

サイエンス&テクノロジーの座標 時代への提言

# せんたん

# SEINTAN

2006  
vol.15 no.1

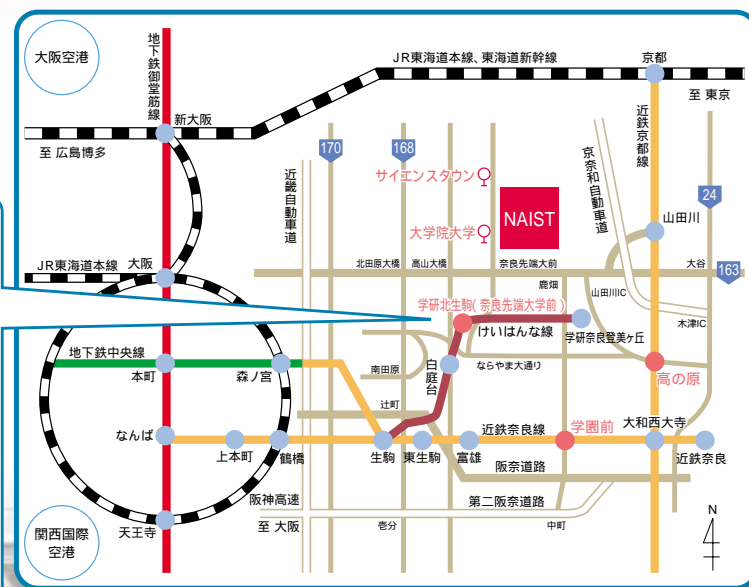
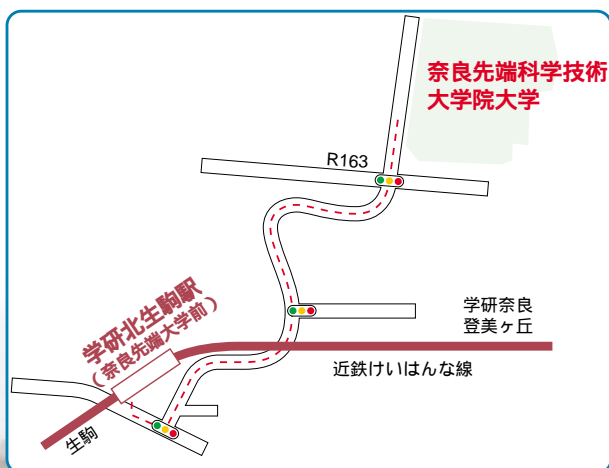
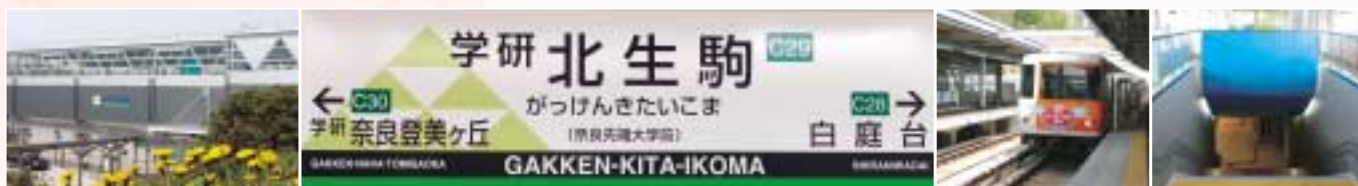
## Contents

近鉄けいはんな線開通! —————	1
進む次世代ロボット研究 —————	5
知の扉を開く —NAISTの研究者たち— —————	7
TOPICS —————	13

# 近鉄けいはんな線開通！ 学研北生駒駅(奈良先端大学前)が最寄駅になり、 本学へのアクセスがますます便利に！

全国から奈良先端科学技術大学院大学を訪れる鉄道アクセスがぐんと近く便利になった。近畿日本鉄道けいはんな線が今春に開業し、「学研北生駒駅(奈良先端大学前)」が設けられたからだ。その距離は駅からバスで5分、徒歩で15分と大幅に短縮された。大学は先端技術の拠点であるだけに、研究情報など膨大な情報を瞬時に地球規模でやり取りできる環境にあるが、それでも産学連携、セミナーなど面談しての人的交流は不可欠。学生の教育や研究にとっても通学の利便性は大きい。学術研究都市全体の交通アクセスを改善する表玄関としての役割も果たしそうだ。

ここでは、本学の新たな最寄駅となった「学研北生駒駅(奈良先端大学前)」を、一般市民等に対して先端的なイメージの駅舎とすることを目的に設置した案内ロボットやオブジェ、陶板作品などを紹介するとともに、本学へのアクセスが便利になったことによる産官学連携の効果を、産官学連携推進本部長の山本平一産官学連携担当理事・副学長から紹介する。





# NAIST 展示作品

## 自動音声情報案内システム「キタちゃん」

情報科学研究科 音情報処理学講座 音声案内キタちゃんプロジェクトチーム  
 設置期間：平成18年3月27日より1年間



改札の横（改札の外）に、ユーザが音声で質問すると音声とモニタ表示で答える自動音声情報案内システム「キタちゃん」を設置し、駅構内の設備や周辺地域の案内、インターネットウェブへアクセスによる乗り換え案内、地図やニュースサイトの表示、天気予報の読み上げなど様々なユーザの質問に柔軟に回答します。

## 案内ロボット「イコちゃん」

情報科学研究科 ロボティクス講座 駅案内ロボットプロジェクトチーム  
 設置期間：平成18年3月27日より3ヶ月間のうち、実演は週1回程度



駅舎内および公道において、対話機能を持つ人を案内するロボットの移動実験を行います。具体的には、カメラやセンサにより人を見つけたり挨拶を行う、ついて行く、人の動きに応じて目を動かす、表情を変える等の対話機能や、タッチパネルからの入力や音声発話を用いて、路線や周辺施設紹介、改札口からタクシー乗り場への誘導（公道実験）を行います。

4月7日（金）には、「生駒警察署ロボット1日署長」として委嘱され、平成18年春の全国交通安全運動にも協力しました。

## 希土類発光体オブジェ「光輝くNAISTの未来」

物質創成科学研究科 光情報分子科学講座 助教授 長谷川 靖哉  
 展示期間：平成18年3月27日より1年間



発光性の「希土類イオン」と光を効果的に吸収する「有機分子」を組み合わせた新しいタイプの発光体「希土類錯体」を使った「光るクリスタル・オブジェ」を展示します。この発光体オブジェは、通常の蛍光灯下では透明なクリスタル・オブジェに見えますが、紫色LED（波長：375nm）の光を当てると色鮮やかに赤、緑、青に発光します。

