で考えるものだから、なるべく説明しない』という先生の言葉を今も覚えています」「予備校で、理科や数学のロマンを語る先生の授業を受け、医師になりたいという目標を強く持つことができました」「熱心なのは授業だけでなく、学会に論文発表するほど自分の研究に打ち込んでいる姿に感銘を受けました」などなど、科学の道へ導かれるきっかけとなったエピソードを通じて、サイエンスコミュニケーターとしての先生の役割にスポットが当てられた。

小中学校の理科の先生のサポート企画として【理科教員のための面白く実験講座】も実施された。理科の実験授業の参考になる数々の実例を、身近な材料でできる実験の開発などに取り組んでいるNPO法人・ガリレオ工房の滝川洋二理事長が披露。全国各地から集まった先生からは、「生活指導などで忙しく、教材開発のための時間がなかなかとれないので、こうした機会は貴重

11月3日を科学文化の日に!



重です」といった声が聞かれた。

用意された「場」で どんな交流をうながすか?

そのほか、一般向け／専門家向けを問わず、たくさんの人たちが集う場となるべく、多種多様なイベントが開催された。

【国際科学オリンピックフォーラム 才能×挑戦＝きみの未来】は、高校生世代の若者たちが世界中から集う国際科学オリンピックの意義を伝える、小・中・高校生と保護者向けのイベントだ。過去の大会のメダリストたちが登壇し、当時の思い出やオリンピック出場によって得たものなどを直接語りかけた。

【公開討論 イノベーションと規制を考える】では、さまざまな規制がイノベーションの妨げとなる現状を産学の識者が訴えた後、聴衆も交えて活発な討論を展開。

【シンポジウム わたしたちの未来を拓くサイエンス—地球・くらし・いのち—】では、地球が抱える課題の解決に取り組む研究開発の事例が紹介され、日本の科学技術の方向性を示す科学技術基本計画の今後の展望などについて議論が行われた。

こうした専門家向けのイベントは、ふつつ単独で行われる。しかし、あえてサイエンスアゴラという場でやることにはどんな意味があるのか、渡辺は語る。

「一般の方に、専門的なシンポジウムをのぞいてみてほしいという意味もちろんありますが、それだけではありません。研究者などの専門家が一般の人に対して何かを伝えるときには、講義的なスタイルをとることが多いでしょう。しかし、サイエンスコミュニケーターたちは、科学を伝えるためにさまざまな工夫を凝らしています。アゴラで彼らの姿を見することで、専門家も学ぶことがあるはずですよ」

ある学術的なシンポジウムが終わった後、たくさんの参加者が出てきて、さまざまな展示ブースの横に差しかった。ほとんどの人たちはまっすぐ前を向いたまま通り過ぎていったが、なかで1人、興味深げにブースに立ち寄り、熱心にのぞき込んでいる人がいた。わずか1人ではあったが、その姿は、さまざまな立場の人が集うサイエンスアゴラという場の可能性を十分に示していた。

場は用意された。では、どうやってその場



サイエンスアゴラ事務局
渡辺 政隆

公開討論
イノベーションと
規制を考える



シンポジウム
わたしたちの
未来を拓く
サイエンス



専門家も先生も子どもたちも、それぞれに参加し、楽しめる多彩なイベントを実施。「総括セッション」の最後には、全員で「星つむぎの歌」を合唱した。「みんなで星を見上げ、その想いをつむいでともに歌を作りましょう」という呼びかけで、全国から寄せられたさまざまな詩を詩人の覚和歌子さんがつむいで生まれた歌だ

総括
セッション

会場に集まった全員で
「星つむぎの歌」を
合唱しました。



での交流を促進していくのか——。それが、今後のサイエンスアゴラの大きな課題といえるだろう。

全国に生まれつつある 「アゴラの子ども」たち

4日間の締めくくりとして行われた【総括セッション】では、2009年8月に北海道・函館市で行われた「はこだて国際科学祭2009」と、9月に東京・三鷹市を中心に行われた「東京国際科学フェスティバル」の報告が行われた。どちらも、サイエンスアゴラを1つのきっかけとして生まれた、さまざまな人たちが科学に親しむイベントだ。

「こうしたイベントが各地で行われ、アゴラはその中心として、さらに大きな視野からサイエンスコミュニケーションのあり方について議論し、深める場にしていきたいですね」(渡辺)

取材を重ねるなかで、印象に残る言葉がいくつもあった。向井万起男さんの「『宇宙船で何を食べたか』より実験の内容のほうはずっとおもしろいの、メディアは『難しいから』とあきらめてしまっている」という怒り、「星つむぎの歌」(左写真説明文参照)の覚和歌子さんの「科学の専門用語は漢字も多いし難しすぎる。もっとわかりやすい言葉で伝えないと」という指摘は、特に刺激を受ける言葉だった。

こうしたさまざまな出会いを通してこそ、サイエンスアゴラはますます発展していく。■

増富健吉

ますとみ・けんきち

1995年金沢大学医学部医学科卒業後、同大学医学部付属病院第一内科、がん研究所分子生物学教室、消化器内科勤務。2000年金沢大学大学院医学研究科内科学専攻卒業。2002年ハーバード大学ダナ・ファーマー癌研究所などを経て、2006年より現職。

RNAには生命現象に重要な役割が!

