

サイエンス&テクノロジーの座標 時代への提言

# せんたん

SENTAN



**2006**  
vol.15 no.3

## Contents

創立15周年記念特集	1
特集 情報科学研究科 情報生命科学専攻	5
知の扉を開く —NAISTの研究者たち—	7
TOPICS	13

NAIST® Nara Institute of  
Science and Technology





# 奈良先端大(NAIST) 15年のあゆみ

奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)は、平成18年10月に創立15周年を迎えました。



平成3年10月8日 設立記念式典



平成5年11月1日 大学披露式典



平成8年10月1日  
ファースト・ステージ完成披露式典

**1991**  
10月  
奈良先端科学技術大学院大学設置  
情報科学研究科設置  
附属図書館(電子図書館)設置



平成3年4月  
奈良先端科学技術大学院大学  
創設準備室設置



平成5年4月7日  
初の入学式

**1996**  
4月  
附属図書館開館  
バイオサイエンス研究科  
(博士後期課程)学生受入れ  
5月  
物質創成科学研究科設置

**2000**  
4月  
物質創成 科学研究科  
(博士後期課程)  
学生受入れ

**2001**  
3月  
ミレニアムホール  
完成

**2004**  
4月  
国立大学法人奈良先端科学  
技術大学院大学設立  
産官学連携推進本部設置  
イノベーションセンター  
開設

**創立15周年**  
**2006**  
(平成18年)

**2004**  
(平成16年)

**2003**  
(平成15年)

**2006**  
3月  
最寄り駅 近鉄けいはんな線  
「学研北生駒駅(奈良先端大学前)」  
が誕生

**2003**  
1月  
ベンチャー・ビジネス・  
ラボラトリー設置  
10月  
知的財産本部設置

**2002**  
4月  
情報科学研究科情報  
生命科学専攻設置・  
学生受入れ

**2000**  
(平成12年)

**1998**  
4月  
物質創成科学研究科(博士  
前期課程)学生受入れ  
物質科学教育研究センター  
設置

**1998**  
(平成10年)

**創立5周年**  
**1996**  
(平成8年)

**1995**  
(平成7年)

**1995**  
4月  
保健管理センター設置  
情報科学研究科(博士  
後期課程)学生受入れ

**1994**  
(平成6年)

**1994**  
4月  
バイオサイエンス研究科  
(博士前期課程)学生  
受入れ  
6月  
先端科学技術研究調査  
センター設置

**1993**  
(平成5年)

**1993**  
4月  
遺伝子教育研究センター  
設置  
情報科学研究科(博士  
前期課程)学生受入れ  
10月  
大学会館開館

**1992**  
(平成4年)

**1992**  
4月  
バイオサイエンス研究科設置  
情報科学センター設置



平成5年10月 工事の様子



平成7年3月24日 学位記授与式



平成18年3月27日  
「学研北生駒駅(奈良先端大学前)」開業式典  
子供たちに大人気の案内ロボット「イコちゃん」

現在のNAIST



平成13年10月5日 創立10周年記念式典



# 奈良先端科学技術大学院大学 創立15周年記念講演会

奈良先端科学技術大学院大学は創立15周年事業の一環として、4月21日にNAIST関西フォーラム2006、6月13日にNAIST東京フォーラムを開催したのに引き続き、学内関係者を対象として9月25日に創立15周年記念講演会を、本学のミレニアムホールで開催した。

「最先端の研究の推進」「高度な教育による人材養成」「社会貢献」を目的に奈良先端大は平成3年10月に設立。学部を置かない大学院大学として、ITなどを研究する「情報科学研究科」、生命科学の基礎・応用研究を進める「バイオサイエンス研究科」、新たな化合物の合成など「物質創成科学研究科」の3研究科が設けられた。

今回の講演会では、安田國雄学長の挨拶のあと、奥野誠亮 財団法人アジア福祉教育財団理事長（元文相） 清水潔 文部科学省高等教育局長が来賓挨拶を述べた。

また、記念学術講演では、本席佑 総合科学技術会議議員が「第3期科学技術基本計画及びライフサイエンス分野推進戦略について」、黒川清 日本学術会議前会長が「科学者の社会的責任」、2002年ノーベル生理学・医学賞を受賞したシドニー・ブレナー 独立行政法人沖縄科学技術研究基盤整備機構理事長が「Future in Biological Research(生物学研究の展望)」のテーマでそれぞれ講演した。



左：安田学長  
中央：奥野理事長  
右：清水局長

## 第3期科学技術基本計画及び ライフサイエンス分野推進戦略について

本席 佑 氏(総合科学技術会議議員)



総合科学技術会議は内閣府にあり、科学技術政策に関して、首相に直接、助言や提言ができます。具体的には、首相から諮問された第一期科学技術基本計画(二〇〇一―五年)の中で、ライフサイエンス、情報通信、材料、ナノテクノロジーの重点四分野を設けました。トップダウン型のプロジェクトに関しては、将来の日本の科学技術に重要な影響を与える分野を挙げ、思い切った投資をすべきだと進言します。奈良先端科学技術大学院大学の場合、この四分野をすでに研究科として持っていて、設立当初から深い見識があったことをうかがわせます。

このような重点四分野は、さらにそのほかの重要な分野であるエネルギー、製造技術、社会基盤などどこにかかわっていくか、推進戦略を決めます。選択と集中を繰り返しながら、限られた資源を有効に活用していく。基礎研究とトップダウン型の応用研究のバランスをきちんと見ていくことが総合科学技術会議の重要な役割の一つです。

