

サイエンス&テクノロジーの座標 時代への提言

せんたん



2006
vol.14 no.5

Contents

NAISTインタビュー
村井眞二理事に聞く ——— 1

知の扉を開く
—NAISTの研究者たち— ——— 11

TOPICS ——— 13

NAIST インタビュー 村井眞二理事に聞く

大学の实力を知らせる努力が必要



奈良先端科学技術大学院大学は、全国でも珍しい有機的な研究教育システムを備えている。ITなど情報、バイオ、および新素材など物質という最先端の三大分野にテーマをしぼっている。さらに、それぞれの分野が融合して新たなテーマを生み出し挑戦するという現代科学事情にマッチした戦略だ。二十一世紀COEプログラム（卓越した研究拠点）に採択され、競争的研究費の獲得率が高いなど实力を示すデータが積み重なっている。本学理事でJST（科学技術振興機構）上席フェローの村井眞二氏に、日本の科学研究の進展のなかでの奈良先端大のあり方を聞いた。

大学構想の先見性が 証明された

奈良先端大の理事として、JSTの上席フェローとして、本学をどのように見えていますか

村井理事 奈良先端大の印象は、第一にすごい实力を持っている大学院大学であること。日本では文句なしにトップクラスで、私はベスト五に入ると思っています。

ところが、そのことが世間にはほとんど知られていない。原因はいろいろあって、大学ができてあまり年数が経っていないのも一因でしょう。（研究費の獲得額など）さまざまな数字が突出し、しかも傑出して良く、アクティビティもいのに、日本の中ではそんなに認識されていない。特定の狭い専門分野のプロには奈良先端大はすごいと思われていますが、一般の科学技術に携わる人はそれほど知らない。もっとすさまじいのは若者の間ではほとんど知られていないことです。

第二は、奈良先端大が、研究教育面でカバーしている領域は人も羨むいい陣地を取っていること。

科学技術のメインストリームで、非常に将来性がある場所に布陣しているわけです。

たとえば、全国の大学の工学部を見ると、（テーマが現状に合わず）お荷物になっている学科を結構抱えている。どのようにリニューアールを図るかということが、全国の工学部や大学院の課題になっています。

その理想的なゴールが奈良先端大の布陣です。情報とバイオと物質という三本柱にする設計は新しくできた大学だからこそ可能であった最大の強み、すごい魅力だと思います。しかも奈良先端大は、その中でトップクラスの研究を行い、教育に関しては非常に地味な努力を積み重ねている。だから、すばらしいと思うのですが、このこともあまり知られていない。

だから、奈良先端大については、あまり問題はなくて、世間の認識のギャップを埋めたら、もうこれで立派に目的は果たせると思います。しかし、この認識のズレを放っておくと、（優秀な学生が来なくなるなど）大変なことになる。

幸い、平成十八年度は広報活動に力を入れることになりました。

東京駅に広告の電気看板を出すなど思い切った努力が始められていきます。どんどん積極的にアピールしてほしいですね。

実力と知名度に認識のズレがあるかどうかのような影響が出るのですか

村井理事 大学院の研究や教育の内容を的確に伝えるメディアが国内にありません。予備校が、そのような情報を流していますが、対象は大学受験生で、大学院がターゲットにする学部学生ではない。学者や研究者仲間の口コミで学生に伝わっているのが実状です。

一般的に大学の選択についてはブランド力を基準にして動いていますが、そのブランドを奈良先端大は形成できていない。ある古くからある有名大学について見ると入学するのにさほど学力は必要ないが、卒業時には学生にブランドイメージのハクが付いている。奈良先端大は実力主義だけで、全くもっていない。

この問題は、日本に科学技術が本当の意味で育たない事情と関係しています。まず、マスメディアが自分の力で判断していない。一般の知識

人の教養の中に科学技術が入ってくる割合が非常に少ない。一般向けの科学誌が育たない。科学技術に対する社会の未熟さから、大事な情報が伝わらない。こうしたマインスの流れに奈良先端大が乗せられている面もあるのでしょうか。

文部科学省が世界に通用する研究・教育の拠点をつくるために二十一世紀COEなどの制度を導入し、審査していますね。大学の客観的な実力評価といえ、奈良先端大はどのような位置にあるのでしょうか？

村井理事 トップ三〇に入る大学の中で、大学の全専攻のうち何%がCOEと関わっているかというカバラー率で見ると、二〇%を超えているところはほとんどない。ところが、奈良先端大は六十六%もカバーし、異様なほど突出している。大学創立時の研究教育の設計図で一番いい領域ばかり選んだのが功を奏した。この事実を大いにアピールすべきです。

COEは費用対効果が高い政策で、マスメディアが注目したことから、大学人も熱心に動いた。大学の中で今までのような年長者が

尊敬されるといふ風土を實力あるプロジェクトリーダーが偉いと思なされるような風土へと大学の文化まで変えてしまった。

具体的には奈良先端大の布陣のどのような点がよかったのでしょうか

村井理事 非常に変化が激しい領域をとった。しかも、「サイエンス」と「テクノロジ」と「社会的要請」の三つを見通した講座内容と担当教員を持つてきたというのは素晴らしい発想です。社会ニーズを見ているので、研究教育が活きていると思います。

象徴的なのは、第二期科学技術基本計画（二〇〇二年 二〇〇七年）で重点四分野として、ナノテク、環境エネルギー、バイオ、情報を決めました。奈良先端大もそこに落ち着いている。それは一番いい布陣を敷いていたことの証明ですね。