RNA干渉を解き明かすことで、新たな医薬品開発への応用や、がん治療法の確立が期待できます。

Topics

RNA干渉に必須の2本鎖RNAの合成酵素をヒトで初めて発見

ヒトのRNA干渉を解明

用語解説

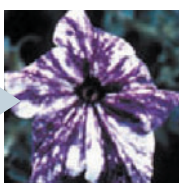
RNA干渉

21~23塩基の短い2本鎖RNAが、遺伝子の発現量の調節や遺伝子構造の構築に深くかかわる現象。これにより、DNAだけでなくRNAも生命現象に直接的に影響することが明らかにされた。発見のきっかけは、オランダの植物学者が紫色のペチュニアに色素の遺伝子を追加導入したところ、色が濃くなるという予想に反し、白まだらになるという結果が生じたこと。その後の研究で、追加された遺伝子を排除するべく、植物のRNAがすべての紫色遺伝子(本来備わっていたものも含め)の発現を抑制していたことが判明した。後に、同様の現象が真核生物や昆虫、さらには哺乳類にも認められた。

普通のペチュニア



遺伝子を追加したペチュニア



色素遺伝子を過剰に導入したら……

たんなる「運び屋」ではない独自の機能を持つRNA

近頃、DNAという言葉を目にしない日はないといっても過言ではない。たとえば犯罪捜査の「DNA鑑定」、あるいは「企業のDNA」といったような、比喩としての使用例……それに対して、同じ核酸でありながら、RNAの影は薄い。その主たる原因が「セントラルドグマ」、すなわちRNAはDNAから転写された遺伝情報をたんぱく質に翻訳するための介在物という考え方。つまり、RNAはあくまでも「運び屋」にすぎないというもの。もちろん、これとて非常に重要な機能である。ただそれ以外のはたらきはないだろうとされていたことが、RNA軽視の原因となってきたのだろう。

ところが研究者の間では、90年代の終わり頃から、大きく風向きが変わってきた。そのきっかけとなったのが「RNA干渉」の発見である。これは「短い2本鎖のRNA」が特定の遺伝子の発現を抑制する現象のこと。つまり、たんなる運び屋ではなく、RNAにはこれまで知られていなかった独自の機能が備わっていることが明らかになったのだ。当初、植物で発見

されたこの現象は、その後、線虫のような真核生物でも確認され、さらにはヒトの体内でも、同様の現象が起こっているのはほぼ間違いないとされてきた。しかし、そこには1つ大きな謎があった。RNA干渉を起こすためには2本鎖のRNAが存在する必要がある。つまり、1本鎖のRNAと対になる、反対鎖のRNAが不可欠だが、それを作り出す酵素の存在が、哺乳動物では立証されていなかったのだ。

「結論から言うと、今回、反対鎖を作る酵素を、哺乳動物のなかでわれわれが見つけたということです」と語るのは、国立がんセンター研究所の増富健吉プロジェクトリーダー。植物や線虫では、すでにそうした酵素(RNA依存性RNAポリメラーゼ=RNAを鋳型にして反対鎖のRNAを合成する酵素)が発見されていたが、ヒトなどの哺乳動物では見つかっていなかった。その理由は……。

「これまではモデル動物とのホモロジー(相同関係)検索が主でしたが、答えは思いもよらないところにあったんです」

たしかに思いもよらないところだった。なにしろヒトのテロメアを合成する酵素として知られ

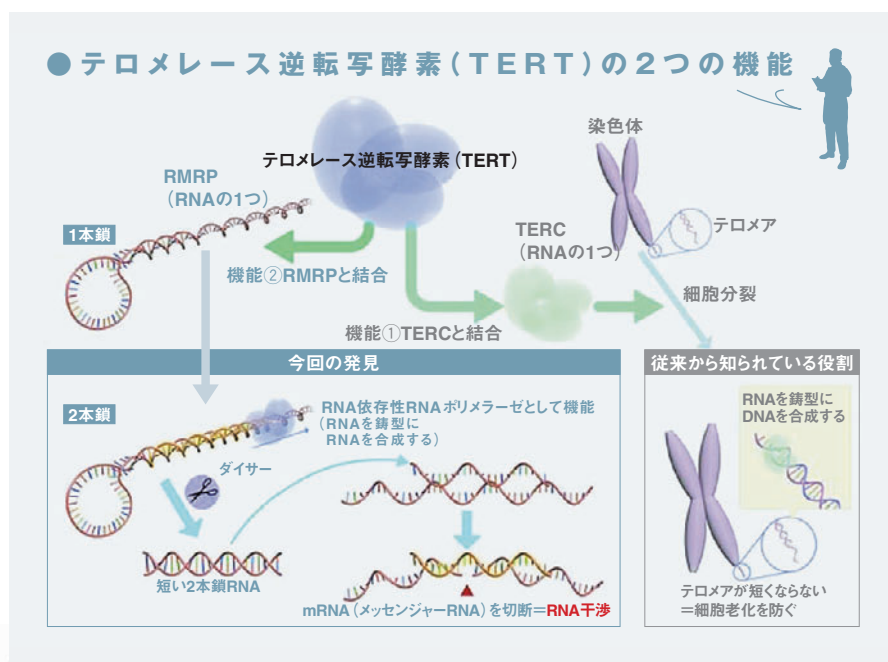
ているテロメラー逆転写酵素(TERT)[※脚注]が、じつはRNA依存性RNAポリメラーゼとしての機能も持ち合わせていたのだから。ではこのある種、「逆転の発想」的な結論に達するまでの過程を増富先生に振り返ってもらおう。

