

サイエンス&テクノロジーの座標 時代への提言

# せんたん

2007  
vol.15 no.4

## Contents

グローバルな大学院への発展めざす  
～21世紀COEプログラム研究成果まとまる～ — 1

知の扉を開く  
—NAISTの研究者たち— — 7

TOPICS — 13

NAIST® Nara Institute of  
Science and Technology



# グローバルな大学院への 発展めざす

## ～ 21世紀COEプログラム 研究成果まとまる～

国際的な競争力がある最高水準の研究・教育の拠点づくりをめざす「21世紀COEプログラム」(5年間)は、3月末でスタート時の平成14年度に採択された大学・大学院の拠点プロジェクトが終了する。奈良先端科学技術大学院大学は、「バイオサイエンス研究科」「情報科学研究科」の2拠点と全国一の採択率(66%)で選ばれており、「バイオ」は分子のレベルという微細で精緻な研究が展開されている生命科学の再構築をめざし、「情報」は、どこでもだれでもコンピューターが使えるユビキタス社会のインフラとなるシステムの開発をめざした。いずれのテーマも大学院が手がけるべき先進の課題であり、研究者の育成・教育の面でも成果を上げた、との評価が高い。世界を相手に研究力を競い、優れた研究成果をあげ、一方で連携して底力を発揮するグローバルな大学院への発展が期待される。

二十一世紀COEプログラムは平成十三年、文部科学相の「大学構造改革の方針」の中で発表された。当時、ノーベル賞の日本人受賞者が相次ぎ、国の科学政策の根幹になる第三期科学技術基本計画では「今後五十年で約三十人の日本人のノーベル賞受賞者を輩出」と盛り込まれた。基礎科学分野の研究が国際的に評価されはじめた状況を受けて、研究環境の充実に  
よる競争力の強化、若手研究者の育成などが急務としてCOEのプランが浮上し、厳しい予算編成の中でも大幅な予算がつけられることになった。

世界最高水準の研究教育拠点づくりを重点的に支援するために、「公募により、一件あたり一千万円～五億円の補助金を五年間にわたり交付する」という競争的資金の大盤振る舞いだけに、国公私立大学・大学院のあらゆる学問領域から申請が殺到したが、審査は第三者的立場の委員会を設けて厳正に行われた。

初年度の十四年度は一六三大学から四六四件の申請があり、その中から五十大学一一三件が採択さ

れるという四倍以上の激しい競争率だった。その中で、奈良先端大は、二拠点に選ばれた。全学で三研究科という大学院の規模からみても快挙といえた。

テーマは、バイオサイエンス研究科が「フロンティアバイオサイエンスへの展開」。動植物の生命現象をゲノム（遺伝情報）など分子生物学の手法で詳細に解き明かす一方で、これらのデータをコンピュータにより解析し、生物システムをコンピュータの中で理解するバイオインフォマティクス（生物情報学）の研究も行う。さらに、両者を融合して既製のわくにとらわれない新たな生物学研究を創造する。

情報科学研究科のテーマは、「ユビキタス統合メディアコンピュータインテグレーション」。学内ネットワークの「曼陀羅（まんだら）」システムを使い、各講座で行われている視覚など感覚メディアの研究と連結して、未来のユビキタス社会のモデル環境をつくりだす。

これらの研究は十六年に行われた中間評価でも高いランクが付けられた。この結果は補助金配分に

反映され、平成十七年度は二拠点で計約三億八千万円にも上っている。

大学の構造改革であるCOEプログラムについては、拠点リーダーを対象にした文部科学省のアンケート調査（十七年）でも九割以上が、学内の組織を越えた協力・連携体制など活性化に役立った、としている。奈良先端大は、すでに創設当初から講座にとらわれない研究体制ができており、大きく推進されたのは、若手研究者を養成し、確保するため、博士後期課程修了後にリサーチアシスタント（RA、研究補助者）などとして雇用される学生の増加だった。十七年度にバイオサイエンス研究科で五十九名増加し、情報科学研究科では奨励研究員として二十四名を採用できた。さらに、博士後期課程の学生による海外での発表が著しく増加した。

このように奈良先端大にとって、COEプログラムは、研究・教育環境のさまざまな面で飛躍のためのスプリングボードになった、といえるだろう。

十九年度からは、次の段階とし

てグローバルCOEプログラム（ポスト「二十一世紀COEプログラム」）がスタートする。これまでの二七四拠点（十四年度十六年度採択）から約一五〇拠点に絞る予定で選考が進められており、奈良先端大は、情報科学、バイオサイエンス、物質創成科学の三研究科すべてにおいて、国際的に卓越した教育研究拠点の形成を目指している。

奈良先端大は、二十一世紀COEプログラムの成果を発表するため、平成十八年九月十六日に東京・東商ホールで、バイオサイエンス研究科が「フロンティアバイオサイエンス」の成果発表シンポジウムを開催、平成十八年十二月八日に東京・秋葉原コンベンションホールで、情報科学研究科が「ユビキタス統合メディアコンピュータインテグレーション」成果報告会を開いた。



成果を紹介するデモも行われた



情報科学研究科「ユビキタス統合メディアコンピュータインテグレーション」成果報告会



さまざまな成果が報告されたポスター展示



バイオサイエンス研究科「フロンティアバイオサイエンスの展開」成果を発表したシンポジウム

# インターネットと画像、音声をつなげユビキタスな情報環境をつくる

情報 電気 電子 分野 研究教育拠点

## ユビキタス統合メディアコンピューティング

研究拠点リーダー

千原 國宏



プログラムの特徴は、通信ネットワークと、視覚など五感に伝える感覚メディアの融合により、いつでもどこでもだれでも使えるユビキタス統合メディアとして、「曼陀羅メディア」の創造をめざすことにある。プログラムが始まった平成十四年度当時、「ユビキタス」という用語をタイトルに標榜して応募した唯一の拠点でもあった。その後、平成十六年度の「革新的な学術分野」でユビキタスの旗を掲げて参入してきた拠点が相次いだことは、インターネットと感覚メディアの統合で人間活動を支援する研究の重要性が、広く社会に認識された証拠といえる。本研究拠点では、インターネットと感覚メディアが連携して作用することによ