民間企業からの人材の登用も積極的です

村井理事 それは大きな特色です。企業経験がある研究者は、研究の納期という感覚がある。研究はスピードです。また、研究成果の権利関係のセンスがある。企業の現場で修羅場をくぐり、これからの研究に必要な感覚を当たり前のように身に着けた教員は、大学育ちの教員に良い影響を与えられると思います。

企業からの研究者にとっても大学では自分の名前を出して研究できるのです、新しいテーマに挑戦するバネになります。



奈良先端大は研究者一人当たりの競争的資金の獲得率が日本一で、充実した研究設備があるという好条件を持っています。さらに研究の質を高め、発表するにはどのような配慮が必要でしょうか？

村井理事 二つあります。ひとつは学生の質の確保です。学生は、先端大がどれほどレベルの高い研究、教育を行っているかわかれれば必ず来てくれます。そのため、まず、若者がよくアクセスするインターネットのホームページを充実させる必要があります。従来のカタログ形式ではなく、米国の大学のようにホームページで楽しみながら対話しているうちに自然に目的の研究室にたどりつけるパターンなど、安易に業者に丸投げするのではなくITと若者事情とに詳しい学生に手伝ってもらうなど熱意を持って工夫すればよいものができるでしょう。

もうひとつが、企業からきた研究者が大学というメリットを生かして情報網を広げられるような環境づくりでしょう。企業からもたらされた情報の賞味期限は五年だと思います。その教員が異なる環境で新たな情報網を開拓するのは

相当の努力が必要ですが、それをサポートするような文化ができれば、産学連携という大学の大きな特色を生かすことができるでしょう。



環太平洋化学会議の主宰者としてあいさつをする村井氏

日本がリードすれば、 科学技術は高められる

日本の科学技術研究の将来
像についてお聞きしたい

村井理事 日本の科学技術研究は、世界のトップを走っている部分がかかなりある一方で一生懸命に追いつく必要がある分野、領域もあるわけです。そこで難しいのは、どの分野に重点的に投資するかということ、何年先を見るかによって対象が全然違います。

私の専門分野の物質科学を例にすると非常に幅が広い領域をカバーしている。たとえば、富士山のピークを目指してみんなで競争して登ろうというのではなく、いろいろな山があつてそれぞれに登っているというパターンです。

世界的に見れば、これまで、欧米がライバルだったのが、中国がかなり力をつけて、一部の分野では日本を抜いているケースもある。そこで、中国にパートナーシップが持てるところがあるかどうか探り、アジア全体を科学技術研究や生産のひとつの極とする政策も必要になってきました。

科学技術の関連として明日は今日より良くなるという右肩上がりの発想は終わっていると思います。市場原理を離れて、多くの人がつつがなく暮らしていくには、三十年先に何が重要で、そのために何をしなければいけないか。コンセンサスづくりを日本がリーダーシップをとって始めなくてはいい。大学の研究にとっても大事な発想です。

このような状況をつくりだすには、まず国民のコンセンサスが重要で、その方法としては「規制」という法律の形で合意することが望ましい。地球環境を守るための厳しい規制を日本ができれば、他国はその規制をクリアできるほど技術を高めなければ輸出できない。結果的に日本が世界の技術力を先導していくことになります。

研究者にとっても発想の転換を迫られる重い課題ですね

村井理事 もうひとつは、成果主義の問題です。何を基準にするかということです。(独立法人化後の)大学は、骨太の基本的なサイエンスを実現して、多くの有用な

技術を開かせる、というのが、本筋になってきました。研究に對価が支払われるので、研究成果の良し悪しは極めてわかりやすい。

しかし、何かを根本的に変えるような研究を目指すことも大事だと思えます。傍から見たら奇人変人に見えても、信念に基づいて突き進む。そのような研究者が研究を続けられるのが大学の意義で、世界中の人が使わざるを得ないようなすごい基本特許が生まれる可能性があります。

たとえばノーベル化学賞を受けた野依良治博士の触媒の研究でも、技術として花開くまでに三十〜四十年かかっている。大きなアイデアが有用な技術として花開き、すべての社会的な制約をクリアするまでには、それだけ時間がかかる。その重要度が最初からわかる。ときも、そうでないときもある。リーダーはうまくいかないときに、研究者を信頼してサポートし続けることが重要でしょう。

研究グループの総括をしていますが、若い研究者にいつもこう言っています。「できるだけ論文の数を少なくしなさい。論文をたくさん書いたら税金をかけるゾ。」論文

の数を少なくすると、論文の質が桁違いによくなり、国際的にも尊敬され、よく引用される内容になります。

先端大の環境は 一流料理のよつなもの

奈良先端大でもそのようなサポート体勢はとれるでしょうか

村井理事 奈良先端大は、若い研究者に分野を越えた融合研究の提案の場をつくるなどさまざまな試みをしています。分野融合を前面に出すのは、この大学でしかできない強みで、日本の科学研究はそのような方向に動いていく必要がある。自分の母屋（領域）は守りながら、プラスアルファとして、どこかと研究・協力する作業は大事ですね。

ところで、村井先生は触媒化学の分野で大きな業績を上げておられますが、化学研究に入られたきっかけを教えてください。大学を受験された昭和三十一年代は工学部の化学は非常に難しかったようですが

村井理事 自身はいろいろなことをしたかったが、なぜか化学にまわってしまった。

高等学校の時に大阪市立大学の井本稔教授（当時）の著書『ナイロンの発見』を読んで、「化学はすごい」と思った。それで大阪大学の工学部応用化学科へ進んだわけです。

最後に、奈良先端大の院生に、研究者の大先輩として伝えることはありますか

村井理事 若い人はいずれ戦場に立つ。サイエンスであれテクノロジィであれ。そのために訓練しておかなければならないことは多い。自分を律しなければ、訓練に耐えられないか、ものにならないかもしれない。でも今は訓練中だと思って、一生懸命にやってみよう。