地道なたんぱく精製がアイデアを現実にした

「僕は97年から研究の道に入りましたが、ちょうどその頃、ヒトTERTが発見されたんです。で、新しく生化学の研究を始めた大学院生が新たに同定されたたんぱく質(酵素)の精製をするというのは、実験手法の基本を習うためにはごく当たり前のコースなんです。野球部に入った人がキャッチボールをやるようなものですね(笑)。ですから僕もひたすらヒトTERTのたんぱく質精製をやリつづけました。

でも、その時点では、RNA干渉のことはまったく頭にありませんでした。まだ現象自体が発見されていませんでしたし……あくまでも当時注目されていたテロメラーとがんとの関連に関する研究の一環として、TERTを研究していたんです」

じつをいうとTERTがRNA依存性RNAポリメラーゼの機能を持つかもしれないという



いかと推定した、そこで、RNAを網羅的に解析した結果、TERTがRMRPという非コードRNA(たんぱく質の遺伝子情報がコードされていないRNA)と結合すると、RNA依存性RNAポリメラーゼの活性を示すことが判明。

子の発現を抑える)が話題になったことがある。しかし、体内にはアンチセンスRNAを増幅する機能がないため、効果はほとんど得られなかった。だが今回の発見をもとに、RNA干渉を応用した医薬品の新たな技術開発が期

戦略的創造研究推進事業さきがけ「RNAと生体機能」／研究課題「RNA依存性RNAポリメラーゼとそのクロマチン構造維持機構」

する!

「RNA干渉」という現象が発見されたことで、RNAに対する注目度は飛躍的に高まった。なかでも注目を集めるのがヒトのRNA干渉。これまでは、その存在こそ明らかにされていたものの生体内でのメカニズムの基本すらわかっていなかったが、今回大きな光を当てる研究が発表された。

アイデアは、RNA研究の第一人者、トム・チェックらが先鞭をつけている。ただし、それはあくまでもアイデアのみで、立証はされていなかった。

「トム・チェックらが報告している遺伝子の進化を示す樹形図を見ると、TERTとRNA依存性RNAポリメラーゼはとても近いところにいます。さらに最近になり構造学的にも、この2つが非常に近いことが判明しました。だったらこのTERTがRNA依存性RNAポリメラーゼの機能を持つのではないか」という仮説が立てられた。

では、なぜこれまで立証できなかったのかというと、理由は単純で、「TERTをきれいなたんぱく質として取ることに難渋していたんですよ。それゆえ試験管内での実験が進まなかった。でも、僕は97年から精製を続けていたから、わりときれいなたんぱく質が取れたんです」

こうして準備が整い、「TERTは特定の条件下でRNA依存性RNAポリメラーゼとしてはたらく」という仮説の下に実験が開始された。TERTがRNAと安定的な結合をするたんぱく質であることはわかっていたため、「特定の条件」とは、「結合するRNAの種類」ではな

また、それによってRMRPの反対鎖が合成され、2本鎖RNAが作られた後に、22塩基の「短いRNA」として機能していることも証明された。

「ダイサーという酵素がRNAを切り刻んで短い2本鎖RNAを作るんですが、ではなぜ短くしなければならないかというと、ヒトの場合、長い2本鎖RNAはインターフェロン(ウイルスなどに含まれる外来性のRNAなどの侵入に反応して分泌されるたんぱく質)にブロックされてしまうんです。ですからRNA干渉を行うためには、短いRNAであることが必須条件なんですよ」

RNA干渉によって広がる新たな疾患医療

かくしてヒトなどの哺乳動物にも、RNA干渉に欠かせない酵素であるRNA依存性RNAポリメラーゼの存在が初めて確認され、「短い反対鎖のRNA」が、外部から導入しなくても、細胞内で作りだされていることが示された。