り、新たにユビキタスの世界をつくりあげることができた。

また、ユビキタス統合メディアコンピューティングは、本学の創設当時から目標にしていた情報環境の形成プロジェクトに合致した研究成果の具体的な実現である。それは、無限に広がる仏の掌を、情報の光で遍く照らし、慈悲を垂れて、知恵を培うという仏教の合理的な教えに習った情報基盤として、「曼陀羅情報環境」を整備することであった。研究成果を全学の情報環境に取り込み、曼陀羅ネットワークの充実を図ることも本研究拠点の大きな特徴である。

### 1. NAIST情報のプロジェクト

「曼陀羅」という全学統合の情報ネットワークと情報システムの整備を通じて学内にユビキタス情報環境を構築し、「ユビキタス統合メディアコンピューティング」の教育研究を推進してきた事業担当者は、教授十四名と助教九名からなる平均年齢四十六歳前後の集団であった。事業推進者は全員、「ユビキタス・ネットワーク・メディア・コンピューティングラボ」(UbiMeC-Lab: Ubiquitous Networked Media Computing Laboratory)というネットワーク上に設けたバーチャル研究所を組織して、次の基幹四事業を強力に推進した。

戦略研究開発事業・本プログラムを推進するための講座横断型組織 UbiMeC-Labにおいて、感覚メディア(画像・視覚メディア、音声・聴覚メディア、言語・知覚メディア、行動・力覚メディア)とネットワーク統合メディアに関するプロジェクト研究を本格的に展開した(平成十四年四月〜平成十八年九月・学術論文誌四六三件・国際会議発表一〇四三件・表彰・受賞一〇五件・特許六六件)。

国際的拠点形成事業・関連する分野において世界的にトップレベルの研究者を招聘し、「NAIST-ISOJセミナー」を開催するとともに海外拠点等との国際連携研究を実施した(オール大学・ヨーエ



図1: NAIST情報のユビキタス統合メディアコンピューティングの世界

ンス大学・CULなど)。

産官学連携推進事業・戦略研究開発事業を補完する形で、本学知的財産本部との連携によって研究成果の知的財産化に努めた(総合科学技術会議資料・特許公開件数第一位〇・二四件)。

若手研究者育成事業・若手研究者の活動を支援する経費によって選抜したCOE奨励研究員(優秀な博士後期課程学生三十名/年)、ポストドク研究員(約八名/年、内外国人三名/年)が主体的に実施

する萌芽的研究の双方を支援した。また、学内での英語によるCOE研究発表会の実施(毎月最終木曜日午後)と国際会議発表助成を通して、国際的に活躍できる人材を育成した。

## 二. ユビキタス統合メディアの研究概要

プロジェクトリーダーは、「ユビキタス環境に存在するメディアはどのような機能を持っていけば、人間が快適に暮らせる社会を創り上げることができると」と、事業推進者に問いかけた。各メディアの研究グループは、ネットワークの研究グループと一体化して、ユビキタス統合メディアの世界的教育研究拠点(図一)を構築しようと切磋琢磨し、「NAIST-SCOEシンポジウム」や「ユビキタス・フェスティバル」において、研究発表に加えて実機による大規模な技術デモを行い、以下の研究成果を世に問いつけた。

映像・視覚メディア・ユビキタス医用超音波装置・ユビキタス救急車・ユビキタスネットワークテレビプレゼンス装置などを開発。



図2: ユビキタス救急車  
患者の様子を小型カメラ付きのゴーグルで撮影する救急隊員

音声・聴覚メディア・無音声インタフェイス・ハンズフリー音声インタフェイスなど自然で知的な音声対話システムを開発。

言語・知覚メディア・情報弱者への支援を含め、より柔軟で精度の高い質問応答システムを創出。

行動・力覚メディア・ビジュアル・インタフェイスおよびハプティック・インタフェイスを人型ロボットの上で統合し、人間とロボットの対話と共同作業が可能なインタラクティブシステムを実現。

以上のような人間の五感を支援する感覚メディアが、人間の知的活動を有効に支援できるようにするに

は、情報ネットワークとの融合が不可欠である。NAISTの強みは、情報ネットワーク分野の若い教育研究者が集積している点にある。テーマのインターネットが比較的新しい研究分野であり、物理や化学などに基礎を置く他の学問研究分野には権威ある古い伝統がかかわってくるが、それにとらわれない発想が必要だからだ。

## 三. あとがき

人間の感覚は、目や手足など末梢が刺激されると、その信号は神経のネットワーク経由で脳の中核に至り、大脳の働きによって視覚・聴覚・皮膚感覚・味覚・嗅覚として発現される。このような機能を持ったコンピューター内の「バーチャル人間」にも、人間の活動を支援するためにネットワークと、コンピューター操作で作った世界が一体化する「しくみ」が不可欠と考える。ユビキタス環境に存在するコンピューターの情報源をインターネットで有機的に融合して効果的に活用する。ユビキタス統合メディアの研究結果の具体例から、自らの知恵で新たなコンテンツが創造されることを願っている。