## インタラクティブウォール

情報科学研究科 像情報処理学講座 助手 井村 誠孝  
 展示期間：平成18年3月27日より3ヶ月間



インタラクティブウォールは、見るだけではなく、自分が絵の中に登場できる動く壁画です。壁画の中では、観光地に行った雰囲気を楽しむことや、名画のモデルとして登場すること、コンピュータグラフィックスで描かれた学研北生駒駅（奈良先端大学前）のマスクットキャラクターと遊ぶことなどができます。

# 学内公募による陶板作品等デザイン

展示期間 陶板作品：永久展示  
 シート作品：平成18年3月27日より1年間

駅舎の壁面を、先端科学をモチーフとしたデザインとすべく、本学学生、教職員等への学内公募を行い、陶板作品1点、シート作品4点として展示しています。（学年は平成18年3月27日現在）

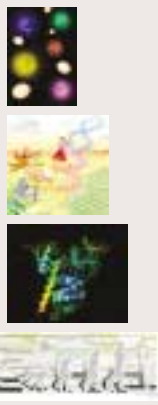
## 陶板作品 「つなげる技術・伝わるころ」



情報科学研究科  
 インターネット・アーキテクチャ講座  
 博士後期課程3年 寺田 直美

奈良から発信するインターネット基盤技術を介して、地球上のあらゆる人々や道具がより便利に、コミュニケーションを深めることができるような未来をイメージしています。背景には、通信を支える技術とネットワーク上を流れるさまざまな種類のデータを表現しています。

## シート作品



## 「ニワトリの卵がバイオの最先端研究に大活躍！」

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

## 「七色の未来」

バイオサイエンス研究科 分化・形態形成学講座  
 博士後期課程2年 上妻 馨梨

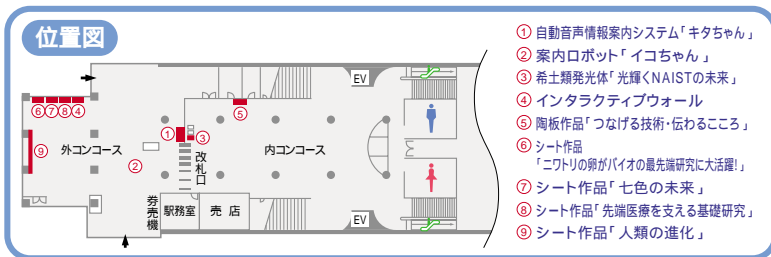
## 「先端医療を支える基礎研究」

情報科学研究科 情報生命科学専攻 構造生物学講座  
 教授 箱嶋 敏雄

## 「人類の進化」

物質創成科学研究科 事務室  
 事務職員 近藤 雄一郎

応募者のアイデアをもとに近畿日本鉄道（株）においてデザイン化



## Shortcut

学研北生駒駅（奈良先端大学前）からNAISTへの近道知ってますか？南口を出たすぐ左手にある階段（53段）を上り、北大和トンネルを横目に通る脇道がそれです。バスロータリーを通過してバス経路を歩くより2～3分早いです。朝の2～3分は大きいですね。ぜひご利用ください。

# 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学の 産官学連携の推進に関する取り組みについて



奈良先端科学技術大学院大学  
産官学連携担当理事・副学長 山本 平一

本学は平成十八年十月一日で開学十五周年を迎えるが、創立当初から本学の理念の一つである「学外との密接な連携・協力」に係る取組を進めてきている。その一環として産官学連携の推進がある。

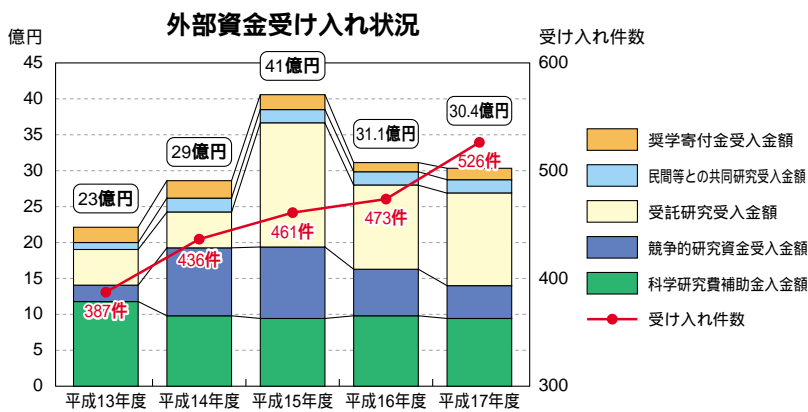
平成十六年の法人化を機に、産業界との共同研究や技術移転を積極的に推進し、大学の「第三の使命」である社会貢献を実現するべく、「産官学連携推進本部ポリシー」を定め、「産官学連携推進本部」を設置した。また、同年全国トップレベルのライセンス収入をあげ、平成十七年度には文部科学省の「スーパー産官連携本部モデル事業」に全国六大学の一つに選定された。これは本学の産官学連携の活動が高く評価された結果であり、さらに活発な活動を推し進めている。

高い評価を受ける産官学連携の基礎となる高度な研究、また産官学連携推進本部の詳細について以下で紹介する。

## 1 奈良先端科学技術大学院大学の研究

本学は、学部を置かない大学院大学として、一九九一年に創設されて以来、最先端の研究に取り組んでおり、その評価は高い。たとえば、日本経済新聞社が行った主要大学工学部長アンケートや専門調査会社のデータなどから、全国の国公私立大学の工学系学部（大学院を含む）の「研究力」を分析した結果、本学が総合ランキングで全国二位と、高い評価を得る結果となっている。また、文部科学省の二十一世紀COEプログラムに二拠点が採択され、昨年の中間評価においても高い評価を得るとともに、文部科学省の知的クラスター創成事業、リーディングプロジェクトをはじめ、経済産業省の産業技術研究助成事業費、総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度等政府の競争的資金プロジェクトにも高い採択率で参加しているほか、平成十七年度文部科学省科学研究費補助金配分においては、