1990年代にアンチセンス医薬(反対鎖のRNAを人為的に導入し、生体内のRNAの機能を阻害することで、ターゲットとなる遺伝

待できるだろう。

「そのほかに標的として考えられるのは、インフルエンザウイルスやC型肝炎ウイルスのような、RNAを遺伝子情報として持つウイルス。こいつらはRNA依存性RNAポリメラーゼを使って自分たちを複製するというライフスタイルを持っていますから、今回得られた知見をヒントにウイルスのRNA依存性RNAポリメラーゼを狙うと、インフルエンザウイルスやC型肝炎ウイルスなどに対する有効な治療法につながる可能性もあります。あと、僕の本来の研究テーマはがん治療法の開発ですが、がん細胞の場合、TERTが、がん発生のメカニズムに深くかかわっています。ですから今回わかったTERTの新しい機能を阻害してやれば、効率的にがん細胞の老化を引き起こせるかもしれません。

たんぱく質の精製は、現在も続行中です。現時点ではいまだ実現されていないヒトでのTERTの結晶構造分析ができれば、薬剤開発への応用も広がりますし、なんといっても純度の高いたんぱく質の精製は、分子生物学を進める上での基本ですから(笑)」

高度化するトリアージ

トリアージとは、大事故などで多数の傷病者が発生した際に、その救命の優先順位を決める手段だ。現在、情報工学との組み合わせによってより高度化、効率化を目指した電子トリアージ・システムの開発が進められている。

従来の紙タグに代わる 電子トリアージ・システムの開発。

電子トリアージ・システムの開発を進めているのは、東野輝夫 大阪大学大学院情報科学研究科教授が研究代表者を務める研究チーム。大阪大学、慶応義塾大学、静岡大学、順天堂大学、奈良先端科学技術大学院大学の、それぞれの研究室と共同研究を行っている。

電子トリアージ・システムの前に、まず

紙製のトリアージタグ



緑・黄・赤・黒の4色のマーカーがついている。緊急度によって端から色が切り離され、傷病者の手首などにつけられる。緑（歩ける状態）から黒（死亡もしくは救命困難）までで傷病状況を表わす。

はトリアージを解説すると、トリアージとは災害現場などで救命の優先順位を決定することで、その判断基準としてSTART (Simple triage and rapid treatment) 法が用いられている。START法では、傷病者の容体を30秒以内に4段階に判定し、4色のマーカーがついた紙製のトリアージタグに記載、これを傷病者につけてその判定結果を表示するという手法だ。基本的には、歩ければ「緑」、歩けないが呼吸ができる場合は「黄」、呼吸困難・ショックの兆候がある場合は「赤」、死亡ないし救命困難な場合は「黒」の表示となる。災害現場のような限られた医療資源（スタッフや機材）しかない場所で、多くの人命を助けるために、迅速かつ効率的に行うことを最優先にしている。

開発のきっかけは JR福知山線の脱線転覆事故

トリアージが日本の災害現場で初めて大

規模に導入されたのは、2005年4月25日に発生したJR福知山線の脱線転覆事故だ。この事故は、東野教授が電子トリアージ・システム開発を志すきっかけにもなった。

東野教授の専門分野は、情報工学やモバイルコンピューティングである。それがトリアージとどう結びついたのであるか。

「これまでに、モバイルコンピューティングでのソフトウェアのサービスや、ネットワークの構築といったものを研究していましたが、それ以外に、この技術をもっと活かせる分野を模索していました。そんなときに、JR福知山線の事故を振り返るために放送されたNHKの特集番組を見ました」

この番組では、日本で初めて大規模に導入されたトリアージに焦点が当てられ、「病状の変化に対応できない」「重傷者の位置がわからなくなる」などの問題点や、トリアージそのものの限界が指摘されていた。

「ここで指摘されている問題のいくつかは、情報工学の技術を応用すれば解決できると感じました。傷病者の脈拍や呼吸数などのバイタルサイン（生体情報）をセンサデバイスや無線チップを使って収集し、位置推定技術を用いて重傷者の位置をリアルタイムに推定できれば、指摘されている問題点や限界のいくつかを解消して、救命活



情報工学の
技術で
トリアージを
高度化します。

東野輝夫

(ひがしの・てるお)

1984年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻博士後期課程修了。大阪大学助手、講師、助教授を経て、現在は大阪大学大学院情報科学研究科教授。工学博士。専門は情報工学など。



トリアージの現場では、多数の傷病者の病状判断を、限られた医療スタッフが行う。

動に役立てられると考えたんです」

電子トリアージ・システムの 高度な機能

東野教授が開発している電子トリアージ・システムの概要は以下の通りだ。

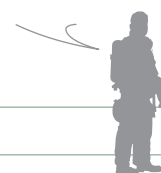
まず、傷病者に電子トリアージタグをつける。これは、小型のCPUを搭載したセンサ機器で、傷病者のバイタルサインの測定機能や位置推定機能が備わっている。また、タグの裏面にはSTART法の判定をボタン操作で実行できる機能も付いている。