三月に閣議決定された第三期科学技術基本計画(二〇〇六―一〇年)は、投資総額が二十五兆円。基本姿勢は、

国民に支持され、成果を還元するよう科学技術政策を行い、人材育成と競争的環境を重視しています。その中でキーワードの一つがイノベーション(技術革新)創出戦略です。奈良先端大ではすでにイノベーションセンターを作っていますが、いかにして基礎研究からイノベーションを生み出すか。この間の時差は二十年、三十年あることは珍しくないが、このシーズをいかにして絶やさぬように育て、製品に結びつけるかが課題です。

そのためには、まず、世界トップレベルの研究拠点を構築していかなければいけない。現在進んでいる二十一世紀COE(卓越した研究拠点)などは全く違い、今日の大学の枠組みでは到底できないようなものにまでする必要がある。さらに、早期に産学連携を進め、イノベーションを結実させるための政策として新技術の利用促進、国際標準化などを促進する。国際的な人材獲得競争に勝ち抜くために、現在の入国管理制度のままではいかんどうかまで考える必要があるでしょう。

## 科学者の社会的責任

黒川 清 氏（日本学術会議前会長）



日本は科学技術の面でどのような国にしたいのか。海外からもわかるような方針を立てることは、科学者の責任でもあるのです。大型のプロジェクトには、スーパーコンピュータ、人工衛星、SpRING（大型放射光施設）などすばらしい計画が進行しています。しかし、このようなプロジェクトを米国以外のどの国が一国でできるでしょうか。欧州は全体を見て各国に振り分けています。日本も国際的な委員会を設けて審査したうえで、アジアなどの若者を三〇%くらい入れて一緒に研究しようという体制をつくるべきです。

「ユースウィーク」でグローバル時代の世界の大学という特集がありました。大学のランキングでは、東大、京大、東北大などが入っていますが、

その理由は、論文引用が多い研究者の数などです。しかし、記事では三十三ページのうち、日本の大学については六、七行しかない。つまり、グローバルという意識とは全くずれた鎖国の国ということでは、どうすればいいのでしょうか。

小泉前首相にも言いましたが、大学の相撲化です。世界中のテニスの選手が英国のウィンブルドンで優勝したいと思っているが、男子シングルスで英国人の優勝者は七十年間いない。だが、英国人はそれを恥とは思っていない。

日本の国技である大相撲では、幕内の三〇%が外国人で横綱は一〇%。それについて、日本人も「外国の若者が異国に来て一生懸命がんばっている」と思っているのではないかと。外国人力士も「日本はいい国」と思う。それが、ソフトパワーなのです。

つまり、大学というのは、将来の世界のリーダーとなる人物が育って行き、そのような大学にいききたいと各国から人材が集まり、キャンパスが国際村化していく。その大学から優秀な人材が世界に出ると、大学の教育がどのように優れていたか、フィードバックされて大学の評価が高まる。国家予算はこのようなところにつき込んでこそグローバルな効果が現れると思います。

## Future in Biological Research (生物学研究の展望)

シドニー・ブレナー氏  
(独立行政法人沖縄科学技術研究基盤整備機構理事長)



私たちは今、何を学び、どのような研究をすべきでしょうか。数年前に招待されたある会議で、次のような実験について協議しました。遺伝的に異なる十五系統のマウスを交配して完全な雑種固体を作り出し、様々な集団に隔離します。そして、マウスの血圧、心拍数、呼吸数などを測定し、遺伝子と人為的に作り出した変異との相関関係を突き止めるのです。この場合、私ならマウスではなく、「ヒト」を調べます。

現に、何百万もの医師が血圧や心拍数を測定し、観察データはそろっているのです。今最も大切なことは、ヒトを研究するための技術開発です。もし地球を遠くから見ることできたなら、一部の人はシャーレに、「人間」という名のヒト細胞のコロニーが培養されているのが見えます。

今はヒトへの理解を深めることに全力を傾けるべきです。なぜならヒトは最も興味深い生命体であり、学問的な興味とは一線を画しているからです。ヒトの問題はマウスよりはるかに緊急性を帯びています。

十数年前から蓄積されたゲノム、そしてそれが生み出す生理機能と変異について理解を深めることこそ、来るべき世紀の基礎となる学問であると考え

ます。この学問は、人間とその足跡について学ぶものであり、生物学的な種としての人間という観点も含め、歴史や人類学といった視点からヒトに対する理解を総合的に深めることを目指すものです。

若い研究者は、生物学研究は非常に複雑化しており、大型の施設や機械が必要だと考えているかもしれないが、それは間違いです。この分野で学ぶべきことの中でも最大の課題は、私たちの頭の中で起きていることを理解することなのです。これこそがヒトだけの特徴です。

「テクニカルな問題で発見ができないかもしれないと不安を覚えることはありませんか」と聞かれたことがあります。「私は不安を感じることはありません」と心えました。なぜなら私には、自分の世代ですべてを成し遂げようとするべきではない、という強い信念があるからです。科学者は、自分の世代ですべての研究を終わらせたいと思いがちですが、私たちが研究を完成してしまえば、もはや科学は存在しえません。未来の世代に課題を残し、私たちの後を継いでもらうことが大切だと私は考えます。だから、私たちは簡単な問題に取り組み、難しい問題は未来の世代のためにとっておくべきなのです。