総額でも全国十七位にランクされており、研究者一人あたりの平均配分額並びに新規採択率でも全国トップクラスを誇るなど、各指標においても研究力の高さが示されている。



## 2 産官学連携推進本部

本学の産学連携では、二〇〇四年度全国トップレベルのライセンス収入をあげ、文部科学省「知的財産本部整備事業」の中間評価において、A評価を受けると共に、昨年七月、文部科学省の「スーパー産官連携本部」のモデル事業に、全国六大学のうちの二校として本学の産官学連携推進本部が選定された。これは、平成十五年に設立した本学「知的財産本部」の取組みが高く評価された結果である。

### (一) 本部の概要

本学の産官学連携活動は、上述した通り、「スーパー産官連携本部」のモデル事業に選定されるなど、高い評価を受けている。これに伴い、平成十七年十月より組織の拡大・改変を行った。

新組織は、知的財産部、ビジネス・イノベーション部、先端科学技術研究調査部と産官学連携室か



らなっている。  
活動の企画立案は「先端科学技術研究調査センター」が行い、「知的財産本部」が知財の管理・交渉・契約や技術移転、海外・地域連携、ニュービジネス支援をし、「産官学連携室」が諸々の事務処理やリエゾン機能を果たし、各組織が一体となって活動を行っている。



## (二) 本部の特徴

本部の最大の特徴は外部との交渉力である。五人の弁理士が常駐する知的財産部、企業出身者で構成されるビジネス・イノベーション部のコーディネーターが大学の

シーズである研究成果を産業界の視点から検討し、権利化を支援する。企業と連携の可能性があれば、外部資金の導入のための企画・調整を行い、円滑なパートナーシップの構築を目指す。また学内にTLO（技術移転）機関をもつていくことから、産業界からのコンタクトに迅速に対応し、教員にはほとんど負担がかからない仕組みを構築している。

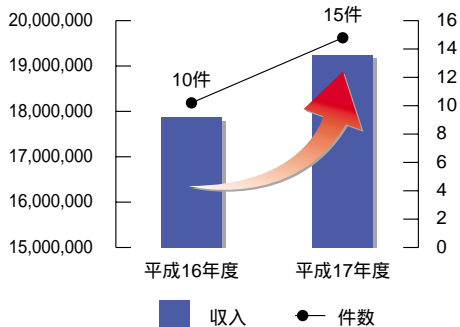
その成果として、海外企業へのライセンスも含め、多くの収入を得ている。教員一人当たりのライセンス収入は下記表からも分かる通り、教員一人当たりは、十万円近いライセンス収入があり、日本の平均の三千円をはるかに凌駕し、MITの三十万円やスタンフォード大の五十万円を視野に入れている。最先端技術を研究する大学院大学として、さらなる海外企業とのライセンスも視野にいれ、国際的に通用するトップクラスの大学を目指している。

また、ライセンス収入は、その四〇%を教員に補償金として支給することで、教員に対する大きなインセンティブとしている。さらに、大学発ベンチャーも現在十七社設立されており、教員一人当たりでは全国トップレベルと、社会と密接につながった知的創造サイクルによる研究・教育の活性化が着実に実を結びついた結果が現れてきている。

大学	収入(円)	年
日本全体	3,080	2003年 <sup>1</sup>
奈良先端大学	89,400	2005年
MIT	336,791	2002年 <sup>2</sup>
スタンフォード大	525,228	2002年 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 経済産業省調査  
<sup>2</sup> 塚本芳昭(当時東京工大)調査及びTech TransferRiches2002, Technology Review

ライセンス収入の推移



## (三) 今後の展開

平成十八年三月二十七日に近鉄けいはんな新線が開通し、大学へのアクセスがますます便利となった。これにより、企業からの共同研究等の申し込みがさらに増加することを期待している。また、本学では東大阪、けいはんな、東京

にリエゾンオフィスを設けており、今後はそれらをより活用し、企業とのさらなる産官学連携を図りたい。

### 3 おわりに

国立大学法人として歩み始めた本学は、今後も二十一世紀における科学技術の基盤となる情報・バイオ・物質の三分野での最先端の研究を展開、深化し、融合領域や社会的要請の強い課題への積極的な取り組みを進めることにより研究成果を発信する。また、産官学連携の推進を通して新産業分野を開拓し、本学が誇る「知」の創造・活用を効果的に推進することで、科学技術立国である我が国の産業振興に寄与したいと考えている。

産官学連携推進本部は、研究及び教育に加え、本学の研究成果を産業界に技術移転し、産業技術の発展・向上に貢献すること(社会貢献)を本学の重要な使命のひとつとして、着実に実績をあげており、更なる発展に向け、教員と事務職員の融合も図っている。今後も、本学における研究、教育、その他の大学事業の各面において、知的財産重視の視点からの取組を強化するとともに、大学全体で産官学連携を多角的かつ戦略的に進め、地位的な社会のみならず、我が国の経済発展に貢献することを目指していく。

# 進む次世代ロボット研究

情報科学研究科 知能情報処理学講座 教授 木戸出正繼  
 情報科学研究科 音情報処理学講座 教授 鹿野 清宏  
 情報科学研究科 ロボティクス講座 教授 小笠原 司



小笠原教授



鹿野教授



木戸出教授

人間と一緒に生活できる「人型」など次世代のロボット研究の技術開発で日本は世界をリードしている。各国より一歩早く研究に取り組んだため、多大な研究の成果を積み上げてきた。それに加えて研究の技術的な基盤となる産業ロボットは世界シェアの半分を占めるほど評価され、日本の自動車産業に代表される優れた機械製造、精密加工などの技術の蓄積がロボット研究の底力を支えている。

昨年、国内で開催されロボット博とも言われた「愛・地球博」、ロボット学会と競技大会を兼ねた「ロボカップ世界大会」などで示された実力は、ロボットブームを盛り上げただけでなく、産学連携を強め、研究者のすそ野を広げている。

## 総合力でつくった案内ロボット

こうした情勢の中で、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科は、ロボット研究のセンターとしての地歩を固めつつある。ロボットはアーム（腕）などハード部分だけでなく、脳に相当するソフトウェア、目など感覚器のセンサなどが要素技術といわれるが、それぞれの分野の最先端の研究開発はもちろん、学内で講座を超えて有機的に結びつく体勢が整っているからだ。