タグから得られた情報は、無線ネットワークにより基地局のサーバで収集され、傷病者の現在位置や病状の変化をリアルタイムで見ることができる。また、タグの情報は基地局を介して、救命スタッフが持つ携帯端末（iPodなど）でも確認できるようになっている。さらに、タグをつけた傷病者に急変があった場合には、警告音などで医療チームに知らせ、迅速な処置をうながす。

これらの機能をうまくはたらかせることによって、番組で指摘されていたトリアージの問題点を、情報工学の技術によって解消できるシステムを目指している。2009年9月には、実際の医療従事者とともに、電子トリアージ・システムの実証実験が順天堂大学医学部附属浦安病院で行われ、このシステムの有効性が確認された。

電子トリアージ・システム開発の 2つの技術的ポイント

東野教授は、電子トリアージ・システムの



開発について、技術的なポイントとして、センサデバイス（電子トリアージタグ）の開発と位置推定技術の2点を挙げる。

「センサデバイスの開発については、時間やコストの制約などもあり、ゼロからの開発ではなく、既存の機器を利用して最小限の改造で作ることになりました。ところが、最初に完成した電子トリアージタグの試作機は、既存の機器を単純に組み合わせたもので、大型で重量もあり、傷病者への負担が大きなものになってしまった。そこで、現場の医師などの意見を参考に、測定するバイタルサインを「脈拍」と「血中酸素濃度」の必要最低限の2項目に絞りました。多くの試行錯誤の末に、省電力化と小型軽量化に成功しました」

一方、位置推定技術の開発にも多くの解決すべき問題があった。通常の位置推

電子トリアージタグ (2008)



電子トリアージタグの試作品。市販の機器をそのまま組み合わせて出来ており、「弁当箱のように」大きくて重かった。

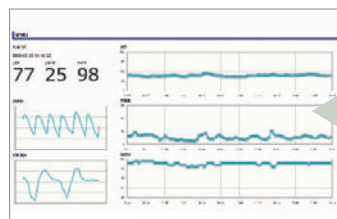
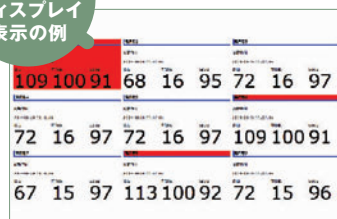
定方法では、GPSを使ったり、多くのランドマーク（基準点）を設置したりする必要がある。

「しかし、トリアージを行うような災害現場では、ランドマークを思うように設置できなかったり、地下街などGPSが利用できない場所だったりすることが考えられます。したがって、多数のランドマーク設置や、GPSを前提にした位置推定技術は使用できません」

そこで、東野教授が用いたのがレンジフリーと呼ばれる方法だ。これは、それぞれの端末（この場合は電子トリアージタグ）から発信される電波を、その他の端末やランドマークが「受信できる／受信できない」の判断によって位置推定をする方法だ。これなら少ないランドマークでも効果が上げられ、また複雑な位置計算の必要がないので、電池消費も抑えられる。ただし、このレンジフリーはGPSなどを用いる方法に比べると精

電子トリアージ・システム

基地局
サーバの
ディスプレイ
表示の例



電子トリアージタグから送られた傷病者のデータは基地局で収集。基地局ではリアルタイムで状態を確認できる。

医師用
携帯端末



救命スタッフの携帯端末 (iPodなど) から、傷病者の状態がリアルタイムで確認できる。



救命スタッフは、まずはじめに電子トリアージタグを傷病者の指先に着け、バイタルサインを測定しながら裏面のボタンを操作して傷病者の状態を分類する。

電子
トリアージ
タグ裏面



度が高くない。そのため「さまざまな位置推定手法を併用して、さらに推定精度を向上させていきたい」と東野教授は語る。

社会的な救命システムとしての認知を目指して

電子トリアージ・システムの実用化に向けて、当面の目標としては病院内での利用を考慮しつつ、東野教授は今後の目標を次のように語る。

「まずは、電子トリアージタグのさらなる小型化や省電力化です。また位置推定に関しても、もっと精度を向上させる必要があるでしょう。そのためには、救命スタッフが、対象となる災害現場を歩くだけで現場の地図を自動生成できるような技術を開発し、傷病者の病状や位置把握を短時間に高精度で行えるようにします。また、企業との連携も考えて、実用化への道筋をつけてい

傷病者用電子トリアージタグ(2009)

小型化された電子トリアージタグ。脈拍と血中酸素濃度を計測する。定期的にバイタルサインを収集・転送することで、病状の急変などにも対応する。

たいと思っています」

そのうえで、消防庁やDMAT (Disaster Medical Assistant Team=災害派遣医療チーム) などの、トリアージに関係する機関からも意見を聞いて、電子トリアージ・システムが社会的な救命システムとして認知されることを目指していきたいという。