# バイオと情報の融合で新たな生命科学の創造をめざす

生命科学 分野 研究教育拠点

## フロンティアバイオサイエンスへの展開

研究拠点リーダー

磯貝 彰



バイオサイエンス研究科と情報科学研究科情報生命科学専攻が一体になって展開したプログラムは、二十一世紀のバイオサイエンス研究の主流となる課題を取り上げた。分子レベルという極微小な世界で細胞の機能を支えるネットワークを理解するために、生物を現象から解析する伝統的な研究の流れ「現象生命科学」とコンピュータ内でデータを積み上げて調べる新しい流れ「情報生命科学」(バイオインフォマティクス)が融合した研究システム作りを目指した。また、優れた学生や若手研究者の教育システム作りも、プログラムの重要な目的であった。

まず、研究システム作りの課題は、講座の枠を越えた研究者の自由な交

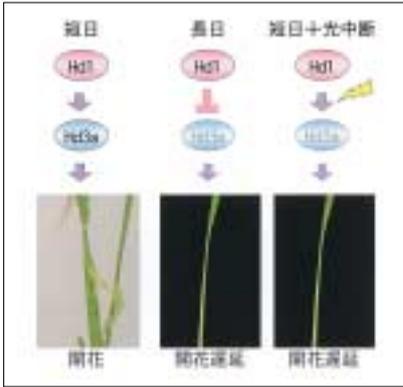
流であった。そのため、関連分野ごとの研究発表会などを数多く開催し、情報交換するとともに、資料・材料などの交換を行えるシステムを作った。また、電子顕微鏡や、原子や分子のレベルで性質がわかる質量



分析、どの遺伝子が働いているか測定できるアレイ解析など、研究の共通基盤を整える最先端の支援システムの構築にも力を入れた。こうした活動によって、このCOE拠点内での共同研究が数多く進出し、それまでの個々の研究グループの活動と相まって、生物系三大誌といわれる「Cell」「Nature」「Science」をはじめ、各専門分野の有力誌に毎年多くの論文が発表された。データベースによる本学のバイオサイエンス関連の論文の引用度数は、我が国の大学の中では、多くの分野でトップに立ち、本拠点の研究力の高さを示している。こうした研究のうち、本COEプログラムの特徴的な成果は、後に列挙した。

一方、高い研究力を基礎とした博士後期課程の教育については、この五年間、カリキュラムの改訂、単位の導入、前期・後期課程一貫教育の導入など、多くのシステムの改善を行ってきた。この成果は、具体的にはまだ見えてはいないが、今後の若い研究者の活躍に期待したい。

博士課程学生や若手研究者の国際化にも、力を注いだ。毎年開催した国際シンポジウムに加えて、「一年に一度は海外の学会へ」の合い言葉で積極的に海外派遣を進めた。海外という異なった環境で発表する訓練の場であり、世界に常に目を向けるという意味でも有効であった。本学出身者が、数多く、海外の研究機関で学問の進展に貢献しているという



イネにおける光周性花成及び光中断の遺伝子機能制御

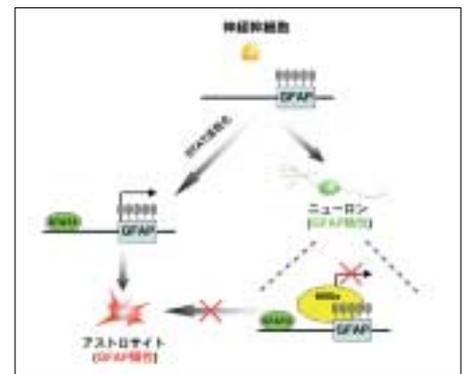
現状は、その成果と言えるであろう。優れた本学博士課程修了者をCOEPD（ポストドクター）として採用する取り組みは、教育面での特徴のひとつであった。課程修了後、自らの将来をゆくり考えつつ、残された課題を整理する期間として活用され、その後多くのCOEPDが、国内外の研究機関で大きな成果を上げている。

主な研究成果として以下の成果があげられる。

一、植物の花芽の形成と日長の関係（光周性花成）は、植物が示す現象のうち、古くから研究されている重要なテーマである。島本功教授は、長日性植物のシロイヌナズナが持つ光周性花成に必須の遺伝子について、短日性

のイネでも同じ遺伝子のセットがあることを発見した。しかも、花成を誘導する直前の段階で働く遺伝子（E35）を調べると、イネではシロイヌナズナと異なり、長日の条件では別の遺伝子（E20）により、負に制御されて開花が遅れることを明らかにした。また、暗期の途中に光が入ると開花が遅延する現象は、このE20の発現が抑制されるためであることもわかった。

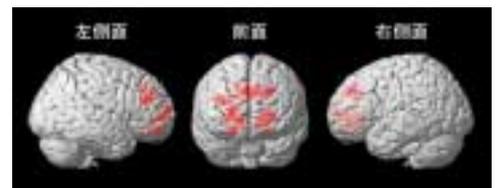
二、神経幹細胞はニューロン（神経細胞）やアストロサイト（グリア細胞）などのいるいる脳・神経系の細胞種に分化することが出来る。中島欽一教授は、いったん分化した細胞が他の細胞に再分化できるのかという課題（分化可塑性の制御機構）に取り組んだ。この現象にDNAをメチル化（メチル基を結合させる反応）する反応が関わることを示した。この現象はニューロンに特異的に働いているメチル化DNA結合蛋白質群（MBDs）が、アストロサイト特異的遺伝子（GFAPなど）の高メチル化領域に結合して、この遺伝子の発現を抑制することで、アスト



神経系ではニューロン特異的に発現されるMBDsがアストロサイト特異的遺伝子に結合しその転写を抑制するため、ニューロンからアストロサイトへの分化転換は見られない。

ロサイトへの再分化を抑制しながら、ニューロンとしての形質を維持するという、新規な分化可塑性の制御機構の一端を明らかにした。

三、石井信教授はヒトが外界からの情報に基づき判断と行動を選択する「意思決定」がどのように行われているかを調べた。脳内のように外側からわかる機能的核磁気共鳴画像法（fMRI）により、迷路内でヒトが「どちらに行くか」という不確実性を解消し、決断していく際の脳の活動を測定した。その結果、脳の最前部に位置する前部前頭前野が、不確実性の解消を司ることを明らかにした。すなわち、バイオフィォーマティクス