このような総合力が生かされたのは、二〇〇一年に同大学で開催の「ロボフェスタ生駒」に登場した受付案内ロボット

「ASKA（アスカ）」である。会話の内容を聞く音声認識が研究テーマの音情報処理学講座（鹿野清宏教授）と、視覚など画像認識をテーマにするロボティクス講座（小笠原司教授）が互いの成果を合体させた。帽子をかぶった人型のASKAは、来場者が目の前に現れると、その方向に顔を動かし、音声による質問に身振り手振りをまじえて応える。その柔軟な対応には驚きの声が上がった。

案内ロボットは新たに開発された技術を取り入れて「案内システム」と「案内ロボット」という二種類の別の形になり、二〇〇二年、奈良・生駒市北コミュニケーションセンターに導入された。

鹿野教授らが手掛けた「自動音声情報案内システム」は、直接声をかけて質問するだけで、意味を理解しきちんと応答する。その後、使用されたデータを解析し、大人と子供の声を聞き分けて、話し方を変える能力も身につけさせることができた。

小笠原教授らの案内ロボット「たけま」は、訪問者とのコミュニケーションをはかりながら目的地まで館内案内を行う。

いずれも入館者の人气的になり、地域の交流に大いに役立った。一方で研究者らにとっては、来場者にどのように反応するか、貴重なデータを得ることができる絶好の機会だった。

ロボットが目や耳、音声を使ってどの



「イコちゃん(左)キタちゃん(右)



たけまる



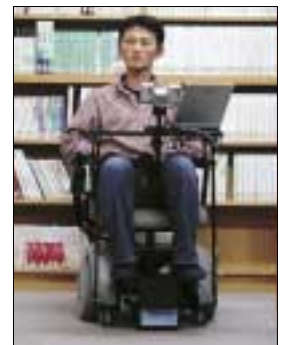
ASKA(アスカ)



ロボットハンド



ポイポイ君



インテリジェント車いす

ように人と対話し、コミュニケーションを育めるか。実用化の大きな課題を探る全国でもまれな実験場でもあるのだ。人と生活するロボットの開発、与えられた仕事をスムーズに進めることに加えて、安全性の確保が第一条件だ。しかし、想定外の行動を取る人間を把握するには、膨大な数のデータの蓄積が必須である。

今年三月にオープンした近鉄けいはんな線北生駒駅(奈良先端大学前)改札口横にも同様の二種類のロボットが登場し、人気を呼んでいる。なかでも小笠原教授らの案内ロボット「イコちゃん」は、駅構内からタクシー乗り場まで乗客を誘導する。けいはんな特区(関西文化学術研究都市)として認められたばかりの公道実験に挑み、実用化への最終段階の課題を探る。

## 車いす、金魚すくい

奈良先端大のロボット研究は多くの先端技術のシーズを生み、さまざまなロボットの形で実用化されつつある。

「ロボットは、周囲の環境や人間と互いに影響しあいながら機能する知的なシステムといえます。このため、ロボットの目や手で即座に環境がどのような状態かを認識し、処理する機能が重要で、視覚や触覚に相当する情報を検出する技術などを研究しています」と小笠原教授。特に視覚は、対象に接触しなくても多量

の情報が集められる。

小笠原教授らのロボット研究の中で、興味深いのは視線対話型インテリジェント車いす。電動車いすをベースにした装置で、顔の動きをステレオカメラでとらえ、そのデータをノートパソコンで解析することにより視線の方向を算出し、その向きに走る。障害物をよけながら目的地に自動操縦で到着するので両手の不自由な人にも操作できる。生駒市内の図書館で書棚の検索などに試用されており、将来は屋外でも使えるように研究を進めている。

知能情報処理学講座の木戸出正継教授らが開発した金魚すくいロボット「ポイポイ君」も話題を呼んでいる。

金魚の産地(大和郡山)の振興のために作った装置で、産業用ロボットアームとカメラをコンピュータにつなぎ、人工知能と視覚処理のソフトを組み込んで制御する。たとえば、網(ポイ)を金魚が密集している場所に持っていき、動きが遅い金魚をねらうというパターンだ。「複雑な実世界の環境に対応できる人工知能の開発がメインです。金魚すくいというアピールしやすいテーマについても今後研究を深めていきたい」と木戸出教授は話している。



## 画像を加工し、 双方向で伝える

情報科学研究科 視覚情報メディア講座

教授 横矢 直和



横矢 直和  
教授

コンピュータやロボットが周囲を自在に「視る」ことで情報を集める一方で、現実を超える画像を瞬時につくり出して人間に「魅せ」てくれる。IT（情報技術）社会が急速に進むなかで、多くの情報が一目でわかるとともに双方向でやりとりできる画像技術は主要な位置を占めるようになった。

「コンピュータに画像を入力し、処理させる研究が出发点」という横矢教授は、このような画像によるコミュニケーションに必要な数々の基礎技術を開発し、応用に結び付けてきた。コンピュータグラフィックス（CG）によりあたかも現実であるかのような世界をつくりあげるヴァーチャルリアリティ（仮想現実感）はテレビゲー

ムや住宅の展示などに使われ一般化しているが、実際に撮影した画像を加工し重ね合わせて表現力を増すミックスリアリティ（複合現実感）が研究テーマだ。

### 平城宮がよみがえった

たとえば、奈良の観光案内用に開発された「平城宮跡ナビ」シス



図1：平城宮跡ナビ

テム。平城宮跡は奈良市の西部、約四平方キロに点在する遺跡群だが、そこで行なわれた野外実験の成果は画期的だった。

コンピュータの小さなモニター画面などを装着した眼鏡をかけて観光ルートをたどると、まず朱雀門などポイントで、音声だけでなく実写画像にかぶさって文字や画像で説明が表示される。（図1）そして遺構だけが残された第二次大極殿前では、なんと建造当時のCG画像が現れて、建物の規模が目当たりわかる。さらに、視点の動きに応じて画像は変化し内部までのぞける。（図2）

これだけのことを実現する背景には、精緻に計算された仕掛けがある。眼鏡には周囲の映像を撮影

するビデオカメラ、頭部がどのように動いたかを検知する姿勢センサーなども付いていて、立ち位置は、赤外線を使った装置やカーナビで知られるGPSにより計測する。これらの情報を腰のかばんに入れたノートパソコンで集計し、あらかじめ用意した三次元画像と組み合わせていたのだ。