情報科学研究科 情報生命科学専攻

# 生命の神秘を コンピューターで読み解く

人類が手に入れた生命の設計図であるゲノム（遺伝情報）のデータは、生命研究に欠かせないほどのウエイトを占めている。ヒトでは三十億に及ぶ膨大な遺伝子暗号（塩基）をデジタル信号のように生物のシステムとして読み解き、無限の塩基の組み合わせからなる様々な生物の遺伝子の機能を探り当てるのは時代の要請だ。このためには、生物の本質を見極める生命科学と、情報の海を高度に処理して現象を解明する情報科学が融合する必要があった。こうした情勢の中で奈良先端科学技術大学院大学に全国の先頭を切って研究科レベルの情報生命科学専攻が誕生して四年、人類の財産ともいえるメタボロームデータベースの構築など業績は膨らんでいる。

## ポストゲノムの時代に設置

遺伝子・DNAの研究の大切さが一般に衝撃を持って実感され始めた出来事がある。二〇〇二年六月、日米欧中の国際共同研究チームが発表した全ヒトゲノムを解読するプロジェクトの終了宣言だった。実際には翌年に完了するところ、激化した競争を鎮めるために早めていた。それでもクリントン前米大統領、ブレア英首相と並んで、成果を競った一ベンチャー企業の経営者であるクレイグ・ベンダー氏が登壇するパフォーマンスは、この研究が生命科学のみならず、生命観や経済といった社会現象にまで深く影響することを印象づけた。

ゲノムを解読する時代から、そのデータを駆使して、遺伝子の機能やつくられるタンパク質を調べ、病気の治療や創薬につながるポストゲノムの時代の幕開けだった。ちょうどそのころ、平成十四年四月に本学の情報生命科学専攻は発足し、学生を受け入れ始めた。すでに生命科学研究の大きな流れは、情報科学研究と合体したバイオインフォマティクス（生物情報学）を必要とし、全国の大学でも講座レベルで設けるところが出はじめていた。

## 二研究科が融合

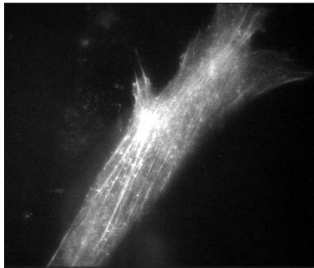
実は、本学の場合、早手回しに準備を進めていた。

「ポストゲノムの重要な分野としてフィジオーム科学（生命機能設計学）に取り組

む必要がある」と提案したのは山田康之・元学長だった。フィジオーム科学は、バイオインフォマティクス、タンパク質を網羅的に調べる「プロテオーム」などゲノムに關わるあらゆる学問領域を含んでいる。植物遺伝子研究の権威である山田氏にとつて、ゲノムが持つ膨大な情報を処理、解析できる情報科学の研究が不可欠なことは容易に予測できた。また、吉川寛名誉教授や松原謙一元客員教授など、我国のゲノム研究を先導した研究者の存在は、当時から本学を我国のゲノム研究の拠点の一つとしていた。

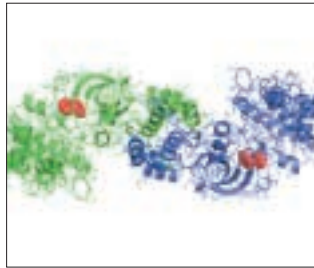
このプランのうち、バイオインフォマティクスの分野を実現させたのは、コンピューターソフト開発の研究で知られる鳥居宏次・前学長の時だった。幸い、本学は情報科学研究科とバイオサイエンス研究科が隣り合わせにあり、講座の壁がないと言つ学風から共同研究など両科の交流は積極的に進められていた。情報科学研究科の二講座とバイオサイエンス研究科の二講座を再編成し、国家予算が厳しい中、情報系・バイオ系各一講座を新設し、計六講座を情報生命科学専攻とした。

さらに、発足時から、文部科学省の科学技術振興調整費の新興分野人材養成制度（平成十七年まで）を活用できたことは大きかった。新たな研究分野の専門的技術者・研究者を育てるための制度で、それも活用しバイオインフォマティクスの分野で実績を積むことで、十八年度から新たに二講座を新設した。