脳画像解析結果：信念に対する確信度の強さに応じて活動度が変化した部位を赤色で示す。この部位は前部前頭前野と呼ばれ、最も高次の機能を持つと考えられている。

（生命情報科学）が、ヒトの創造性や社会性に関わる脳内ネットワークを解き明かす鍵になることを示した。

こうした取り組みは、次のグローバルCOEでも、強力に推進されていくべきだろう。本拠点の高い研究力を維持しつつ博士後期課程の教育プログラムの改善を進め、大学院教育課程の実質化を図る必要がある。そのなかでは、学生諸君が、自らの将来に夢を持ち、自己への時間的、経済的な投資を有効に生かせる教育体系であり、キャリアパスとなり得ることが重要であろう。本プログラムのプロジェクトリーダーとして、二十一世紀COEの成果が次のグローバルCOEに引き継がれていくことを期待しており、それが本学の将来にとって必須であること、考えている。



# 情報とバイオの融合で 新たなパラダイムに挑戦

情報科学研究科 比較ゲノム学講座

教授 金谷 重彦  
助教授 黒川 顕



金谷 重彦  
教授

ひとつの宇宙ともいえる生命の謎をコンピューターで解き明かす。情報工学と生物学という異なる学問分野を融合して新たな発想の研究を進めるバイオインフォマティクス（生物情報学）が、全ヒトゲノム（遺伝情報）解読後のポストゲノム時代に有力なツールになってきた。日本では未だ研究者の数は少ないが、この分野の中心的存在である金谷研究室には、学内外から共同研究の要請が相次ぐ。生物実験などで得られた膨大な生命現象の情報を、計算処理が得意なコンピューターに取り込み、一気に解析してわかりやすく画像表示できる。このように新たな視点での研究の発展が期待できるからだ。種々の生物におけるゲノム解読のおかげで個々の生物のもつ全遺伝子集合が明らかとなり、それをもとに遺伝子同士の関係を様々なレベルでみていくことが必要となってきた。そこで色々な分野の人が集まってヘテロな集団で研究を進める必要がある

と考える、網羅的な（メタ）ゲノム解析を中心とする黒川助教授、情報科学が専門のモハマドアルタフルアミンさん、さらにはバイオインフォマティクスとケモインフォマティクス（生物情報と化学情報の融合領域）をつなぐメタボライト（代謝産物）のデータベース構築を研究員の真保陽子さん、旭弘子さん、パルビンアジージャ、カウサさん、ポストゲノム解析が中心の金谷教授、大学院生らで研究を進めている。

## 入力順に関係なく 結果が出せる

バイオインフォマティクスが遺伝子解析の技術の進展とともに盛んになってきたのは当然の成り行きだった。生命の設計図とされる遺伝情報はDNA上の四種類の塩基という化合物の並び順を文字列のように使って表現される。だから「オン」「オフ」の二文字で計算するコンピューターにはデータとして扱いやすい。個々の生物での研究成果をコンピューターにより統合してデータベースをつくり、この文字列が何を意味するかを他の遺伝子との比較で解析したり、生命の営みの全体像を把握するにはうってつけなのだ。

「ゲノム解読のデータを核に、生物種によつてどのような遺伝子暗号（コードン）がよく使われているか、時間の経過に伴いどのような遺伝子が働き始めるか、遺伝子と生産される有用な物質との関係などについてコンピューター上で調べています。これらの結果を視覚化してわかりやすく表現できるのですよ」

金谷教授はにこやかな表情で、コンピューターのモニター画面を示しながら世界で初めて開発したコンピューターソフト「自己組織化地図法」(BLSOM)について説明した。枯草菌など十数種類の微生物について、赤、黄、緑などに色分けして分布図が描き出されている(図一)。「BLSOMはゲノムに潜む生物種固有の構造を明らかにすることができました。また、細胞全体の遺伝子発現の大きく変わる点(遷移点)も視覚的に検出できます」

生物、化学、情報工学とさまざまな分野で研究を重ねた金谷教授ならではの業績だった。もともとフィンランドのT・コホネン博士が、新たな情報が入ると脳細胞が集合するなど記憶のメカニズムの原理を応用し、多変量解析という数学の手法を使って、演説で多用されるキーワードにより個人を特徴づけられるなどのソフトを開発した。しかし、これはデータ入力の順番によって解析結果が大きく異なった。そこで、金谷教授は、ゲノムの機能解析に活用できるようにしたうえで、入力順に関係なく同じ結果が出せるといふ画期的な能力を持たせることに成功した。

## ゲノム研究に威力

金谷教授の「自己組織化地図法」



図1: BL-SOMによるコドン使用に基づいた遺伝子の分類  
同一の生物由来の遺伝子が分類された格子点には、生物ごとに色をつけて表示した。

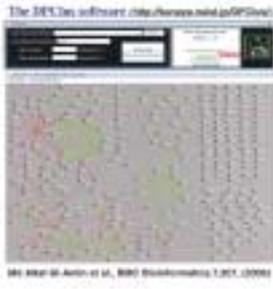


図2: DPClus softwareによるタンパク質間相互作用の解析例  
DPClusによりタンパク質間で相互作用が密なところをクラスターとして抽出することができる。このクラスター部分を緑色で、クラスター間相互作用を赤で描画した。