例えば、英会話が堪能だとしよう。外国旅行でいっぱい面白い人に出会

えることは想像できる。そのために、長い間、文法・単語を覚える。院生は今その時期にあり、いずれ英会話という形で実る。そう思うと自分の時間の有意義な使い方が出来る。

奈良先端大がいいのは、研究・教育環境の面でいい味を食えるからだ。いい料理人になろうと思つたら、一流の料理を食わないとわからない。特に駆け出しの頃は。その点、奈良先端大に居る間は安心しろ、皆さんは一流の料理人の味（つまり、一流の研究というもの）を味わえるのだ。



Profile

村井眞二（むらい・しんじ）
大阪大学大学院工学研究科修了。昭和62年に同大教授となり、平成14年から名誉教授。現在、本学理事、日本のサイエンスを支援する文部科学省の外郭団体であるJSTの上席フェロー、プラザ大阪館長などを務める。昨年からは日本化学会会長。十二月には米国で七十カ国が参加する環太平洋化学会議を主宰した。

先端技術が医療を支える



太田教授

物質創成科学研究科 生体適合性物質科学講座
教授 谷原 正夫

物質創成科学研究科 光機能素子科学講座
教授 太田 淳



谷原教授

人工の臓器・組織づくりなど最先端の技術が医療の現場で導入されるようになってきた。皮膚や骨など体を支え、保護するだけでなく、素材自体が強力に働きかけたり、失った機能を取り戻したり、とグレードアップした研究開発が急進展している。奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科の講座研究の中からは、こうした次世代の医学に貢献する成果が生まれ、産官学連携プロジェクトの核になる研究として大きく膨らんでいる。

タンパク質の機能を凝縮する

生体の中での生命の営みはナノ（十億分の一）メートルサイズの分子のやりとりで行われる。だから、生命のシステムになじみやすく、機能を十分に発揮する素材の開発には、ナノテクノロジー（超微細加工技術）をはじめ、生物の機能をうまく代替するバイオミメティック（生体模倣）などの研究分野が入ってくる。もちろん、実際に使う臨床医学からのアプローチも不可欠で、こうした集学的な知の連携と融合の中核にあるのが素材という基本的なモノづくりの研究分野だ。

「生き物の仕組みをタンパク質の構造やゲノム（遺伝情報）から理解して、目的の機能を果たすモデルを考え、これをもとに新しい材料を分子のレベルで設計し、実際に作製して作用を確かめる。その繰り返しです」と生体適合性物質科学講座の谷原正夫教授は研究の方法を説明する。

文部科学省の知的クラスター創成事業の研究プロジェクト「ゲノム情報と物質科学を融合した医療材料のための技術開発」のリーダーを務める谷原教授は、生命の担い手であるタンパク質の構造から有用な機能を引き出し、スーパータンパク質を誕生させるのがテーマだ。

最近の成果を紹介しよう。

まず、食品や化粧品、医療で盛んに使われ、若返りにも役立つと人気があるタンパク質、コラーゲン。牛海綿状脳症

（狂牛病）と関連するという指摘もあるが、これを人工的に安価で安全につくり、天然物を上回る性質を持たせることに成功したのだ。

タンパク質は多種多様なアミノ酸が鎖のように長くつながっている。谷原教授は、アミノ酸の配列の中で、コラーゲンの特徴である三重らせん構造を示す部分に三種類のアミノ酸が特徴的に繰り返すつながっていることに気づいた。化学合成の研究に長く携わってきた経験がモノをいった。この三種のアミノ酸の繰り返し配列を中心にタンパク質をつくったところ、天然と同じように三重らせんの構造を取り、繊維状になったうえ、天然だと三十七度でらせん構造がほぐれるのに、八十度でも安定だった。

「タンパク質は長い鎖のままだと機能を失いやすいが、短く切って数個の単位（ペプチド）にすると機能を発揮しやすい。ちょうどいろんなブロック（機能）を組み合わせるレゴのようなものです」と谷原教授は話す。

すでに実用化段階にある「人工骨」もタンパク質の作用を見極めたものだ。周囲の細胞に働きかけて骨化するタンパク質（BMP）は、欠損した骨の修復に有効だが、細胞を分化する作用も併せ持っている。なので、野放図に使うと副作用を起こす。そこで、造骨の機能を果たす最小部分を抽出してペプチドをつくり、あらかじめ開発してあった足場となる骨様保持材に添加しネズミの体内に埋め込む実

知の扉を開く。

NAISTの研究者たち

ソフトの信頼性を実証する

情報科学研究科 ソフトウェア工学講座

教授 松本 健一
助教授 門田 暁人

ソフトの信頼性を確保

たとえば、銀行のATMは、現金の出し入れをはじめさまざまな取り引きを扱う巨大な金融システムの情報端末だ。一旦トラブルを起こせば、個人の生活から企業経営まで大きな影響が出ることは、これまでの事故で証明済みである。今後、交通の管理システムなど高度情報社会を支えるシステムは、製作者が異なる多種のソフトウェアを寄木細工のように組み合わせられて統合されるなどして急速に肥大化する。このような情勢の中で、ソフトを開発し、運用、管理する際に、どんな条件でも安定に