### 三百六十度の立体画像

こうした現実と仮想をつなぐ技術の基盤として研究を進めている





図2：平城宮跡ナビ2



図3：全方位ステレオ画像センサ



図4：全方位ビデオカメラ HyperOmni Vision



図5：全方位ビデオカメラによるネットワークテレプレゼンス

のが、実写により周囲三百六十度の立体映像を作り出す装置だ。(図3)「全方位ステレオ画像センサ」は、六角錐の各面に鏡を貼り、それぞれの鏡像を六台のビデオカメラで撮り、コンピュータで補正して一枚の画像にまとめる。上下に位置をずらして同様の画像を撮れば、その視差から立体眼鏡のように三次元画像に仕立てることができるわけだ。

この画像を円筒形のスクリーンに映し出し、ぐるっと見渡せば居ながらにして遠隔地の環境を体験できる。CGと組み合わせれば、環境評価や建造物の設計も容易になる。

また、「双曲面」という側面が外側にわん曲した形状の鏡により一台のビデオカメラで三百六十度の画像を撮影できる全方位画像センサ。(図4)これを使い双方向のコミュニケーションの研究も進んでいる。カメラの向きを動かさずに全方位が見られ、しかもわずか三十分の一秒で画像を再生し、時差による違和感はほとんどない。ビルの防犯や交通渋滞のチェックなど遠隔地からの監視カメラにはうってつけで、テレビ放送では視聴者が見たい方向を操作できるインタラクティブテレビへの

応用が検討されている。(図5)「画像処理技術をインターネットなど双方向の通信ネットワークと結びつけ、複数の人が同時にどこからでも臨場感のある画像を違和感なく得られるように研究を進展させていきたい」と横矢教授。

最近では、消防士が災害現場の画像情報を消防本部とやりとりして効率的に作業を進める全国初のシステムが奈良・生駒市で採用され、その開発にも加わった。このほか、携帯電話に付属したカメラでぶれがないパノラマ画像を撮影する技術など実用化が近い技術は多い。

「基礎研究を手がけていますが、この技術を使いたいと企業や他の研究機関から申し出があれば、積極的に共同研究に参加しています」と横矢教授。どこでもコンピュータが使えるユビキタス時代の到来で、今後どのような新分野を切り拓いていくだろうか。



# 動物の形は生物時計がつくっていた

バイオサイエンス研究科 遺伝子発現制御学講座

教授 別所 康全

## 体節の形成を制御

「どのようにして卵（受精卵）

から動物の形がつくり出されるのだろうか」。生命の設計図であるゲノム（遺伝情報）がさまざまな動物で相次ぎ解読されているが、こんな基本的で重要な問題が詳細にわかっていない。そのメカニズムの全貌を明らかにする重要な手がかりを解明したのが別所教授だ。

「医学部の出身なので、病気を治すことは大切だと思えますが、むしろ人間の体はどのようにしてできるかという発生生物学の基本原理に興味を持つようになりまし」と研究生活に入ったきっかけを話す。

研究テーマは「生物時計」。動

物の体内で形作りを規則正しく時間的に制御し、均整のとれた形をつくる体内装置だ。

「たとえばマウスは受精からわずか十九日経過して仔が生まれます。そのスケジュールは一日たりともずれない。体内に成体になるまでの細胞の分化の順序や時間をコントロールしている生物時計があるからで、そのメカニズムを調べています」

生物時計の発想は、まず、卵から成体になる途中で現れて消える「体節」という構造の研究から生まれた。

受精卵が分裂増殖し、生命の萌芽である「胚」になると、内部の細胞の塊がぐびれて切れ、球状の「体節」ができる。それぞれの「体節」は脊椎の骨、肋骨、骨格

筋と一定の繰り返し構造がある体幹部のパーツになるよう運命づけられていて、頭から尾にかけて順番に体節がつくられていく。

このとき、細胞塊が伸びてくびれて切れ「体節」になる時間はちょうど二時間。つまり、一定の間隔で体節ができることは、大きさが均一な細胞塊ができることになり、その部分（体節原基）に二時間のリズムを刻む時計があると考えられた。

さらに一九九七年に、プルキエ博士らが、ニワトリの胚で特定の遺伝子が働くパターンを調べたところ、体節ができるさいに、その後部から前部にかけて、遺伝子の働きが増減が一定周期で順番にずれてあかもウエーブ（波状）が伝わっているかのように見えるこ



別所 康全 教授

とを明らかにした。このため、細胞一つ一つが遺伝子の働きをコントロールする時計を持ち、同様の周期で増減するようにタイミングを計っていることが推測された。

## カギ握る遺伝子を発見

こうしたことから、別所教授はマウスで体節ができる部分に特異的に働く遺伝子（Hes7）を見つけ、これに着目。この遺伝子が遺伝的に働かないようにしたマウスを使って調べたところ、体節が等間隔にできず脊椎が曲がるなどの現象が見られ、この遺伝子が生物時計の中心的な役割を果たしてい



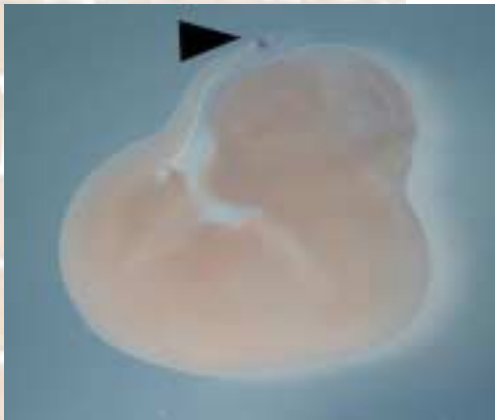


図1：体節形成に働く遺伝子Hes7は、胚において体節原基に特異的に発現している。

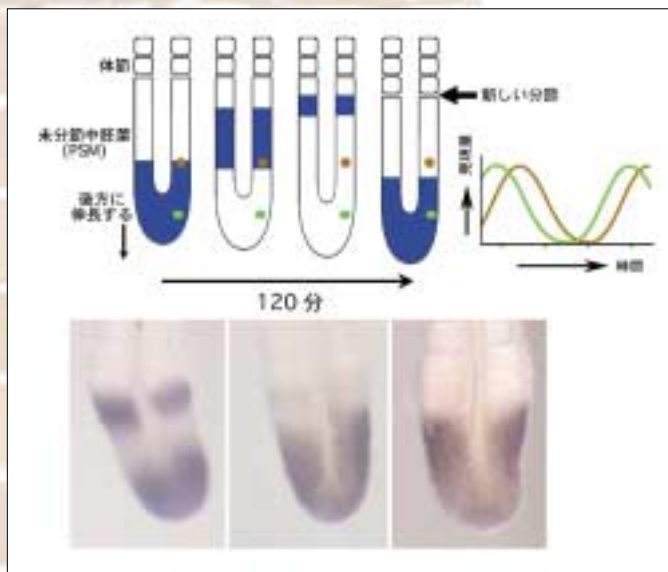


図2：Hes7の発現は体節原基の一つ一つの細胞内で、体節形成周期と一致して振動し、細胞間での位相のずれから波状の発現変化に見える。下はHes7タンパクの発現の変化を示す。