図3: 海洋底地殻を掘削する地球深部探査船「ちきゅう」  
マリアナ海溝や下北半島沖などで掘削したコアからメタゲノム解析を実施する。(写真は(独)海洋研究開発機構、高見英人博士提供)

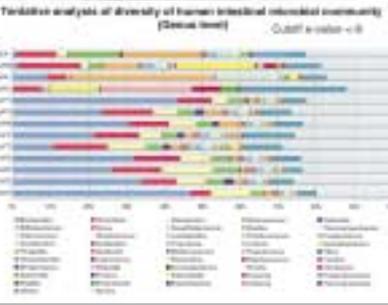


図4: ヒト腸内細菌叢のメタゲノム解析の結果  
大人、子供、乳児と2家族を含む13人の腸内細菌叢を解析している。

黒川 顕  
助教



はゲノム研究で威力を發揮しつつある。ゲノムがどの微生物に由来するか明らかにしたり、高温など厳しい環境で培養が困難な微生物の種類についてまとめて採取した遺伝子やその断片から推測したりするのにも適している。どの遺伝子が働いているか、一目でわかるマイクロアレイ(DNAチップ)という装置を使い、時間を追って調べたデータを入力して個々の遺伝子の動的な働きを関連づけて見ることが出来る。遺伝子の未知の機能が予測できる可能性も十分にある。また、アミンさんにより開発されたネットワーク解析法DPClusによりタンパク質複合体、遺伝子発現とメタボライトの細胞量の関係が視覚化できるようになった(図二)。

あるクマリンという物質に関連する化合物は、どのような植物からつくられているか、細菌ではできないかなど整理しておくことにより、生体内の現象を理解、必要な物質をつくることのできる生物を効率的に探し出せる。登録されたメタボライト 生物種の関係はすでに三万件に上っており、十万件のデータベースづくりをめざす。「化学反応でできる物質は無数の可能性があるが、生物の代謝産物などについては、全ゲノムの解読により有限になり、しばられていきます。ゲノムからさまざまな機能を体系化して、生命の理解に近づけていきたい」と金谷教授は抱負を語る。

## メタゲノムという 新たなパラダイム

また、黒川助教は、細菌群集をまるごとゲノム解析し、環境中に存在する細菌の群集システム構

造を明らかにするメタゲノム解析という新しい分野の研究に挑んでいる。環境の中では、細菌だけでも数百種から数万種の集団があり、複雑な生態系をつくる。メタゲノム解析により生物と環境との遺伝子レベルでの相互作用や、未知の機能や有用な物質生産の遺伝子資源を突き止めたりすることができるわけで、ヒト腸内や鉱山また深海・地殻内コアにおけるメタゲノム解析(図三)を推進しており、新たな解析方法の開発および効率的な解析システムの研究も行なっている。

「環境中の細菌は必ず群集構造を形成しています。環境と生物との相互作用を考えるならば、群集全体を超生命体ゲノムterrobiomeと捉え解析することが必須となります。例えばヒトメタゲノム解析により(図四)、ヒトの腸内細菌叢をヒト間で比較することで、病気や肥満などと腸内細菌叢の関係が明らかになり、プロバイオティ

クスなどに大きく貢献できます。しかしながら、発見される遺伝子数は五十万遺伝子と凄まじく、バイオインフォマティクスによる解析なくして理解は不可能です」と黒川助教は話す。

地球上の膨大な種類の生物のゲノムを解析し、役割分担を整理することが、生命というシステムの理解を深め、環境の浄化や安全な薬剤、食品の創成につながる。その基盤となるデータベースづくりは大いに注目されている。なお、BL-SOM、DPClus、KNAPSACK(代謝物 生物種DB)は、<http://kayana.nist.jp/>よりダウンロードできる。



# 光合成をフル回転させる

バイオサイエンス研究科 分化・形態形成学講座

教授 横田 明穂

皆さんと地球に降り注ぐ太陽

光エネルギーを使って、水と二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )から食料(炭水化物)やバイオマス(植物資源)を作り出す光合成は、人間にとってありがたい自然の恵みだ。さらに、地球温暖化の原因になる二酸化炭素を吸い、酸素を放出してくれるのだから、環境にとってもこれほどいいことはない。

「光合成の能力を最大限に発揮させて人類にとり有用な植物を作り出す。そして、食糧危機や環境悪化も防ぐことができる。これは学生のとよからの夢でした」

横田教授の信念に基づく夢は、確実に実現に近づいている。

## 砂漠の野生スイカ

灼熱と乾燥の環境に耐えて育つ野生スイカの研究は、すっかり有名になった。アフリカのボツワナ共和国に広がるカラハリ砂漠では、植物は水分の蒸散を防ごうと気孔を硬く閉じるため、 $\text{CO}_2$ が吸えずに光合成能力が弱まってしまふ。さらに、過剰な太陽エネルギーにより、酸素が有害な活性酸素に変わり、葉緑体やDNAを痛めつけ、植物が枯れる原因をつくってしまう。

アミノ酸の一種、シトルリンである。野生スイカに異常なほど高濃度に含まれていることに気づいた横田教授、明石欣也助手は、この物質に活性酸素をたちまち分解して消す作用があることをつきとめた。また、乾燥の期間が長くなればなるほど、シトルリンの含有量が急カーブを描いて増えていくこともわかった。

「野生スイカはまだまだ秘密の機構を持っているに違いない」。横田教授らは、ボツワナ共和国と共同研究を行い、大学とボツワナの双方で野生スイカを栽培している。太陽光や乾燥によるストレスの引き金になる因子や、逆にシトルリンの防御作用、過剰な太陽エネルギーを植物体内で散らす作用などの仕組みを詳細に調べる。



横田 明穂  
教授

「シトルリンに関係するキーポ  
イントの遺伝子が明らかになれ  
ば、他の作物に導入して砂漠でも  
育てられるようにパワーアップす  
ることもできるでしょう。」