世界では、大規模な事故や災害、紛争などで多くの命が失われることが、残念なことに少なくない。日本の救命救急をはじめとして、海外でのこうした現場でも、1人でも多くの命が救われるような、日本独自の電子トリアージ・システムの社会実装を期待したい。■



ようこそ 私の研究室へ

33

“地球規模課題対応国際科学技術協力事業”

「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」
研究代表者

山本和夫

水の浄化システムで世界の都市の暮らしを支える

タイと共同研究で下水処理の先端技術を熱帯地域に生かします。

PROFILE

山本和夫 (やまもと・かずお)
東京大学 環境安全研究センター 教授

1954年東京都生まれ。77年、東京大学工学部都市工学科卒業。79年、同大学大学院工学系研究科修士課程修了。81年、同大学大学院の博士課程を中退し、所属研究室の助手になる。83年、博士号取得の後、東北大学工学部の助手になる。84年、東京大学工学部都

市工学科講師。85年、助教授。87年から2年間、アジア工科大学院(タイ)の助教授に派遣。95年、東京大学工学部教授に就任。96年から現職。2003年～07年、東京大学環境安全研究センター長を兼任。08年から地球規模課題対応国際科学技術協力事業の研究代表者。



下水処理の現場から生まれる 世界最先端の水再生技術

「下水を浄化する水再生システムの開発に取り組んでいます。自然界には水を浄化する仕組みが備わっていますが、都市部では人工的にやらなければ間に合いません」

広大な敷地の奥へ進むと、緑地帯の先にベルトコンベヤが壁面を走る建物や多数のタンク、それらの間を縦横に走る太いパイプラインが現れる。そして、あの刺激臭…。それもそのはず、ここは地域で発生した下水を浄化して東京湾に流すための施設(東京都下水道局砂町水再生センター)だ。

山本和夫さんの研究は、この施設の一角にある建物で行われている。研究テーマは膜分離活性汚泥法(MBR)という下水処理技術の改良だ。実際の下水で実験を繰り返しながら、長期運転可能なシステムを開発中という。

自然界では、微生物が水中の有機物を分解して浄化作用をもたらす。この現象を効率的に行わせるのが活性汚泥法で、汚泥に空気を吹きこんで好気性微生物の活動を盛んにして、水を浄化する。同センターでも採用されているこの方法に、汚泥粒子を濾し分ける濾過膜を組み合わせたのがMBRだ。処理した水の質が高いことや、汚泥を沈殿させる槽が不要で設置面積が小さくて済むなどの長所が評価され、近年、世界的に採用されつつある。

「現在のMBRには、膜が目詰まりしないようにポンプで空気を吹きつけ続けなくてはならないため、運転コストがかさむなどの課題があります。そこで、膜の近くでは汚泥濃度が自ずと適切になるような構造を考案して、解決を図ろうとしています」

じつはこの研究は、JST地球規模課題対

応国際科学技術協力事業「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」の一環で、タイと共同で行われている。最初の実用化プラントは、首都バンコクの商業コンプレックスの、ビル内排水のリサイクル目的で設置される予定だ。そのため、実験においても、下水をヒーターで30℃に加熱し、「熱帯仕様」で行われている。



自分の発想を大切にしつつ 世の中の役に立つことを目指す

「MBRの主流の1つである浸漬型は、20数年前に私たちが開発したのですが、下水処理への適用が広まったのはごく最近。社会で利用されるまでには年月を要します」

MBRの開発は、東京大学の講師時代に、大学を移籍される綾日出教さん(現・武蔵工業大学名誉教授)から引き継いだ。

「綾先生は常に時代を先取りする研究に取り組み、周囲の関心が高まった頃には、別のテーマへ移られる方でした。そんな先生の姿から、自分の発想を大事にして、好きなことをやる大切さを学びました」

山本さんは研究室のホームページでも、「世の中に自分を合わせるのではなく、逆に自分の型に世界を引き入れようとするタイプの人材を求めます」と呼びかけている。常に実社会のニーズに向き合うことが求められる都市工学だからこそ、世の中の流れにからめとられずに、新しい風を起こせる個性が貴重なのだろう。

ただし、学術的探究と実社会で使われる技術の開発との間には大きな開きがある。学生時代から水処理技術を研究してきた山本さんだが、博士論文ですら「世の中の役に立たない研究だった」と振り返る。

「例えば、ある特定の微生物で水がこんなにきれいになる、なんていうストーリーはいくら

でも描けます。けれども、そんなものは実用になりません。現場でわれわれが相手にするのは雑多な微生物で構成される生態系です。それを、下水の流量や成分、温度などの環境が絶えず変動するなかで、どうやって制御するかを考えていかなければなりません」

製麺工場用の廃水処理システムの開発も、タイとの共同事業で進められているが、ここではまさに生態系の維持が最大のポイントだという。「仕組み自体に新しさはないのですが、現場でうまく使えるところまでもっていくのは容易ではありません」