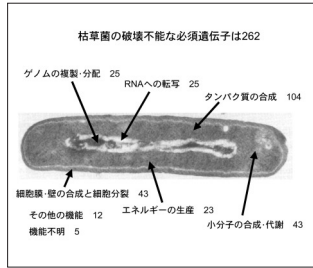
**生命機能計測学講座**

エバネッセント顕微鏡像で観察した基底面のアクチンフィラメント細胞骨格



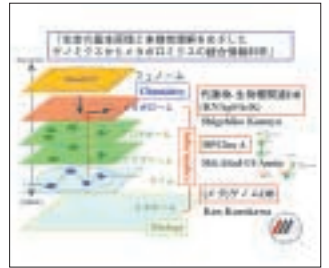
**構造生物学講座**

タンパク質リン酸化酵素の構造 - くも膜下出血の治療薬剤が結合している



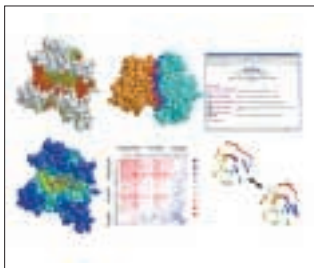
**システム細胞学講座**

枯草菌の破壊不能な必須遺伝子は262



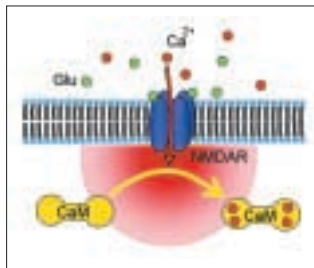
**比較ゲノム学講座**

(メタ)ゲノミクスからメタボロミクスの統合解析により生命の基本原則と多様性を理解することを目指している



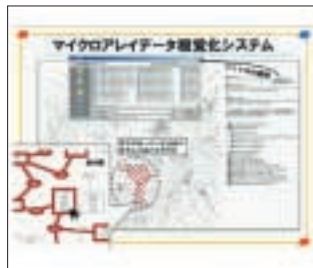
**蛋白質機能予測学講座**

蛋白質立体構造のバイオインフォマティクス



**生命システム学講座**

細胞膜直下の局所領域でのみカルモジュリン(CaM)は4つのCa<sup>2+</sup>と結合する



**データベース学講座**

マイクロアレイデータ視覚化システム



**論理生命学講座**

論理的实现の研究と生物学的实现の研究とを強くリンクさせていくことが論理生命学講座の研究パラダイムである。

**期待される研究成果**

陣容が整う中で、研究業績は膨らんでいく。比較ゲノム学講座の金谷重彦教授は、国内では未だ少ないバイオインフォマティクス専門の学者として知られる。ゲノムのデータをもとに、実験で得られたタンパク質や代謝産物のデータを総合的に結びつけるコンピューターソフトを開発し、生物が持つ基本的な仕組みや多様なシステムを解析している。現在、天然の化合物のデータベースをつくっており、たとえば薬剤として使える化合物は、どの種の生物にありそうか、検索できる、という。また、世界に先駆けてメタゲノムデータベースの構築を進めている。これらの研究は、ゲノムを基盤とした「環境」、健康としての「食」の研究への発展も期待されている。

システム細胞学講座の小笠原直毅教授は、我国のゲノム研究のリーダーの一人であり、遺伝子研究のモデル生物とされる枯草菌について、国際共同研究で行なった全ゲノム解析プロジェクトのリーダーとして知られる。そのデータにより、遺伝子やタンパク質の機能解析を行っており、細胞の増殖には、遺伝子二百六十二個のセットが必要などゲノム研究で世界初の成果を明らかにした。

構造生物学講座の箱嶋敏雄教授は、タンパク質の複雑な立体構造をつきとめ、タンパク質同士がどのように作用しているか、構造の変化などから解明している。

生命機能計測学講座の湊小太郎教授は、

一方、論理生命学講座の石井信教授は、生命現象と人間知性のモデル化を目的に統計と情報の数理研究に力を入れ、約五十名からなる大研究室を主宰している。最近では脳活動計測にもとづいて不確かな環境下で脳内の前頭前野が果たす役割を明らかにした研究が注目された。数理研究の成果を使い、人間と協調するロボットシステムづくりの応用研究も行っている。生命現象のモデル化研究では、生物統計などの手法を発展し応用する研究をベースに、神経細胞の機構をコンピューターで表現するシステム生物学に挑戦している。

データベース学講座の植村俊亮教授は、ゲノムデータなど多様なデータを処理、検索、蓄積できる、使いやすいデータベースシステムづくりを進めている。

また、新設された二講座の責任者である作村諭一助教授と川端猛助教授は、それぞれ、システム生物学とタンパク質構造機能予測の分野で将来を期待されている若手のホープである。

こうした講座は、テーマに応じて他の研究科の講座とも有機的に連携し、新分野を開拓していく。研究の歴史が浅い情報生命科学は、どの分野と結びつかかわからない不可視の要素が多いだけに、大きな発展が期待できそうだ。



# 人間心理を取り入れた システムづくり

情報科学研究科 システム制御・管理講座

教授 西谷 紘一

## 運転者優位の クルマづくり

人間が機械を扱う際、いかに使  
い勝手をよくするか。マン・マシ  
ン・インターフェイス（人間と機  
械のかかわり）は、人類が進化の  
過程で道具を発明して以来、永遠  
の課題だ。コンピュータがめざま  
しく発展し、人間と共同作業でき  
る域にまで達した情報社会では、  
いかに効率よく機械をコントロー  
ルするか、人間の心理まで取り入  
れた設計が要求される。

「人間と機械の調和を重視して、  
より高度な制御を実現したいと思  
っています」と西谷教授。研究対  
象は、工場で製品を作り出すプラ  
ントや自動車、ロボットと現代の

ものづくりの最先端で重視される  
システムや装置だ。

西谷教授は、化学工場や原子力  
発電所など大規模なプラントのパ  
イプラインでつながった装置や機  
器群の制御について研究してい  
た。その中で、異常を監視するオ  
ペレーターの心理状態まで考慮し  
て、操作ミスを防ぐシステムを初  
めて開発した。

その成果が反映されたのが、自  
動車ドライバーの心理状態を考慮  
して安全に走行できる運転支援シ  
ステムやハードの研究だ。自動車  
教習所にあるようなドライビング  
シミュレータ（運転模擬実験装  
置：図一）を使い、道路や周辺の  
街の様子、交通状況をCG（コン  
ピュータグラフィックス）で表示

する一方で、被験者はハンドル、  
ブレーキなどを実車感覚で操作す  
る。この方法で、人間と機械の不  
具合によりエラーが発生するプロ  
セスを徹底的に追跡し、安全な自  
動車の設計や運転者の教育に役立  
てる。