## 標的はルビスコ

横田教授の研究の出発点は、葉  
緑体で行われる一連の光合成反応  
の中で二酸化炭素を固定して炭水  
化物ができるときに働く重要な酵  
素、ルビスコ（RuBisCO、リッ  
ブローズビスリン酸カルボキシラー  
ゼノオキシゲナーゼ）である。た  
だ、この酵素の反応速度は、他の  
段階で働く酵素に比べてきわめて  
遅いうえ、二酸化炭素を察知する

能力も低いことがネックになり、  
光合成全体の効率を下げている。  
逆に言えば、ルビスコの能力をフ  
ル回転させれば、光合成の能力が  
格段に活発になるのだ。

これを実現するため、横田教授  
は、まず微生物や植物のルビスコ  
を調べ、もっとも高性能なルビス  
コを紅藻から発見。生きた化石と  
もいえる原初のルビスコに似たた  
んぱく質を作る遺伝子を枯草菌か  
ら見つけた。各種のルビスコを比  
較して進化の跡をたどり、高機能  
化するための分子構造を探るの

だ。また、植物の中でルビスコを  
作らせる遺伝子のメカニズムも研  
究しており、最終的に高等植物の  
中で機能する「スーパールビスコ」  
の開発をめざしている。

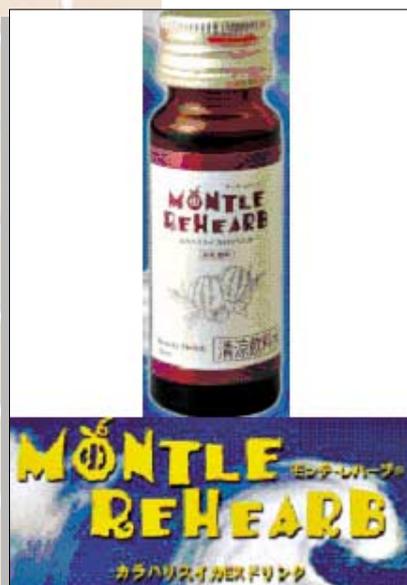
こうした研究の過程で成果が出  
始めている。近畿大学農学部（重  
岡成教授）との共同研究では、光  
合成能が高いラン藻に着目。光合  
成にかかわる主要な酵素の遺伝子  
をタバコの葉の葉緑体に組み込ん  
だ。その結果、光合成は七〇%も  
速くなり、生産性は五〇%も増え  
た。遺伝子操作により光合成の能

力を高めれば、作物や有用物質の  
増産が果たせることを世界で初め  
て実証したわけだ。

「自分の理論と発見を軸に生ま  
れた研究が、食糧の増産など世界  
を動かす成果に結びつくかもしれ  
ない。そう考えることが研究の推  
進力であり、ドラマチックな楽し  
みといえるでしょうか」。自分の  
研究を話すとき、横田教授が浮か  
べる満足そうな微笑の意味が理解  
できた。



野生スイカ果実



商品化された「飲む化粧品(モンテ・レハーブ)」



# 光で超伝導を実現する

物質創成科学研究科 複雑系解析学講座

教授 相原 正樹  
助教授 高橋 聡

光と物質の関わりについての研究は長い歴史を持つ。私たちが物を見る時に生ずる網膜での現象から光通信やDVDなどの最新技術に至るまで、私たちの生活にとつて光は不可欠なものである。光は不思議なパワーを持っていて、強い光を物質に照射することで、全く異なる性質を持つ新材料に変身させたり、その機能を自在に制御できることが最近の研究で明らかになりつつある。未知の可能性を含む「光と物質の織り成す世界」を精緻な物理学の理論で説明するのが、相原教授、高橋助教授らの研究テーマだ。実験結果を解析して何が起きているのかを明らかにすることもあるし、未発見の現象を理論計算から予測して新材料の開発や新現象の発見につなげることもある。

## 物理とコンピュータ

「理論をもとに高性能のコンピュータを駆使し、膨大な計算を積み重ねることにより検証していきます」と相原教授は説明する。かつて「紙と鉛筆」で難問に立ち向かってきた理論物理学者は、コンピュータによる高度な処理が実現したことで、複雑な現象についても詳細な研究を得ることができるようになった。

相原教授らの研究は物理学の中でも量子力学といわれる分野だ。古典力学は、アイザック・ニュートンがりんごの落下を見て万有引力を発見したように日常生活で直接、体験できる現象を扱った。しかし、量子力学は、電子顕微鏡を使ってもやっとのぞけるナノ（十億分の一）メートルサイズの世界の現象で、物質中の電子など極微小な粒子のミクロな世界での不思議なふるまいを解き明かす。とい

つても、量子力学がないと、コンピュータや携帯電話のICチップなどIT（情報技術）製品は登場しなかったのだから、そのご利益は、知らないうちにすでに社会に深く浸透しているといえる。相原教授らの研究成果を紹介しよう。

光によって創られる新物質相を理論的に探索するのが主な研究テーマである。特に、高温超伝導を示す強相関電子材料に着目し、それに光を当てるとどのような物質に転化するのかを解析している。強相関電子材料とは、電子間の強い相互作用によって異常な性質を示す物質群のことである。本来は電子が良く流れる金属になるはずの物質が、電子同士の強い反発力によって電子が動けなくなっている。モット絶縁体はその典型例である。それに、不純物原子を混ぜて電子の隙間を作つてやると、不思議なことになり電気抵抗の無い超伝導になる。電気抵抗がゼロというこ