機能するという高度な信頼性の確保は緊急の課題になっている。

「ソフトの開発、利用、管理を支援する技術について、研究室内の理論面の研究とともに、企業などでそうした技術を実際に使ってもらい有効性や妥当性を確かめる実証実験にも力を入れて取り組んでいます」と松本教授は説明する。実証実験では、ソフトの品質や生産性について、科学的に評価できる定量的なデータを収集する。想定外のトラブルが発生していれば、原因を突き止め改善する。逆に、問題がなければ科学的なお墨付きが得られたことになり、ソフトの使用を推進することができ

る。これまで小規模のソフト開発では「経験と勘」に頼る部分があり、事故処理など担当者しか分かんず手間取っていた。これが解消され、ソフト自体の信頼性が増す。この手法は、エンピリカル（実証的）ソフトウェア工学と呼ばれ、米国で生まれ、最近にわかに注目されている新しい分野だ。高度なIT社会をつくるための文部科学省のプロジェクト「e Society 基盤ソフトウェア開発支援システム」の産官学連携プロジェクト「データ収集に基づくソフトウェア開発支援システム（EAS Eプロジェクト）」（研究代表者、鳥居宏次奈良先端科学技術大学院

大学前学長）で主要課題になっており、松本教授は分担研究の責任者だ。EASEプロジェクトからは、ソフトの開発時に、進捗状況やトラブルの発生状況をグラフで表示できる可視化ツールが生まれた。ソフト開発の経験が少なくても、現状を的確に把握できるので、ソフトの品質低下を避けることができる。インターネットで無料配布しており、企業のソフト開発にかかるコストの削減に役立つそう。

松本 健一
教授

盗用防ぐプログラムの痣

一方、門田助教は、ソフト管理の大きな課題である機密保護や盗用防止などセキュリティ技術の研究を手掛けている。

ソフトのセキュリティと、それを違法に破ろうとする技術はいたちこっここで進化している。解読を困難にする暗号など鍵となる防御の技術は、最近ではソフトに組み込まれているため、ソフトを解析

されればいずれ明らかになってしまふのだ。

門田助教はソフトの著作権という知的財産の保護のために、新たな方法を提案している。ソフトの盗用の場合、元のソフトを巧妙に改造し、新開発のソフトとして売り出すケースが問題となる。解析して元のソフトを盗用したことを探り当てれば告発できるが、高度な専門知識が必要だ。自分の署名をこっそりと書き込んでおく

「電子透かし」もあるが、事前に見破られて消されるケースがある。

そこで、門田助教は「プログラムの痣(あざ)」を見つけてという方法を提案した。元のソフトに固有の特徴のうち改造したソフトでも変化しない基本的な部分を調べればよい、というものだ。「電子透かしについても見破られにくく消しにくい技術を開発されています。思いもかけない技術で破られることもあり、まず、盗用の

手口を先回りして見抜くことが大切です」と門田助教。セキュリティをめぐるバトルはまだまた続く。

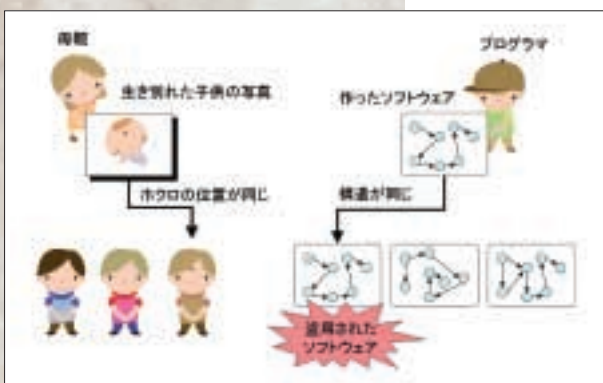
このほか、ホームネットワークサービスマネジメントシステムなど研究室のテーマは幅広い。松本教授は「ソフトの開発や利用の形が多様化する現状では、学生の好奇心や柔軟な思考をつまぐ組み合わせることも、既存の技術にとらわれない実用的な研究につながるでしょう」と話している。



エンピリカル(実証的)ソフトウェア工学



EASEプロジェクト



ソフトウェアの痣(あざ)による盗用の発見



門田 暁人 助教

植物の生き残り戦略を解明

バイオサイエンス研究科 形質発現植物学講座

教授 田坂 昌生

一世代を地面に固定して生きる植物は、環境に対応する機能や戦略を身につけている。そのひとつが、「植物の茎はまっすぐ上に向かって伸び、根は下部に、側根は横に張る」という基本的な性質で重力屈性と呼ばれる。経験的には常識なのだが、その仕組みについては大きな謎だった。十九世紀の有名な科学者、C・ダーウィンも「進化論」を著す前に大いに悩んで研究に励んだが、結論を出せなかった。

働く重力を植物体のどこかでセンサーのように感じて体勢を立て直しているはず」という発想で研究に取り組んだ。

遺伝子がよく研究されているシロイヌナズナという植物を使い、鉢を倒した時にうまく立ち上がれないように突然変異した個体の遺伝子をしらみつぶしに調べた。正常の植物の遺伝子と比較し、この突然変異体に欠けた遺伝子があれば、重力を感じる細胞と関連していると考えられるからだ。この結果、9個の関連遺伝子を突き止めた。