この際、運転者の心理に関する  
データを集めるのが人間行動計測  
装置。運転者の脳波、心電図の変  
化や、まばたき、呼吸曲線など人  
間が発するさまざまな生理学的な  
サインをモニターする。このデー  
タから、心身がどのような状態の  
時に事故を起こしやすいかを推測  
し、精神的な面を考慮したモデル  
を構築する。

また、優良運転者と事故経験の  
ある運転者それぞれに実験車両

（図二）で公道の交差点を通過し  
てもらい、そのときの進入速度、  
ブレーキやアクセルを踏むタイミ  
ング、視線移動など行動を比較し  
て危険行動をピックアップ。最近、  
搭載されることが多くなった事故  
防止支援システムについても頼り  
すぎないかどうか、依存度のチェ  
ックを行なうなど多方面からのア  
プローチで取り組んでいる。

「自動車メーカーとの共同研究  
ですが、これからはハードの安全  
性に加えて、運転者の心理、行動  
とどれだけマッチするかがターゲ  
ットになってきたようです」

西谷 紘一  
教授





## ノウハウの伝承

工場プラントのシステムについてもタイムリーな研究開発の成果が評価された。団塊の世代が大量に退職する二〇〇七年を控え、若いオペレーターの教育・訓練のために作った運転技術伝承支援ソフトの開発だ(図三)。

さまざまなトラブルを体験したベテランのノウハウは長期間かけて教え込まないと身につかない。書き残された言葉や書類だけでは微妙なポイントがなかなか伝わらないから、西谷教授は、緊急時



図1：運転模擬実験装置(ドライビングシミュレータ)

などに対処するベテランの作業の様子をビデオに撮影。運転ノウハウのデータベースに、回復作業の手順通りに動画像を貼り付けた。これでトラブルに対処する際に、動画像を引き出せば、微妙な作業の段取りやコツが一目瞭然になる。

このほか、プラント関係では、ひとつのチップに反応装置や分析装置などを収められるマイクロ化学プラント、高効率の燃料電池システムの研究を行なっている。

「研究室の基礎はシステム制御理論です。システムズアプローチ

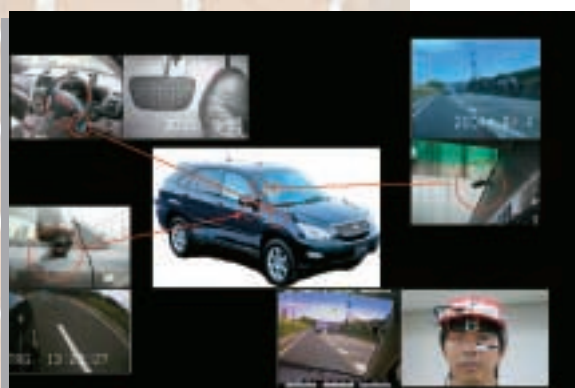


図2：共同研究で用いた運轉行動計測用実験車両

に基づく研究なら、自由な発想で何にでも挑戦しています」

機械的なシステム制御では、工場で製品の組み立てに使うロボットアームなどの研究に挑んでいる。このロボットは関節が多いので自由度が大きく、しなやかな動きをする。「非線形制御」といわれる数学の理論が基礎になっており、こうした理論をもとに、移動体の自己位置推定、地球と月との間など操作してから実際の動きまでに時間差が生じる遠隔操作システム、上下左右のない宇宙空間で使えるロボット、簡単な制御則で



図3：現場技術伝承支援システムの画面例

歩行するコンパス型ロボット(図四)、ムカデ型などさまざまな形の移動ロボットといった夢のある研究を展開している。



図4：飛石の上を歩くコンパス型歩行ロボット



## 胚内の細胞のふるまいを 読み解く

バイオサイエンス研究科 分子発生生物学講座

教授 高橋 淑子

### ニワトリの卵が 研究の原点

教授室のあちこちに愛らしいぬいぐるみのマスケットが飾ってあった。どれもニワトリがモデルなのは、その卵が、研究テーマの動物の形づくりの仕組みの解明に貢献している実験材料だからだ。

鳥の卵はひとつの大きな細胞である。受精した後、殻という容器の中で、いくつかの細胞に分裂して生命の萌芽である胚になり、そこから分化して、骨や血管、神経、筋肉など体の部分品ができる。さらに不思議なことには、それらがあらかじめ申し合わせたかのように立体的な配置に組み立てられてひとつにまとまり、個体として機能し始める。

能し始める。

こうした複雑な生物の営みがどのように進められるか。生命の設計図であるゲノム（遺伝情報）のデータだけでは、細胞の挙動までは読み取れない。その点、ニワトリの卵は、細胞の振る舞いが目の当たりにできる。胚のときは扁平な形だが、発生が進むに伴い、立体的な構造に組みあがるのだ。

「胚の気持ちを考えなさい」と高橋教授はよく学生に禅問答めいた指示をする。遺伝子の機能が急速に解析されはじめたとはいえ、万能の技術ではない。生物を総合的に理解し、本質を見抜くには、全体をつぶさに観察し、重要な変化を見極める能力に加えて、その現象を的確に説明する論理の構築

力を鍛えなければいけない、というのだ。

### がん転移のなぞ 明らかに

このような視点で実験を重ねた高橋教授の研究成果は、まず、体内で細胞群が器官を形づくるさいに、どのような細胞が引き金（境界誘導能、セグメンター）になっているかを明らかにしたことだ。