図3：Hes7遺伝子を破壊したマウスは規則正しい分節化がおこらない。

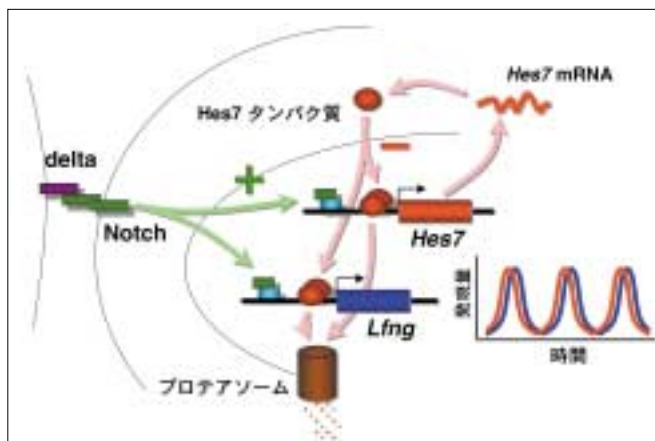


図4：これまでに明らかにされた体節形成を制御する生物時計の分子メカニズム。ネガティブフィードバックとプロテアソームによる速やかなタンパク分解によって遺伝子発現の振動が作り出される。

ることがわかった。さらに、この遺伝子の働きを抑える実験などを行った。この結果、遺伝子が作り出すタンパク質が増えると遺伝子自身の働きが抑制されるが、このタンパク質は速やかに分解されてしまうので、再び活性化されるという形で規則的な周期をつくっていることが実証された。

「ドバック」の機構。それを生物時計について分子レベルではじめてつきとめたのだ。「最先端の生物学研究ではさまざまな研究手段が使えますが、今回は比較的簡単な手法でフィードバックというアイデアがすんなり生かされました。地味な基礎研究の分野ですが、仮説を立て、それを発見した時の喜びはかけがえのないものです」と語る。

ちなみに、マウスの体節は六十個で一回の分節化に要する時間が二時間、ニワトリは約五十個で一時間半、人間では一回の分節化に八時間を要する。四百個もの体節があるヘビはどうか。こうした動物の種による体節の違いや生物時計の違いにどのような意味があるか。テーマが生物の発生の根幹をなすだけに興味深い。「生物学の研究技術は進展しています。これまで理論でしか説明できなかったことを、実験で検証しながら進められるように取り組んでいきたい」と抱負を語る。生命の神秘の扉が新たな方法で開かれつつある。



# 生体に学び、生体を超える

物質創成科学研究科 バイオミメティック科学講座

教授 菊池 純一  
助教授 池田 篤志

生命の最小単位である細胞を手本に、その仕組みのいいところ取りをして人類に役立つ人工細胞をつくるのが、バイオミメティック（生体模倣）科学だ。

細胞は進化の過程で見事に効率的な機能を身につけている。情報の伝達や、エネルギーを作り、使うシステムだ。こうした機能の優れた部分を化学、生物、物理と多分野の材料や方法で組み立て、体のどんな環境でも作動するように仕向ければ、飛躍的にすばらしい装置（分子デバイス）の誕生が期待できる。一九七〇年代から各国で研究がはじまり、ナノ（十億分の一）メートル単位の物質を扱うナノテクノロジー（超微細加工）の発達で急速に進んでいる。

## 丈夫な人工細胞膜

「生体系に学び、生体系を超える新しい分子材料、分子システムの開発をめざしています」。菊池教授が世界で初めて開発に成功したのが、人工細胞膜「セラソーム」である。

細胞の外側を覆っている細胞膜は、脂質が膜状に並んだ中に酵素など機能をもつタンパク質が組み込まれていて、化学的に見れば分子の集合体。それでも細胞の保護、外部からの物質の取り込みなど複雑で重要な機能を担っている。

「本物の細胞膜は、そのままでは弱くて役に立たないというネットワークがあり、強度を高めることに主眼を置き開発しました」と菊池教授。

完成したセラソームは、膜の厚さは五ナノメートルと分子サイズの小球で、直径は約五十ナノメートルから細胞サイズの数マイクロメートルまで自在に制御できる。生物体の材料である有機物だけではもろいため、なんと表面に無機物の珪素を結合させてセラミックス（焼き物）のような硬い構造をキヤップのように原子一層分だけかぶせてつくった。これではるかに丈夫になる一方で生体へのなじみややすさも失わなかった。

ヒントになった形は、脂質を水に溶かすと自然にできるカプセル状の分子の集合体「リポソーム」。脂質の分子は水に溶ける部分（親水性）と溶けない部分（疎水性）があり、水溶液の中では親水部分が外側に出て球状になる。この脂

## 化学物質が情報処理

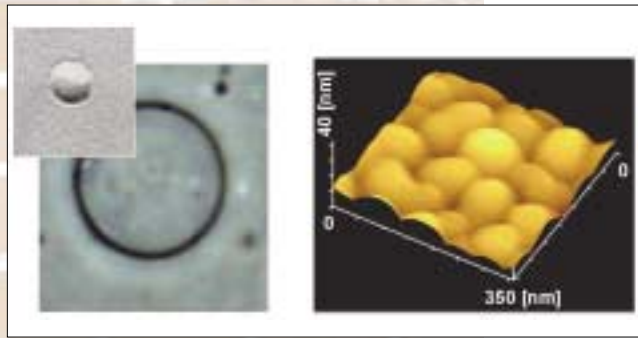
このセラソームの応用としてまず考えられるのは、薬剤を詰めて体内に入れ、患部まで運んで放出させるシステムだ。ごく最近、遺伝子治療のための細胞内遺伝子導入のベクター（遺伝子の運び屋）としても、セラソームが極めて有効であることを明らかにした。