この成果を手がかりにして、ついに目的の細胞を明らかにしたが、その機構はまさに水準器だった。

茎の内側の内皮細胞に位置し、細胞内の液胞を貫通している細胞質に含まれ、自由に動き回れるアミロプラストという細胞内小器官

が重力を感じていた。これが沈んだ方向を重力の方向と判断していたのだ。さらに、この細胞は茎の縦軸の周りで同心円柱状に並んでいるので、どの方向に傾いてもわかる。

「これまで細胞を固定し電子顕微鏡で観察するなど、生の細胞で研究されていなかったのを見つからなかったのです。体重計に例えば、重さを量る部分がわかったので、今後、その情報を表示し、伝える部分のメカニズムを解明していきたい」と田坂教授は研究方針を説明する。

アミロプラストが蛍光を発するようにつるが巻きつくなど植物が生き延びるためのさまざまな戦略と関係しており、未開拓の分野として研究が発展しそうだ。

このように突然変異体などを使う分子遺伝学の手法で田坂教授らは、植物体の形づくりに関わるさまざまな遺伝子を同定し、その仕組みを明らかにしている。

植物体の地上部の器官である茎、葉、花については、これらをつくる組織の先端部にある成長点という分裂組織を調べ、関連遺伝子を明らかにした。

また、地下に伸びる根についても、側根の形成を促す植物ホルモン

倒れるナズナが教えてくれた

その謎を世界で初めて解明したのが田坂昌生教授である。その仕組みには実に巧妙な仕掛けがあった。

植物が茎や根、花など形をつくる仕組みの研究で知られる田坂教授は、まず「地面に対して垂直に

深まる遺伝子研究

このように突然変異体などを使う分子遺伝学の手法で田坂教授らは、植物体の形づくりに関わるさまざまな遺伝子を同定し、その仕組みを明らかにしている。

植物体の地上部の器官である茎、葉、花については、これらをつくる組織の先端部にある成長点という分裂組織を調べ、関連遺伝子を明らかにした。

また、地下に伸びる根についても、側根の形成を促す植物ホルモ



田坂 昌生
教授

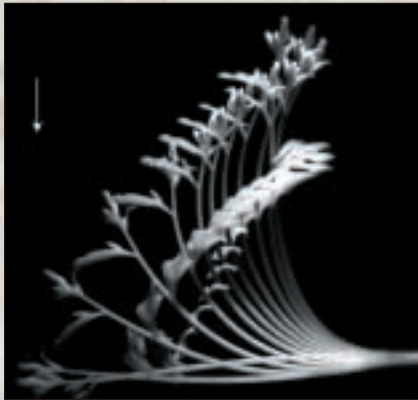


図1：シロイヌナズナの花茎の重力屈性；鉢を暗い所で倒し、一定時間毎に撮った写真を重ねて一枚の写真にした。花茎は次第に起き上がり、約90分で上を向く。矢印は重力の方向を示す。

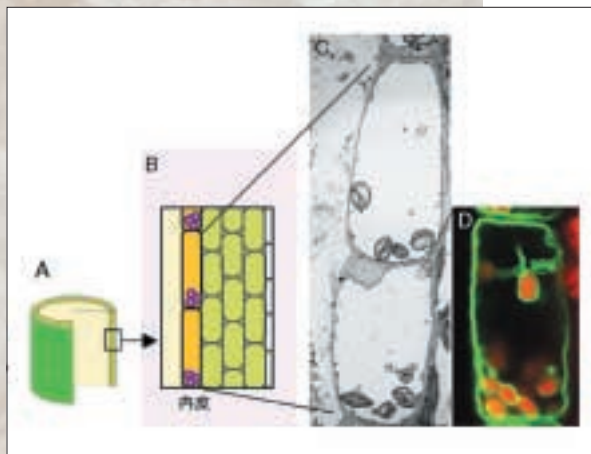


図2：シロイヌナズナの花茎の中の様子；花茎（A）の縦断面の一部を拡大した模式図（B）の内皮が重力を感じる細胞。この細胞の中には大きな液胞があり、その膜〔（D）の緑色の線〕に包まれるようにして、アミロプラスト〔（D）の赤い粒〕が存在する。



図3：茎の成長点ができない変異株；左は正常な芽生えで2枚の子葉とその間に成長点があり、新しい葉が生じている。右は成長点ができず、2枚の子葉が融合してウィングラスのようになった変異株。

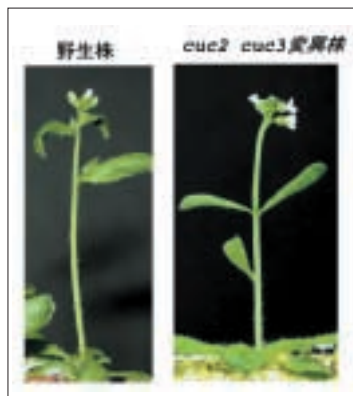


図4：枝のできない変異株；左は正常な植物で、葉の基部に新しい芽ができておりこれが伸びて枝になる。右は、葉の基部に新しい芽ができず枝が生じない変異株。

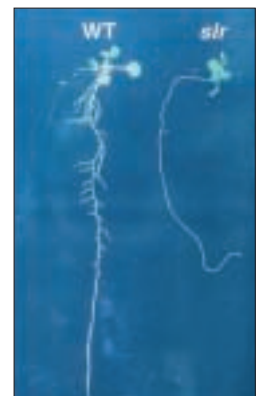


図5：側根のできない変異株；左は野生株でたくさんの側根が生じている。右は側根のできない変異株。

の一種、オーキシンの機能について、このホルモンがスイッチの役目をして側根の形成に関わる遺伝子を働かせていることを遺伝子のレベルで解明している。

こうした植物の遺伝子研究は、ゲノム（遺伝情報）の解読が相次ぐとともに急速に進んでいる。これまで植物の研究は本来、農作物との関連が強く、高収量の品種作りなど優良な形質についての応用研究が主だった。しかし、植物の本来の姿を知るため、田坂教授のように倒伏するなど一見ただけでは有用でない性質の突然変異体についても研究することが多くなり、テーマが深まっている。