都市工学者はT字型であれ 縦に深い専門性と横に広い教養

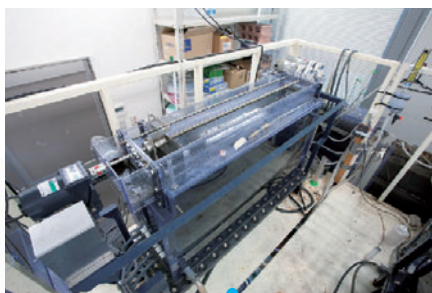
「これは先輩の受け売りですが、『都市工学者はT字型でなくてはいけない』。深く掘り下げたコアになる専門性と、幅広い教養を併せ持つべきだということです」

研究を役に立つものにする。そのためには、現実的な条件で技術を考えることに加えて、社会全体を見渡せる視野を持つことが必要だという。タイとの共同事業においても、地域の文化に合った水再利用システムを考えることの重要性を強調する。

「例えば、バンコクでは下水を管に集める部分に道路の側溝が利用されていますが、それを安直に日本式に埋めてしまおうとするのはまちがいです。バンコクには屋台で食事をする文化があり、排水先としての側溝がそれを支えている面があるからです」

タイにおける水再利用の現状調査や管理手法の設計、人材育成は、技術開発と並んで事業の主要な成果目標だ。「個々の技術開発は1つの手段に過ぎません。私たち都市工学者が目指すのは、あくまでも社会全体を住みやすくすること」と熱く語る。社会貢献への心意気を感じた。

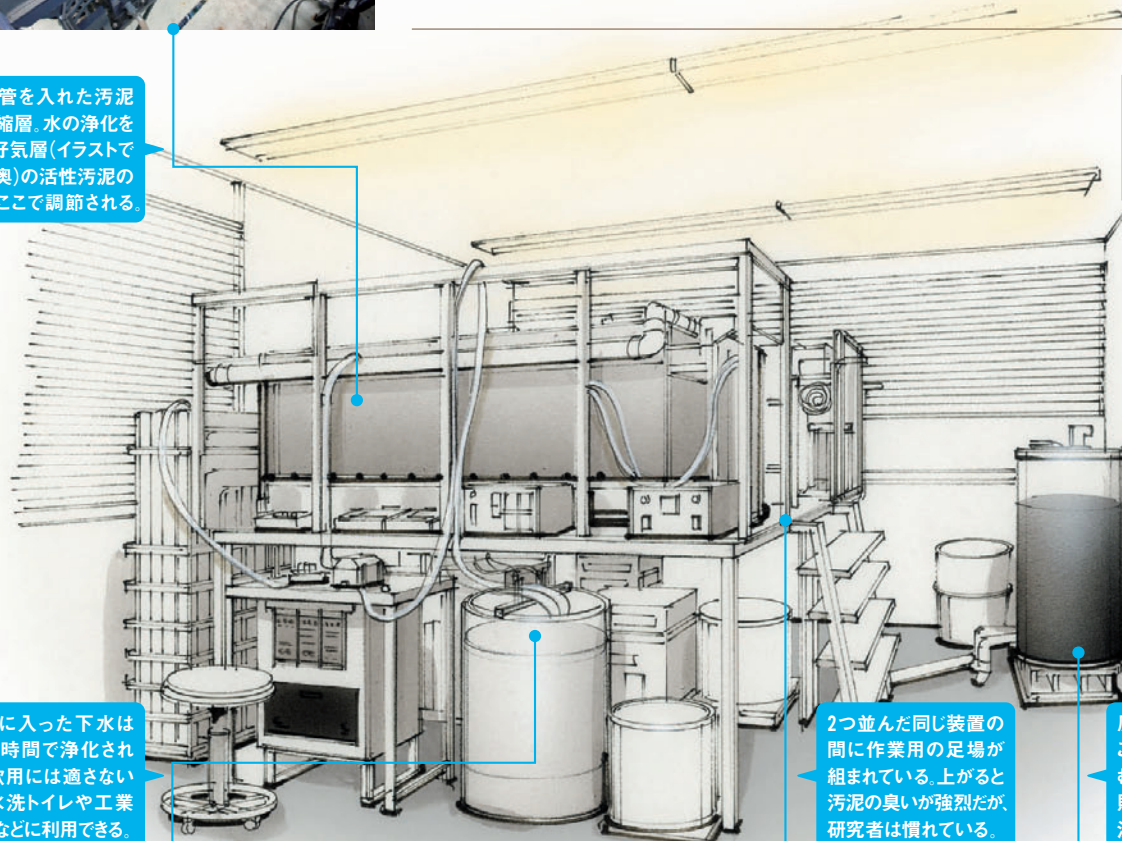
傾斜管付きMBR装置



傾斜管を入れた汚泥の濃縮層。水の浄化を行う好気層(イラストでは左奥)の活性汚泥の量がここで調節される。



タイとの共同事業は技術移転ではなく、タイの研究機関との共同研究だ。山本さんは、たびたびタイへ赴き、現地の研究者たちと水再利用システムのあり方についての議論や現況の調査を重ねている。