## 突破口が開けた

とは、電源無しで電流が永久に流れ続けるのである。

不純物原子を混ぜるのではなく光を当てることにより、絶縁体が金属に変わつたり永久電流が流れたりすることが実験的に観測されているが、相原教授と高橋助教授らは、光照射による強相関材料の金属化や超伝導化の現象を世界に先駆けて理論的に解析し、更にレーザー光による量子的仮想キャリアを用いた新たな実験を提唱している。

これまでの超電導物質は有用な特性をつきとめるさいに、金属中の不純物の含有量をいちいち変化させて試料を作成していたが、光で励起する場合、照射の仕方を変えるだけで目的の性質を得ること



相原 正樹 教授

ができる。しかも、超伝導物質は通常、絶対温度（氷点下二七三度）近くまで冷やす必要があるが、高温超伝導物質だと氷点下一五〇度前後と使いやすい。

超伝導物質の用途は、磁場で車輪を浮上させて高速で走るリニアモーターカー、放射線被爆が無く高性能なMRI（磁気共鳴画像診断装置）、更には将来の量子コンピュータの素子など多くの可能性を秘めている。「高温超伝導を用いた応用研究は材料の扱い難さなどのために思う様には進んでいませんが、それを光で制御できるようになればインパクトは非常に大きいでしょう。光誘起超伝導の実験はこれまでごく限られた物質でのみ研究されてきましたが、ごく最近、二重層状物質を用いた超伝



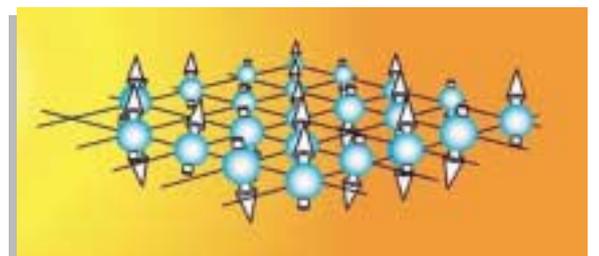
物質を解析するための最新鋭コンピュータシステム  
200個以上の高性能演算装置を超高速ネットワークで繋いで膨大な計算を高速に並列処理する。

導の実験で大きな光誘起現象が発見されました。今後の進展が楽しみです」と相原教授は話す。

高橋助教は「さまざまな光で超伝導物質を励起し、性質を変化させることで、最終的には機能をスイッチのように切り替えるなどコントロールできるようになるでしょう」と予測する。電子が持つ電荷（電流を担う）とスピン（磁性を担う）という二つの性質が、光を照射したさいにどのような動きをするかが強相関電子材料の光応答を解明する鍵になるが、その詳細を明らかにしつつある。光誘起相転移の研究に突破口を開いたことになる。その結果は、アメリカ物理学会誌やルミネセンス国際会議の招待講演などで報告している。

## 新たな事象を予言

「理論物理学の醍醐味は新たな事象を予言できること。面白い現象が見つかり、そのメカニズムを解明したときの喜びは例えようもありません。もちろん、産みの苦しみはあり、研究の楽しさと表裏一体ですが」と相原教授。科学的なひらめきについては「ケースによりませんが、集中とリラクゼーションを繰り返すことでしょうか」と語る。学生に対しては「物理とは、ぜひ、研究に加わってほしい」と呼びかけている。



強相関電子材料のミクロな模式図  
青い点は電子で、矢印はそのスピンの向きを表す。電子間の強い反発力により電子が動けなくなっている。これに光を当てると沢山の電子が動きだして金属や超伝導になる。

高橋 聡  
助教

# 新発想でニュービジネスに挑戦!

## マンガや合コンサイト 学生三チームのビジネスプランが五賞を受賞

NAIISTの博士課程に在籍する学生三チームの提案するビジネスプランが、第8回キャンパスベンチャーグランプリ(CVG)大阪のビジネス大賞など新事業提案コンテストに相次いで入賞した。ベンチャービジネスに参入する企業家精神を持った研究者のニーズが高まっているだけに、教育・研究の人材養成に大きな刺激になりそうだ。

### マンガから新発想

ビジネス大賞を受賞したのは、情報科学研究科の田中秀一郎さんらソフトウェア工学講座の大学院生七名。この賞は、学生企業家支援の草分けで、田中さんらのプランは、著作権に配慮したオリジナルマンガ限定の投稿サイト『Co-Mix』。誰でも簡単にオリジナルマンガを投稿し、閲覧できるWebサイトを構築する。即売会など関連イベントへの参加が難しい大都市以外のファンにも、気軽にオリジナルマンガが楽しめる環境を用意するのが狙いだ。

田中さんらは、技術ベンチャー論」という講義を通し、ビジネスプランを作るおもしろさを知った、という。受賞を機に、将来は事業家として多くの人に喜んで使ってもらえる新サービスを創造していきたいと、抱負を語る。

### 出合いをビジネスに

同賞の近畿経済産業局長賞のほか、関西ニュービジネス協議

会 NBK大賞」の近畿経済産業局長賞、SOHO CITYみたかビジネスプランコンテスト」の学生ベンチャー賞の三賞を受けたのは、黒岩将さんら情報科学研究科、物質創成科学研究科の四名のチーム。進化合コン、対話型進化計算とベイジアンネットワークを用いた結婚支援システム」とユニクな内容で、「合コン式お見合い」を仲介するWebサービスを展開しているが、その原理には、生物進化における適者生存原理を模した遺伝的アルゴリズム(GA)を使っている、という。

「世の中のために何ができるか」をずっと考えていた黒岩さんは、一般に理系の大学では出合いがないことに着目。多くの学生にエキサイティングな週末を提供しようと、それぞれの研究科の枠を越えて立ち上がった。