田坂教授によると、植物と動物は長い進化の過程で生き残るため

に取った戦略が全く異なる。動物は、早くから生殖細胞を持ち、次の世代をつくる。ところが、千年近く生き続けるケースがある植物は、環境がよくなったら成長点が働いて花という受精器官を設ける。このように、成長点を中心に見れば、新たな視点からの動植物の相違が浮かび上がってくる。

「植物の基本的な性質を分子レベルで解明することにより、農業などへの応用の幅が広がります。未知の分野が多いだけに、新発見の醍醐味を味わえるチャンスも多いでしょう」と田坂教授は話している。

知の扉を開く。

NAISTの研究者たち

バイオなど新しい材料を使った LSIやディスプレイに期待

物質創成科学研究科 微細素子科学講座

教授 冬木 隆
助教授 浦岡 行治

バイオ技術との融合

太陽電池、新幹線、テレビモニター、携帯電話…。これら加速度的に進化を遂げるハイテク機器と冬木教授らの研究テーマは深く関わっている。機器の頭脳部分を担うのが、電気の流れを制御して演算や記憶の役割を果たす半導体で、その材料や構造を開発して、半導体を並べた集積回路の高密度化や高機能化に取り組んでいるからだ。

「半導体は高度情報社会に不可欠であるほか、光を直接電気エネルギーに変える太陽光発電などグリーンエネルギーや環境保護にも役立っています。こうした社会を持続発展できるシステムを念頭に

置いて研究を手掛けています」と冬木教授は説明する。

こうした半導体研究でひとつの大きなハードルは集積度が限界に近くなっていることだ。従来、基板の上に写真印刷の原理で精細な回路を描くなどの方法を使ったが、それも回路の幅がナノ（十億分の一）メートルサイズと超微細にならなくては対応できなくなる。

こうしたハードルのブレイクスルー（突破口）になる画期的な半導体材料の製造法を冬木教授、浦岡助教授らが開発した。なんと生命科学の知見であるバイオ技術と工学の半導体技術を融合して作ってしまった。もちろん世界初の成果だ。本研究は、メゾスコピック講座の山下一郎教授との共同研究

である。

発想がユニークだ。生命の営みの担い手であるたんぱく質を利用した。その溶液は基板に垂らしただけで、自然に整然としたナノメートルサイズの構造をつくる「自己組織化」という特徴的な性質を持つている。

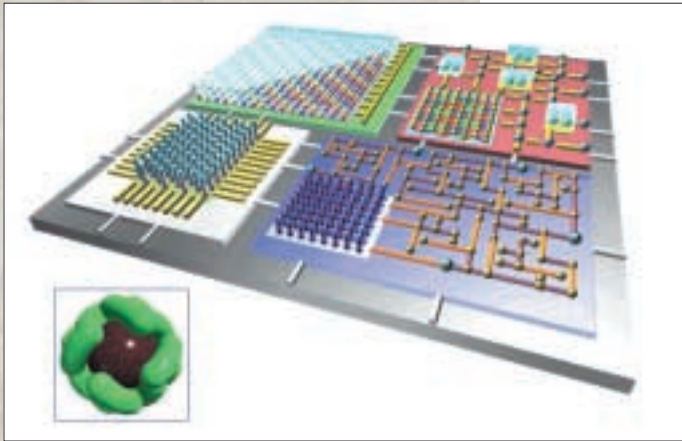
そこで、肝臓などの臓器で鉄分を包み込み貯蔵するフェリチンというたんぱく質を使い、電荷を保持して記憶をつくる酸化コバルト（直径七ナノメートル）という金属分子を含ませる。それをシリコン基板に流して、ナノサイズの組織をつくらせたあと、たんぱく質を除けば、きちんと並んだ金属ドットの配列が残った。さらに絶縁膜に埋め込んで、半導体メモリー

（フラッシュメモリー）に仕立てた。これは携帯電話などの電源を切ったときにデータを記憶しておくというタイプの半導体デバイスで、電気的な性質を調べたところ、見事に動作した。

フェリチンは、遺伝子工学の技術を使えば均一の大きさの分子を大量につくることができる。つまり、この製造法は大掛かりな設備を使わずに、低温で高性能の半導体素子を作製する道を拓いたわけだ。「基板上に分子を積み上げていくボトムアップの手法です。今後、目的の場所に必要な分子を並べることも出来るようになりま

冬木 隆
教授





バイオの技術を用いた未来の半導体デバイス



フレキシブル太陽電池



次世代のディスプレイ システムオンパネル



浦岡 行治
助教授

クリーンエネルギーに関わる半導体研究でも成果は多い。太陽電池については光から電気へのエネルギー変換効率を上げるため、基板にシリコンの薄膜を堆積する際に結晶化したうえ、基板の表面に微細な溝をつくり、光を乱反射させて閉じ込めることで十分にエネルギーが得られるようにする研究が続いている。

また、新幹線など高速鉄道へ電力を供給する際、変電所から送られる高圧の電力を半導体により最適のパワーと周波数に変換する必

要があるが、現状では半導体の変換能力がついていけず、熱の形でロスすることが、大きな課題になっている。このため、シリコンカーバイドという大電力に強い材料を使い、問題点をクリアする研究に挑んでいるのは、同研究室の畑山智亮助手と矢野裕司助手である。