さらに、画期的なのは、ナノサイズの情報処理システムを生体そ

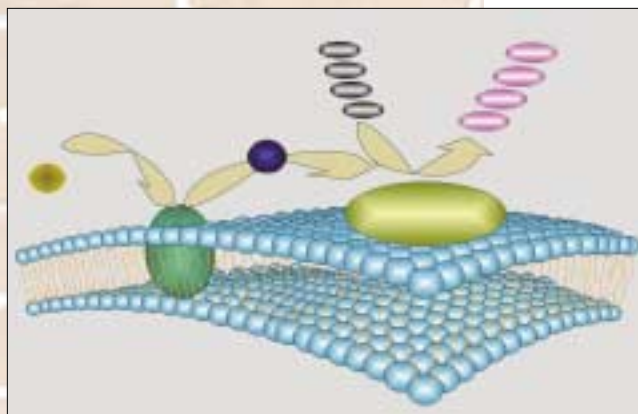
菊池 純一  
教授



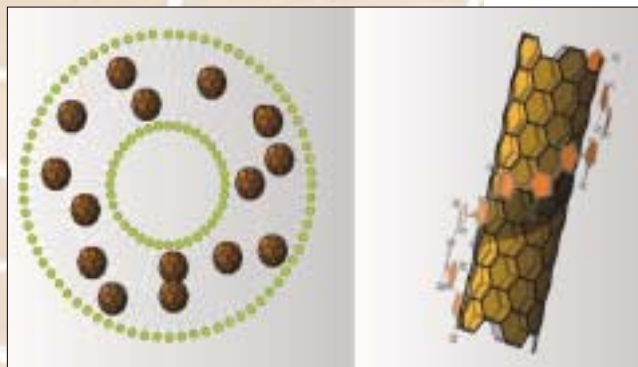




分子デバイス基板としての人工細胞膜「セラソーム」



生物の情報伝達に学ぶ分子通信システム



高機能素子としてのフラレン、カーボンナノチューブ

つくりに作り上げたこと。半導体の集積回路のように人工細胞膜を基板とし、膜の構成成分である酵素や、外部からの情報信号をキャッチする受容体としての人工機能分子を組み込んだ。人工受容体が外界からの信号を感じて酵素の活性を「オン」「オフ」できる人工細胞が作製できた。

このシステムの大きな特徴は、生体の情報伝達システムのように化学物質により情報が伝えられるので、ナノサイズの情報処理回路をつくるさいの配線が要らないことだ。信号を増幅するバイオセンサーなど全く新しいタイプの回路

### 新素材を溶かす

が誕生したことになる。この成果をもとに、現在は国内の大手IT企業と米国カリフォルニア大学の情報科学の専門家と協力して、「分子通信」という新しい通信パラダイムを創出しようとしている。

「生体はタンパク質の合成など人間の手では非常に困難な作業をこともなげにやっている。この分野の研究からは、自分が最初に道を作るような成果が生まれる可能性が高い」と菊池教授は強調する。

一方、池田助教授は、ナノテク

の中心材料として期待されている炭素の筒型分子であるカーボンナノチューブ（CNT）や、炭素原子六十個がサッカーボールの形になった分子のフラレン（C<sub>60</sub>）を水に溶けるようにする研究だ。

いずれの分子も二十年前から相次いで発見され、その特異な構造から、未知の優れた機能があるのではないかと、研究が重ねられてきた。しかし、いずれも水に溶けないことから、この性質を変えれば医薬品をはじめ、さまざまな用途が広がると考えられている。

こうしたことから、池田助教授は、高速振動粉碎法などを使い水

溶化することに成功した。研究は応用段階に入っており、フラレンの場合、光が当たると電気が流れる性質が有効とみられる。たとえばがん治療のさい、水溶化したうえで、がん病巣に入れてレーザー光を当てるとがん細胞のDNAを切断し、退治することができるとい、太陽電池の新材料になる可能性がある。

池田助教授は「これらの物質がどのように発展するか。その潜在的な可能性を引き出せるように研究を続けています」と話している。

池田 篤志  
助教授



# 血管拡張の鍵となる酵素の三次元構造を決定し、作用の機構を解明

「高血圧、心筋梗塞、脳卒中などの治療薬の開発に拍車」

情報科学研究科 構造生物学講座 教授 箱嶋 敏雄



情報科学研究科の箱嶋敏雄教授らの研究グループは、血管収縮・拡張を調節する細胞内シグナル伝達の鍵酵素であるRhoキナーゼ（リン酸化酵素）の三次元構造をX線結晶解析という手法で決定し、その構造の解析結果からどのように活性が維持され、一方で薬物により阻害されるか、その機構を解明した。

Rhoキナーゼは、高血圧などの血管系の疾患を治療する薬剤の有望な標的タンパク質として知られており、その三次元分子構造の決定は、効率的な治療に役立つため世界中の医学・薬学界から切望されていた。今回の研究成果で標的タンパク質の活性部位がわかるので薬物の設計が極めて容易となり、高血圧、狭心症、心筋梗塞、脳卒中、くも膜下出血など循環器系の疾患の治療薬の開発に拍車がかかる。また、Rhoキナーゼ阻害剤は、脳損傷などの神経系疾患への応用も最近注目されており、脳・脊髄損傷、炎症性脱髄、アルツハイマー病、神経痛などの治療薬の開発も

加速するであろう。

この成果は、米国セル出版の構造生物学雑誌である「Structure (Cell Press)」(Volume 14, Issue 3) に「Molecular mechanism for the regulation of Rho-kinase by dimerization and its inhibition by fasudil (Rhoキナーゼの二量体化による活性制御と薬剤ファスジルによる阻害の分子メカニズム)」のタイトルで掲載され、本学で記者発表を行った。

タンパク質キナーゼのひとつであるRhoキナーゼは、細胞の形態変化や収縮・伸長を調節する鍵酵素であり、血管系や神経系疾患の治療における有望な薬物標的タンパク質である。Rhoキナーゼは、他のタンパク質キナーゼと異なり、アミノ酸配列上、酵素活性をもつべきキナーゼ本体に加えて、余分なペプチド（タンパク質の断片）領域が酵素本体の活性に必須であるという固有の特徴をもつ。しかし、なぜそれが活性に必