具体的には、背骨の形が出来上がるまでには、串刺しの団子のように規則的な切れ目が生じ、体節というパーツができるが、そのさいに、切れ目をつくるハサミの役をする細胞をみつけた。その細胞を別の場所に貼り付けて自在に切れ目をつくるという見事な証明をし

たうえ、関係する遺伝子もわかった。

「セグメンターの細胞では、特定の遺伝子が働いていて、隣り合わせの細胞に『離れて行け』と命令している。細胞同士のコミュニケーションがあるのですよ」

さらに、このさいに細胞自体が姿を変える仕組みを突き止めた。器官を構成する細胞群には、シート状にきちんと配列した上皮細胞とバラバラになった間充細胞（かんじゅうしきさいぼう）の二種類の形がある。これらが、饅頭のパターンとそっくりになり、餡（間

高橋 淑子  
教授





図1

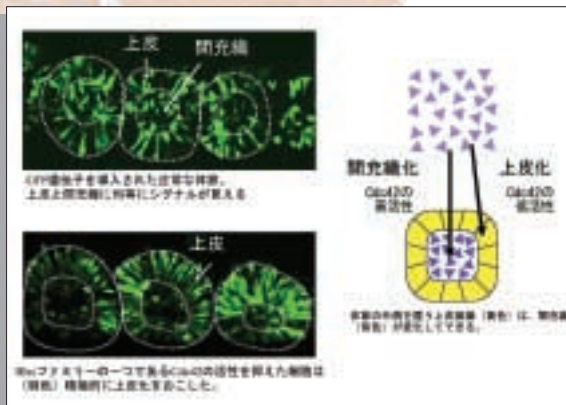


図2：細胞の上皮-間充織転換は、さまざまは形態形成やガンの転移に深く関わります。私たちは、発生中の体の中で細胞がどのようなしくみで上皮化するのかについて、体節形成をモデルとして新しい知見を見いだしました。

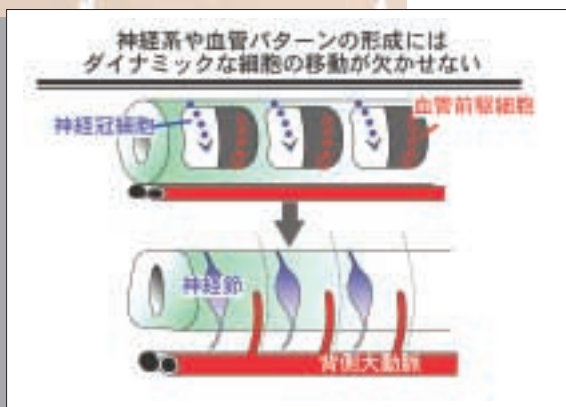


図3：神経系の細胞や血管を作る細胞は、初期発生の過程で体の中をダイナミックに移動し、正しい場所へと到達します。このような細胞移動は、神経-血管ネットワークを作るのに重要です。私たちは、これらの細胞の移動のメカニズムを解明するべく研究しています。

充織細胞)の外側を皮(上皮細胞)でくんだ状態に分化して、他の器官・組織との区切り(境界)をつくっている。元は同じ細胞だが、配置によって変身してしまうのだ。

高橋教授は、生きた胚に遺伝子が導入できる方法(電気せん孔法)を開発して、光るタンパク質の遺伝子を細胞に導入し、これを目印に細胞の変化を調べた。すると、細胞の形づくりに関わる遺伝子のうち、特定の遺伝子の働きが活発になると、上皮細胞ができず、逆だとすべて上皮になってしまうこ

とが分かった。

つまり、この遺伝子の調節により、細胞の形を操ることができるとは、注目されているのは、この現象ががん細胞の転移と関わっていると見られることだ。上皮細胞にできたがんは、バラバラの間充織細胞に転換して組織から離脱し、体のあちこちに転移していく。この現象を食い止める薬剤などが開発されれば、悪性になりやすい転移がん退治に大いに役立つからだ。

また、体節の研究に関連して、神経や血管という体内のライブラ

インになるネットワークの形成について、末梢神経などの元になる神経冠細胞や血管に分化する前駆細胞がどのように体内を移動し、コミュニケーションを取りながら配線されるかを調べる研究も進めている。

### 生物学こそわが人生

「自分が見つけた生物のなぞを、論理を駆使して解いていく。これほど面白い人生はありませんよ」と高橋教授は楽しそう。このような姿勢は、一九八八年からフランス国立科学センター発生生物学研

究所所長だったニコル・ル・ドワラン博士の元で研究を行なったさいに身につけた。当時、人数の上で圧倒的に男性優位の科学界の中で、発生生物学の権威として知られた女性科学者は、凛として妥協を許さず、独自の発想、完璧な論理による研究成果を求めた、という。

「(彼女の)研究室には世界中から優秀な女性研究者が集まってきていました。日本も今から若い女性研究者を積極的に育てる努力を始めるべきです」と強調した。





# 究極のメモリーに挑む

物質創成科学研究科 演算・記憶素子科学講座

教授 塩寄 忠

塩寄 忠 教授



## 電源をオフしても 記憶し続ける

デジカメ、ノートパソコン、携

帯電話とIT（情報技術）を駆使した電子機器はだれもが持っているほど普及した。どこへでも持ち運べる便利さに加えて映像など機能の競争が展開されている。その分、作り手にとっては高度な技術が要求されるわけで、情報の記憶などの機能をコンパクトに集積したり、消費電力を少なくしたり、たえず限界への挑戦ともいえる努力を重ねなければならないのだ。