「研究は頭で考えるだけではよい成果は生まれない。自ら手を動かして実験を重ね、何らかの結果を出すことが大事です」と地道な研究者らしい心構えを披露する。

次世代のディスプレイ

一方、浦岡助教授は、コンピュータのモニター画面などディスプレイに薄膜多結晶半導体を利用する研究に力を入れている。プラスチックのシートやガラスの上に薄膜の結晶化したシリコン半導体の集積回路を作り、演算、記憶機能を追加すれば、システムオンパネルを実現できる。衣服に装着できるほど薄く軽く柔軟な夢のディスプレイの実現も期待できる。また、最近では、そのシリコン薄膜の

結晶化にタンバクの技術を応用することにも成功している。「結晶化する際にプラスチックのシートなどに影響を与えないよう低温で処理する必要があり、その点、研究室で開発したバイオ技術を利用した薄膜づくりは役に立つ」と話している。

柔軟な地域経済構造を築き、地域で自発的に育まれる多様な発展を促進しようと経済産業省は提案公募型の地域技術開発事業「地域新生コンソーシアム研究開発事業」を実施しており、平成17年度新規採択に係る公募を行った結果、本学のバイオサイエンス研究科と物質創成科学研究科（大学発ベンチャー企業）から申請されたプロジェクトを採択した。この事業は、地域において産業や事業を創出し、地域経済の活性化を図るため、大学等の技術シーズや知見を活用した地域について産学官の強固な共同研究体制（地域新生コンソーシアム）の下で、高度な実用化研究開発を行い、地域の新産業の創出に貢献しうる製品・サービス等を開発することを目的としている。日本全国から735件の申請があり、経済産業省に設置した外部有識者で構成される審査委員会での審査の結果、193件が採択された。

「リサイクル濾材と植物を利用した高度廃水処理システムの開発」

プロジェクトリーダー
 バイオサイエンス研究科 植物代謝調節学講座 助教 吉田 和哉



本学の中期目標に「社会の要請が強い課題について積極的に取り組む」、「産学官連携を推進し大学の研究成果を社会に還元する」が盛り込まれ、基礎研究シーズの社会発信が大学の一つの使命となっている。有用なシーズを産学連携体制で事業化するための提案公募型予算として「地域新生コンソーシアム研究開発事業（経済産業省）」がある。平成十七年度の同事業に、環境ホルモン等の難分解性化合物の分解・除去を目的とした植物利用型浄化システムを開発する提案が採択されたので、研究開発の概要を提案までの準備や経緯を含めて紹介させて頂く。

まず、外来タンパク質（酵素）を植物の根から高効率に分泌させる系の構築に着手するにあたり、科研費の基盤研究B（平成十四～十六年度）において西洋ワサビのペルオキシダーゼ（酵素）が液胞へ小胞輸送される仕組みを明らかにし、この仕組みを利用した外来タンパク質の小胞輸送制御システム（小胞輸送工学）を構築した。平成十五年度からは、京阪奈知的クラスタープロジェクトのサブテーマに加えて頂き、小胞輸送工学の実用化研究として、フミン酸等のフェノール系難分解性物質の分解活性を有する白色腐朽菌由来のマンガネルペルオキシダーゼを分泌生産するタバコ細胞を作製した。これらの成果を実際の浄化システムへ発展させるには、植物を組み込む浄化装置の開発が必須である。そこで、都

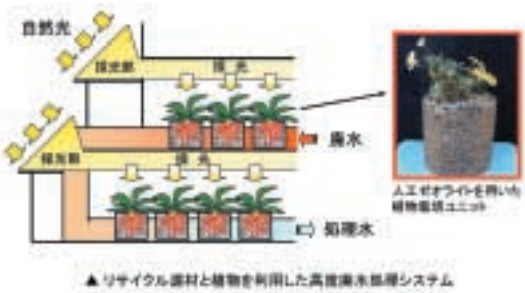
市の緑化事業を展開している環境総合テクノス社（以下、KANSO）と共に事業化を視野に入れた共同研究を立案し、特定非営利活動法人近畿バイオインダストリー振興会議に管理法人をお願いして、上述の地域コンソーシアム事業を提案した。

コンソーシアムの開発目標は、KANSOが有する人工ゼオライト（火力発電所の産廃）を濾材に用い、フェノール系難分解性化合物の分解・除去能の高い植物を組み合わせることで、食品、繊維・染色、紙パルプ工業などの工場廃水の高度処理を行うシステムの構築である（図）。ピスフェノールA（BPA）等の環境ホルモン、フミン酸（工場廃水の汚濁要因）、および栄養塩を浄化ターゲットとし、活性炭吸着やオゾン処理を用いた既存技術に比べ、かなりの低コスト、省エネルギー効果が期待できる。多様な植物をユニットに組合せることによって汎用性を高め、多段型の処理装置にすることで省スペース性にも配慮している。さらに、遺伝子組換え植物の環境安全性を考え、半閉鎖系システムとして設計した。

事業化の第一段階としては天然植物が適すると考え、BPA分解能の高い植物（ポーチユラカ）を利用すると共に、当プロジェクトで新たな有用植物の探索・単離も行う（大阪大学大学院薬学研究科・微生物制御学講座、KANSO）。オプシオンとして天然植物の手

に負えない汚染物質の除去には遺伝子組換え植物の利用を検討する（本学・植物代謝調節学講座）。また、人工ゼオライトの機能開発も重要課題で、植物栽培に対する最適化や対象汚染物質の吸着能検定を行う（前田建設工業）。さらに、このような水処理システムにおいて根圏の微生物群が果たす役割の解明も研究課題とした（大阪大学大学院工学研究科・環境資源材料学講座）。難分解性化合物の分解に寄与するキーロール微生物の同定のみならず、環境微生物ゲノム研究として根圏微生物層を解析するシステムとしての利用も考えている。