### 服を着たまま計れる心電図

また、物質創成科学研究科の永田大介さん、情報科学研究科の山内智博さんのチームは、「関西ニュービジネス協議会 NBK大賞」の優秀賞を受賞した。

テーマは、IECD(間接触式心電図計測器)の医療機関への販売で、電界をかけることで電的に正負の分極現象が起きる誘電体を利用し、「服を着たまま測れる」間接触型心電図計測器を実現させた。永田さんらチームも、技術ベンチャー論

の講義の中で「あれば便利」現在の技術でもできる「社会に貢献できる」をキーワードにプランを作成。商品の市場が現代の社会問題とされている高齢化と繋がっている事がこのプランを考えるきっかけとなった。

メンバー 氏名(学年) 研究科 講座	ビジネスプラン	受賞		
田中秀一郎(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学	「著作権に配慮したオリジナルマンガ限定の投稿サイト『Co-Mix』」	第8回 キャンパスベンチャー グランプリ(CVG)大阪 ビジネス大賞		
伊原 誠人(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学				
前島 弘敬(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学				
湯浅 直弘(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学				
大西 洋司(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学				
西澤 茂隆(博士前期課程1年) ... 情報 ソフトウェア工学				
亀井 靖高(博士前期課程2年) ... 情報 ソフトウェア工学				
黒岩 将(博士前期課程1年) ... 情報 生命システム学			「進化合コン - 対話型進化計算とベイジアンネットワークを用いた結婚支援システム」	第8回キャンパスベンチャー グランプリ(CVG)大阪 近畿経済産業局長賞 関西ニュービジネス協議会 NBK大賞 近畿経済産業局長賞 SOHO CITYみたか ビジネスプランコンテスト 学生ベンチャー賞
石田 健二(博士前期課程1年) ... 情報 生命機能計測学				
河津 直人(博士前期課程1年) ... 物質 超高速フォトニクス				
高木 理江(博士前期課程1年) ... 物質 メソスコピック物質科学				
永田 大介(博士前期課程1年) ... 物質 エネルギー変換科学	「IECD(間接触式心電図計測器)の医療機関への販売」	関西ニュービジネス協議会 NBK大賞 優秀賞		
山内 智博(博士前期課程1年) ... 情報 生命機能計測学				

### 詳細ホームページ

- キャンパスベンチャーグランプリ(CVG)大阪  
実行委員会 キャンパスベンチャーグランプリ  
2006  
[http://www.cvg-nikkan.jp/area\\_osaka/index.html](http://www.cvg-nikkan.jp/area_osaka/index.html)
- (社)関西ニュービジネス協議会(NBK)  
NBK大賞2006  
<http://www.nb-net.or.jp/event2006/jusho.pdf>
- SOHO CITY みたか ビジネスプランコンテスト  
2006  
<http://www.mitaka.ne.jp/bizcon/>



左から前島さん、亀井さん、田中さん、西澤さん、湯浅さん、伊原さん、大西さん



左から高木さん、黒岩さん、石田さん、河津さん



永田さん(左)と山内さん(右)

日経BPムック「変革する大学」シリーズ  
奈良先端科学技術大学院大学  
2007-2008年版

内容

- Part1  
最先端分野の教育・研究で世界をリード
- Part2  
未来の扉を開く研究室
- Part3  
高い研究力ベースに広がる産官学連携

発行 日経BP企画  
2007年1月30日  
定価 1,200円(税別)



なお、全般を通して、学生が活躍する様子を中心に構成されており、研究室紹介では学生インタビューを行い、本学に進学した理由や、研究内容、将来の希望などの学生の生の声を掲載しています。また、本学は、他分野出身の学生が非常に多く入学しており、意欲があればそれに見合う教育研究の環境が整っている点をアピールした内容となっており、進路選択の助になるよう願っています。大型書店等で一般に販売されています。

奈良先端科学技術大学院大学は、受験生などを対象に、本学が誇る教育研究力の魅力をアピールするため、『日経BPムック「変革する大学」シリーズ・奈良先端科学技術大学院大学2007・2008』を発行しました。内容は、多彩で手厚い学生サポートの紹介から始まり、最先端分野の教育・研究の紹介、代表的な研究室の紹介、日本を代表する産官学連携の紹介等から構成されており、本学が世界に誇る教育研究力を前面に打ち出したものとなっています。

## オープンキャンパス (高山サイエンスタウン・フェスティバル)

～ 受験生向けイベントも同時開催!! ～

けいはんな学研都市高山地区における高山サイエンスタウン・フェスティバルの一環として、小中高校生向け体験プログラムや展示等を通じて、一般の方々に本学の最先端の研究・教育を紹介するとともに、受験希望者に本学の魅力をアピールすることを目的に、オープンキャンパスを開催します。たくさんの方々の参加をお待ちしています。

- 日時** 平成19年4月21日(土) 10:00～15:00
- 場所** 奈良先端科学技術大学院大学 奈良県生駒市高山町8916-5 (けいはんな学研都市)
- 対象** 小学生、中学生、高校生、大学生、一般、企業関係者等
- 連絡先** 奈良先端科学技術大学院大学 企画・総務課 国際・広報・地域連携係  
電話：0743-72-5915 E-mail:s-kikaku@ad.naist.jp

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

## 受験生のためのオープンキャンパス

本学への受験を考えている皆さんにとって、直接本学を知って頂く大変よい機会です。是非ご参加ください。

- 日時** 平成19年5月26日(土) 10:00～17:00
- 場所** 奈良先端科学技術大学院大学 奈良県生駒市高山町8916-5 (けいはんな学研都市)
- 連絡先** 奈良先端科学技術大学院大学 学生課入試係  
電話：0743-72-5083 E-mail:gakusei@ad.naist.jp

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



「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易く紹介するため、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(さかぐち よしり)

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、文化部次長、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19年3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/>



R100

古紙配合率100%再生紙を使用しています