このような時代の要求に応じて究極のメモリー（記憶装置）づくりに挑んでいるのが塩寄教授の研究室だ。材料は強誘電体といわれ

る化合物チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）で、このメモリーはFeRAM（強誘電体メモリー）と呼ばれる。強誘電体の特徴的な性質は、外部から電圧を加えなくても、結晶の内部に正負の極性があり、電圧によって極性を切り換えることができ、その後、電源を切ってもそのままの極性状態を保つ。つまり、二つの極性をそれぞれ「0」「1」に対応させれば、コンピュータの演算に使う「0」「1」の二進法で表現される情報を記憶できる。しかも電源がオフされても情報が残る「不揮発性」という性質があり、消費電力も少なくてすむ。

現在のコンピュータではDRAMと呼ばれる、静電荷で記憶する安価なメモリーが主流だが、電源を入れたままにしておかないと記憶は消えてしまう。こうしたことから、FeRAMは「書き換えが低電圧・高速で自由に行えるのに、電源を切っても記憶を続け、消費電力も少ない」と携帯情報機器の普及とともに注目されはじめた。現段階では、定期券に使うICカード、ゲーム機など小規模の容量のメモリーに使用われ始めている。

## 原料を大量、安定に供給

こうしたメモリーづくりは、研究開発途上も含めてライバルが多い。それが時代を制するか、流行があれば、メーカー側の方針、経済事情もある。FeRAMも機能では評価されながら、高集積化、長期信頼性を高めるといふ課題があった。その突破口を開く可能性がある手法を開発したのが塩寄教授である。高集積化をするには、シリコン基板のうえに、強誘電体を薄膜にして重ねなければならない。そこで、MOCVD（有機金属気相成長法）を改善して確実につくることができる方法を開発した。これは原料を気化させて基板の上で薄膜に成長させる方法。これまで原料を加熱して気化し、その蒸気圧で運び、反応させていた。塩寄教授は原料を液体に溶かしておき、霧状にして移動させ、反応の

直前で加熱・気化することにより成功した。

「大量の原料を安定に処理でき、鉛などの成分も外に出ない安全な方法です。創意工夫があれば、道は開けます」と塩崎教授。

## 環境にやさしい電子材料

研究テーマは強誘電体のほか、圧力を電圧に変える圧電体など機能性の電子材料で素材はアドバンスド（先端的）セラミックスが中心だ。日進月歩の技術開発でライバルが多い分野だけに時代を読み、いち早く応用に結びつける。

環境にやさしい電子材料の開発もそのひとつ。炊飯器などに使われる一定の温度を感知し、且つ電

流をオンオフするセンサー兼ヒーターだが、このセラミックス製の材料を鉛フリーでつくることに成功した。材料に含まれる鉛を他の分子に置き換えても、同等の性能を実現することができた。

EU（欧州共同体）で二〇〇六年七月から、電気・電子機器について鉛、水銀など有害六物質を含む製品が例外を除いて販売できなくなつたため、塩崎教授は「国際基準は強化される傾向にあり、それを見越して早手回しに技術開発を進めていくことは、今後、必要になってくるでしょう」と予測

する。

今後の研究については「電子材料の研究もこれまでの家電など常温常圧の環境で使う素材に加えて、自動車のエンジンのような高温高圧の環境、微小化して生体内に使うなどテーマを広げて行きたい」と話す。思いがけない発展がありそうな期待を抱かせた。

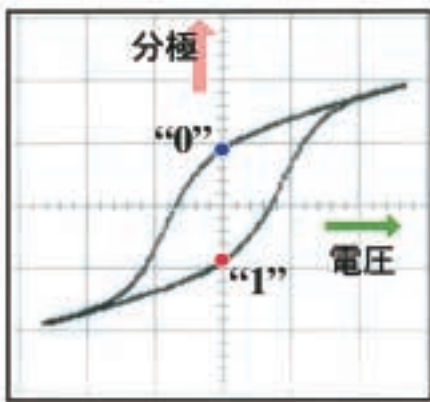


図1：強誘電体薄膜メモリの原理  
電圧ゼロで2つの安定した分極状態（極性）を持ち、極性が外部電圧（1～2V）で高速反転可能。

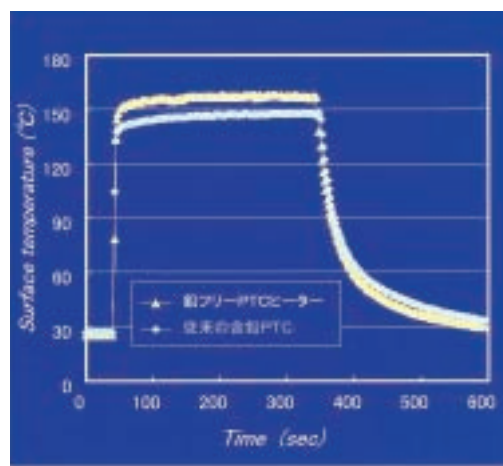


図2：鉛フリー材料を用いたPTCヒーター（左）とそのヒーター特性（右）。従来の鉛含有のものと同等の特性を示す。（株）NEOMAXとの共同研究成果



## 『レブンアツモリソウ』の

## 開花に成功！

バイオサイエンス研究科 植物細胞工学講座

教授 佐野 浩

8月31日(木)、奈良先端科学技術大学院大学の植物温室で、北海道礼文島の固有種で、特定国内希少野生動物植物種及び北海道の天然記念物に指定されている『レブンアツモリソウ』が開花した。バイオサイエンス研究科 植物細胞工学講座 佐野浩教授、元北海道教育大学 谷口弘一教授らの研究グループの成果である。