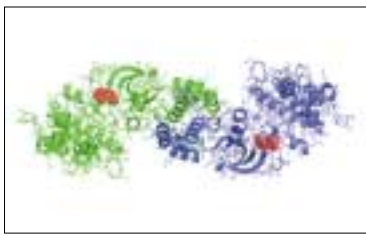


図1 X線結晶解析で決定されたRho-キナーゼ分子の三次元構造  
2分子のRho-キナーゼ（それぞれ、緑色と青色）が会合して二量体を形成している。阻害剤ファスジル（赤色）は、それぞれの分子の活性部位に結合している。

要なのかは全く不明であった。今回、先ず、この謎を解くために、余分なペプチド領域を含むRhoキナーゼの三次元構造をX線結晶解析で決定した（図1）。決定された

構造では、二分子のRhoキナーゼが、余分のペプチド領域を介して相互作用することにより、二量体を形成していることがわかった。さらに詳しく構造を調べてみると、この会合によって初めて、酵素活性に重要なアミノ酸残基が触媒としての活性を発揮できる構造を保てる機構がわかった。このRhoキナーゼ特有の活性維持機構の解明は、Rhoキナーゼに特異的な全

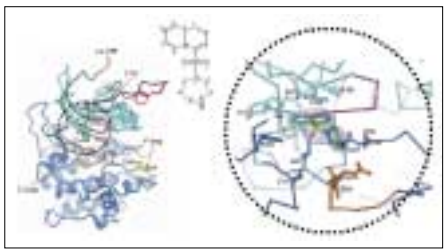


図2 誘導適合 (induced-fit) : 柔らかい「鍵と鍵穴」  
薬剤とRho-キナーゼの薬剤作用部位は、ともに構造を微妙に変化させてピッタリと特異的に結合する。

く新しい機構で活性を阻害する薬剤の設計を可能とする。本論文では、くも膜下出血時の薬剤として既に臨床応用されている阻害剤であるファスジルが結合した状態でのRhoキナーゼの構造を決定している。その結果、ファスジルはRhoキナーゼの触媒活性部位に結合して、酵素活性を阻害している詳しい様子が明らかとなった。更に、ファスジルも、また、ファスジルが結合したキナーゼの触媒部位自体も、局所的な構造変化を引き起こしていた（図2）。今回の研究では、この

微細な構造変化を誘起する分子の柔軟性が、薬剤の特異的な結合を可能にするという機構の詳細も解明された。この研究成果は、薬剤の改良等を含んだ優れた新規薬剤の開発に貢献するであろう。

Rhoキナーゼの阻害剤による血管系の疾患への治療効果は極めて広い。高血圧症、心臓の冠動脈の疾患である狭心症や心筋梗塞、あるいは、脳血管の疾患である脳溢血（脳卒中）、くも膜下出血などで確認されている。これらの動脈硬化性疾患は、我が国の死因の大部分を占めており（約四〇％）、その効果的予防および治療法の開発は社会的見地からも極めて重要な問題となっており、今回の成果はまさに朗報である。これらの治療薬の開発が加速されるであろう。

一方、最近の研究では、Rhoキナーゼの阻害剤の神経系の疾患への応用が注目されている。この一つは、Rhoキナーゼの活性は、実は、神経細胞を退縮させる効果があり、阻害剤によってこの効果を抑制することで、神経細胞の伸長を促進して、神経組織の再生を促すという効果があることがわかってきている。脳・脊髄損傷、炎症性脱髄、アルツハイマー病、神経痛などの治療薬の開発も加速するであろう。



日経産業新聞フォーラム2006

# 複雑化する社会と大学の使命

奈良先端科学技術大学院大学 開学15周年記念

今、これまで以上に企業や地域から大学に大きな期待が寄せられています。先端科学技術分野において社会的にインパクトの大きいイノベーションを担う研究人材を育成するための大学院研究教育について、そして複雑化する社会の中で担うこれからの大学の使命について、考えるフォーラムを開催いたします。

なお、今回の「NAIST東京フォーラム」は、奈良先端科学技術大学院大学開学15周年を記念し、日本経済新聞社との共催による「日経新聞フォーラム2006」として開催いたします。

## 日時

2006年6月13日(火)

13:30 ~ 17:00 (13:00開場)

入場無料 定員300名

## 場所

日経ホール

東京都千代田区大手町1-9-5 日本経済新聞社東京本社8F

地下鉄丸ノ内線大手町駅A1出口左前

地下鉄千代田線・都営三田線大手町駅C1出口より徒歩約5分

地下鉄東西線大手町駅A4出口より徒歩約3分

JR東京駅丸の内北口より徒歩約10分

13:30 ~ 13:40 主催者挨拶

13:40 ~ 14:20 基調講演

「これからの大学が果たす役割」

遠山 敦子氏 財団法人新国立劇場運営財団 理事長  
(元 文部科学大臣)

14:20 ~ 15:20 特別講演

「NAISTにおける教育と研究」

磯貝 彰 奈良先端科学技術大学院大学 理事・副学長

「NAISTにおける産官学連携」

山本 平一 奈良先端科学技術大学院大学 理事・副学長

15:30 ~ 17:00 パネルディスカッション

「複雑化する社会と大学の使命」

パネリスト 村上 輝康氏 (野村総合研究所 理事長)  
安田 浩氏 (東京大学国際・産学共同研究センター 教授)  
山野井昭雄氏 (味の素株式会社 顧問)  
安田 國雄 (奈良先端科学技術大学院大学 学長)

モデレーター 宮崎 緑氏 (千葉商科大学政策情報学部 教授)

お申し込みは、  
はがき・FAX・専用サイトで、  
日本経済新聞社大阪本社  
「日経産業新聞フォーラム2006」  
係まで

郵便番号、住所、氏名、企業・団体名、部署・役職、  
電話番号を明記のうえ、下記あて先にお送りくださ  
い。折り返し受講券をお送りします。  
応募多数の場合は抽選の上、受講券をお送りしま  
す。

はがき

〒540-8588

大阪市中央区大手前1-1-1

日本経済新聞社大阪本社

「日経産業新聞フォーラム2006」

FAX

06-6941-8232

サイト

<http://www.adnet.jp/nikkei/ssforum/index.html>

締切り

2006年6月5日(月)当日到着分まで)



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5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/>



TM 古紙配合率100%再生紙を使用しています