「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」プロジェクトのシンボルマーク。

装置に入った下水は3～4時間で浄化される。飲用には適さないが、水洗トイレや工業用水などに利用できる。

2つ並んだ同じ装置の間に作業用の足場が組まれている。上がると汚泥の臭いが強烈だが、研究者は慣れている。

原水(未処理の下水のこと)は装置に流れ込む前にいったん、ここに貯められて、固形物を沈殿させる。



浄化した水



作業のための足場



原水を貯めるタンク

研究の概要

タイとの共同事業「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」は4つの成果目標を掲げる。1つは、技術開発・普及促進のための枠組み作りで、「熱帯地域における水再利用研究開発センター」を設立し、研究開発のための制度設計や人材育成を推進する。2つ目は、地域水再利用のための効果的な管理・モニタリング手法の開発。各地域の水質情報を収集・提供するプラットフォームの整備、水再



タイ側の研究者(天然資源環境省環境研究研修センター)を招いての技術指導なども行なっている。

利用における安全性と継続性を確保するモニタリング・評価手法の開発、地域の実態に合致した分散型水循環システム構築に向けた課題の洗い出し等に取り組む。残る2つは、本文でも触れた新しい水利用技術の開発。都市部の商業ビル等のための次世代型MBRによる水循環再生システムと、製麺工場等の食品工場用の資源生産型の水再生システムが2本柱だ。後者の課題では、排水処理に産業廃棄物処理を組み合わせ、バイオマス生産やメタンガス発生抑制の効果も狙うほか、太陽光エネルギーを利用する仕組みにも取り組む。

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
ご紹介しています。

第9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

遺伝子組換え植物を考える

授業例

大阪府立茨木高等学校

広瀬祐司先生

高校3年生生物Ⅱ

「バイオテクノロジー」

授業の狙い

生物Ⅰで学習する肺炎双球菌の形質転換は、新たな遺伝子を細胞外から導入したことにほかならず、遺伝子を導入すれば生物の遺伝的性質を変化させることができることを確認する。

① 前回の組織培養実習で作成した寒天培地上のニンジン組織を点検し、カルス(分化していない植物細胞の塊)の有無を確認する。

② 遺伝子組換えはバイオテクノロジー開発以前から起こっていたことを確認する(グリフィスの実験、アベリーの実験)。

③ 遺伝子組換え技術、アグロバクテリウム法・エレクトロポレーション法をデジタル教材で提示。

展開:ヒトの遺伝子を大腸菌に導入する際の過程を別のデジタル教材「遺伝情報とその発現」で確認、遺伝子発現の過程を板書。

④ いろいろな遺伝子組換え植物の例をデジタル教材で提示。害虫抵抗性トウモロコシに的を絞って、環境への影響の懸念を説明。

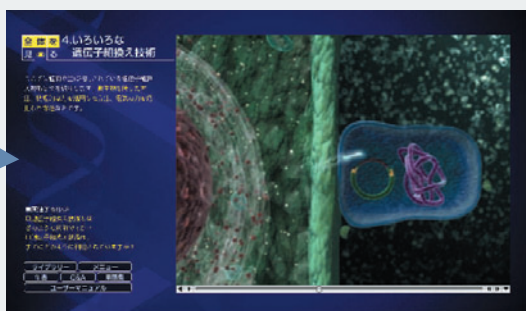
⑤ 交配による品種改良と遺伝子組換え植物の育成は、根本的に異なることを確認する。→板書:遺伝的な性質の変化をもたらすもの。

①遺伝子組換え②品種改良(育種)③進化

遺伝子組換え植物を考える

「遺伝子組換え植物」の基礎知識を、ミニ番組中心のコンテンツで網羅的に解説した教材です。高校生物Ⅱの「発展的学習」での利用を想定した教材ですが、社会的テーマでもあることから、「総合的な学習の時間」での活用にも配慮しています。

いろいろな遺伝子組換え技術



いろいろな遺伝子組換え植物



除草剤抵抗性ダイズ、害虫抵抗性トウモロコシ、ウイルス抵抗性パパイヤ、青いカーネーションを紹介。

環境と種の保存への影響



オススメポイントはココ!!

公正な視点で、
遺伝子組換え植物の
長所・短所を
論じる!



この教材のポイントは、①交配による品種改良と、遺伝子導入による遺伝子組換え植物の育成は、根本的に異なることをていねいに解説している。②実用化された遺伝子組換え植物、例えば害虫抵抗性トウモロコシ、除草剤耐性ダイズなどについて、具体的に導入された遺伝子による機能が紹介されている。環境への影響の懸念も同様に説明されていて好感がもてる。③遺伝子組換え技術について、アグロバクテリウム法を中心に視覚的にわかりやすく解説されている。……ところです。授業をさらに展開させるために、「生命の連続性」「遺伝情報とその発現」など、他のコンテンツをうまく挿入すると、より効果的であると思います。

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!