レブンアツモリソウ群生地

『レブンアツモリソウ』はラン科の植物で、淡黄色・クリーム色の花をつけ、希少なことと美しさから盗掘が相次ぎ、数が激減してしまい、現在、礼文島の群生地(保護地)において管理・保護されている。

佐野浩教授らは、環境省、農林水産省森林管理局、北海道庁、礼文町の協力を得て、約十年前から礼文島の群生地を訪れ、『レブンアツモリソウ』や『カラフトアツモリソウ』の遺伝子解析や種の保存に取り組んでいた。その一環として、『レブンアツモリソウ』の種子を採取し、平成十一年に奈良先端大・植物温室において播種・育成を開始した。

開花には通常、自然条件下では十年以上かかるが、今回は約七年という短い期間で開花に成功したわけである。それには温度・湿

奈良先端大で開花した  
レブンアツモリソウ

度・土などの環境設定の難しさや、水やり・栄養などの世話など様々な苦労があった。

今回、『レブンアツモリソウ』の未熟種子を試験管内で発芽させ、幼植物にまで成長させる基礎技術が確立したことにより、これまでできなかった人工的な増殖が可能となった。今後の大量栽培に道が拓けたとともに、現地への移植による種の保存に役立てる成果となった。

## 【佐野教授のコメント】

地球の健康度を計る目安は生物種の多様性と言われています。現在、地球全体で百七十五万種が記載されていますが、今世紀末までに、二〇%以上が絶滅するだろうと予測されます。絶滅危急種の保全はそれこそ、緊急の課題です。今回、『レブンアツモリソウ』をモデル系として、人工増殖ができたことは、そのためのひとつの道をひらいたことになると思います。現地移植による遺伝的多様性の攪乱など、考慮しなければならぬ課題は多いのですが、礼文島全島がふたたび『レブンアツモリソウ』で覆われる日がくることを夢見ています。



佐野教授(左)と安田学長(右)

## 『植物力 人類を救う バイオテクノロジー』

新潮選書 191ページ  
定価 1,000円(税別)  
発売 2006年7月25日

バイオサイエンス研究科教授  
新名 惇彦 著



数十年後には、人口の増加に対し食糧・水の不足が訪れ、化石エネルギーが枯渇し、地球温暖化など環境も悪化する。このような地球と人類が抱える2050年問題について著者は警告する。しかし、この事態は、降り注ぐ太陽光のエネルギーを蓄えた植物の力、バイオマスを利用することで回避できるという。遺伝子組み換えなど最先端のバイオテクノロジーが植物の能力を高めている事例を上げ、未来の地球のあり方を展望している。

バイオサイエンス研究科 植物代謝調節学講座  
<http://bsw3.naist.jp/shinmyou/sinmyou.html>

## NAIST 21世紀COEプログラム 「ユビキタス統合メディア コンピューティング」成果報告会

**日時** 平成18年12月8日(金) 10:00~17:00

**場所** 秋葉原コンベンションホール

東京都千代田区外神田1-18-13 秋葉原ダイビル2F (JR秋葉原駅から徒歩1分)

**主な内容** 拠点リーダー、コアリーダーによる成果報告プレゼンテーション  
研究グループによる研究成果のデモ展示、ポスター展示 他

**参加費** 無料(要・事前参加登録)

**連絡先** 奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)21世紀COEプログラム 情報研究拠点推進室  
電話: 0743-72-5935 FAX: 0743-72-5955 E-mail: 21coe-staff@is.naist.jp

詳細はホームページをご覧ください。 <http://isw3.naist.jp/21COE/symposium2006/index.html>

## 第10回 NAIST科学技術セミナー 分子フォトンクス・エレクトロニクスの展望

**日時** 平成18年12月8日(金) 13:00~17:00

**場所** 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 大講義室

奈良県生駒市高山町8916-5(けいはんな学研都市)

**参加費** 無料 **定員** 100名(先着順)

**連絡先** 奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)物質創成科学研究科 事務室

電話: 0743-72-6006 FAX: 0743-72-6009 E-mail: ms-hp@ms.naist.jp

詳細はホームページをご覧ください。 <http://mswebs.naist.jp/whatsnew/seminar2006/index.html>

「せんたん」は本学の研究活動及び成果を情報発信することを目的とした広報誌です。最先端科学技術を一般向けに分かりやすく紹介するため、坂口至徳客員教授が執筆を担当しています。



### 筆者紹介

坂口 至徳(さかくち よしのり)

1949年生まれ。産経新聞大阪本社特別記者、本学客員教授。京都大学農学部卒業、大阪府立大学大学院農学研究科修士課程修了、75年産経新聞社入社。社会部記者、文化部長、編集委員、論説委員などを経て、2005年2月から現職。2004年10月から本学客員教授として大学広報のアドバイザーを務める。





NAIST®

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学  
Nara Institute of Science and Technology

発行/平成18年11月

企画・編集・発行/奈良先端科学技術大学院大学 教育・研究支援部 企画・総務課 国際・広報・地域連携係

〒630-0192 奈良県生駒市高山町8916-5 (けいはんな学研都市)

TEL:0743-72-5026 FAX:0743-72-5009

E-mail:s-kikaku@ad.naist.jp URL:<http://www.naist.jp/>



古紙配合率100%再生紙を使用しています