昨年九月にプロジェクトを開始し、すでに、人工ゼオライトによる環境ホルモン吸着特性の解明、新たなピスフェノールA分解植物のスクリーニング、根圏微生物の役割等に関して成果が出ている。パイロット浄化装置も完成し、平成十八年度にはモデル汚染水を用いた実証試験を行う予定である。



▲リサイクル濾材と植物を利用した高度廃水処理システム

新産業・新事業の創出と地域経済の活性化をめざす国家プロジェクト 「地域新生コンソーシアム研究開発事業」に バイオサイエンスと物質創成科学の2プロジェクトを採択!!

「骨再生を促進する

生体吸収性インプラントの開発」

プロジェクトリーダー

物質創成科学研究科 生体適合性物質科学講座

助教 大槻 主税
(株式会社PHG 取締役)



本学発ベンチャー企業である株式会社PHGの研究開発課題「骨再生を促進する生体吸収性インプラントの開発」が、他府省の研究開発施策で生み出された優れた技術シーズを活用する「他府省連携枠」で採択され活動を開始している。

株式会社PHGは、物質創成科学研究科生体適合性物質科学講座（谷原正夫教授、大槻主税助教）の研究成果を基に、広く産業各分野に用いられる新規材料の開発・実用化を目指し、文部科学省の「大学等発ベンチャー創出支援制度」ならびに「知的クラスター創成事業 けいはんなヒューマン・エルキューブクラスター」の成果によって、二〇〇五年四月一日に設立した大学発ベンチャー企業である。株式会社PHGの取締役を兼務する大槻主税助教が総括研究代表者を務め、けいはんなプラザスーパーラボ棟（京都府相楽郡精華町）を中心に研究開発を進める。

このプロジェクトの研究内容は、骨と自然に置き換わる人工骨の開発を目的にしている。我が国はすでに超高齢社会を迎えている。高齢者が高い生活の質（OOL: Quality of Life）を獲得し、社会参加と社会貢献できる生活水準を実現するために、身体の運動機能を補助・代行・修復する人工骨の開発は、安

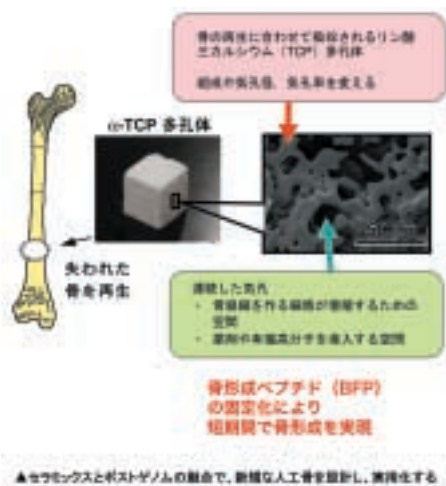
全で安心な社会生活を裏付ける技術である。病気やけがで損傷を受けた骨欠損を修復するための治療として、現在のところ自分の骨の他の部位を用いる自家骨移植や人工骨が使用されている。自家骨移植では正常部位への侵襲や採取量の制限がある。人工骨であれば、未知の病因物質による感染の危険や供給量の問題がない。しかし、これまでの人工骨では自家骨移植並みの生物学的性質と力学的性質を併せ示す素材は得られていないのが現状であった。

これを解決するために、文部科学省の知的クラスター創成事業によって得られた成果である、谷原教授の骨形成ペプチド（BFP）の技術と大槻助教の生体吸収性リン酸三カルシウム（TCP）多孔質セラミックスに関する基盤技術を融合して、自家骨並みの骨形成を達成しながら、自然に骨に置き換わる新規なBFP/TCP複合人工骨を開発する課題が立ち上がった。

BFPは、天然の骨形成タンパク質に類似した特性を持ち、短期の骨再生を可能にする。この骨再生を支援する材料として、吸収性セラミックスのTCP多孔体を用いて、骨に同化する次世代人工骨を構築する。

研究開発機関としては、本学、株式会社PHGに加え、京都大学大学院医学研究科、太

平化学産業株式会社、大日本住友製薬株式会社、日本メデイカルマテリアル株式会社が参画し、管理法人を財団法人関西文化学術研究都市推進機構が担当する。それぞれの参加機関の連携により、臨床用人工骨やペット、家畜用人工骨として事業化に結びつける技術の確立を図る。



東京駅にNAISTの電飾看板を掲示

相手は 世界だ!



教員一人当たり
研究費獲得額 第1位
米国トップ大学クラスの特許実施料等収入

情報科学研究科 バイオサイエンス研究科 物質創成科学研究科

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

- ・「21世紀COEプログラム」に2件採択
- ・「魅力ある大学院教育」イニシアティブに2件採択
- ・IT教育格付けで最高ランク「A+」を獲得
- ・スーパー産学官連携本部モデル事業校に採択

学生募集説明会 5月13日(土)
キャンパス・イノベーションセンター(港区芝浦)

<http://www.naist.jp/>

関東圏における本学の知名度を向上させるとともに、開学15周年および各種イベント等を広報するため、平成18年2月1日から7月31日までの6ヶ月間、JR東京駅の山手・京浜東北線北行きホーム北通路への階段正面に電飾看板を掲示しました。

期間中東京にお出かけの際、お時間に余裕がありましたら、ぜひ立ち寄ってみてください。