

iCeMS

Our World, Your Future

京都大学
物質—細胞統合システム拠点
(アイセムス)

Vol. **2**

2015 December

contents

02

特集 1

iCeMS ラーニングラウンジ・ダイジェスト
不治の病も、自然の摂理になれば
治療法がみえてくる

06

特集 2

iCeMS 研究者が描く
「新しい学び」のかたち

来たれ、問もない、
答えもない世界へ

11

iCeMS の動き

働き蜂も女王蜂も、幼虫はまったく同じ姿だが、成長するにつれて、それぞれ女王蜂らしく、働き蜂らしくなる。なにがそうさせるのだろうか。じつは、とても小さな要素が関係しているという（詳細は 2 ページ参照）

2015年6月からスタートした「iCeMSラーニングラウンジ (Learning Lounge)」は、iCeMSのポスドクを中心とする若手研究者たちが所員や一般市民にむけて、自身の研究の意義や発展の可能性について、英語で15分間のプレゼンテーションをする場です。その研究が私たちの未来をどう変えるのか、社会的な背景などにも関連づけて、専門外の方にもわかりやすくアピールします。今回の特集では、第2回に登壇したナマシヴァヤム先生のプレゼンテーションを紹介します。

不治の病も、自然の摂理になれば 治療法がみえてくる

ジー・ピー・ナマシヴァヤム Ganesh Pandian Namasivayam
iCeMS 助教

科学の進歩はめざましく、日々新しい発見があります。治療不能とされていた病気の治療に「一歩近づいた」などと報じられることがありますが、いったいどのくらい近づいているのでしょうか。効果的で安定的な治療法にはやくたどりつくには、「身近な自然の摂理にならうことが重要だ」と、ナマシヴァヤムさんは力説します。

簡単な質問から始めます。2匹の蜂のどちらが女王蜂かわかりますか。答えは右です(資料1)。大きくて健康そうな蜂が女王蜂で、左は働き蜂です。

働き蜂も女王蜂も、幼虫はまったく同じ姿ですが、成長するにつれて、それぞれ女王蜂らしく、働き蜂らしくなります。



資料1 働き蜂(左)と女王蜂(右)。幼虫のときは同じだった体が成長するにつれて変化する。この変化を解明することは、人間の健康にも多大な影響をもたらす



ジー・ピー・ナマシヴァヤム インドのティルネルヴェーリ出身。SBOA高校卒業後、マドラス大学でバイオテクノロジーの修士号を取得。2002年からはインド工科大学(IIT-M)マドラス校電子工学科のアンジュ・チャダ教授のもとで、微生物生化学、バイオセンサー、生体内変換など、多様な領域にわたるプロジェクトに従事。2006年に文部科学省の奨学金を取得し、新潟大学の堀秀隆教授のもとで特任助教として博士論文研究「昆虫の新しい先天免疫システム」を進めるいっぽう、牛木国際特許事務所科学アドバイザーとして勤務。2010年からはiCeMS助教として杉山弘グループに加わり、医療分野への応用を目的に、自然の摂理にならったスマートバイオマテリアルの生成にいそむ。

にがそうさせるのでしょうか。じつは、とても小さな要素が関係しています。それは、私たちの幸福や健康にも深くかかわる重要な要素です。

「ゲノムの守護者」p53 遺伝子

キーワードは「治療(cure)」です。メリアム・ウェブスター辞典によると、cureの語源は「人間を邪悪なものから守る神」を意味するラテン語のcuraです。incurableは文字どおり「不治の病」をさします。世界には不治の病が多く存在し、それでも飽き足りないかのように新しい病が生まれています。癌や糖尿病



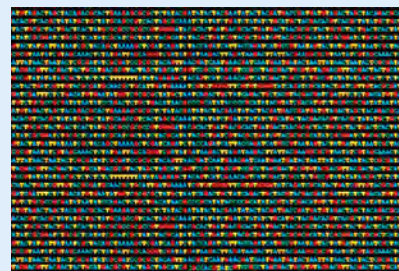
は紀元前から存在が知られているにもかかわらず、いまだに表面的な治療のみで、完璧な治療法はありません。

なにかの問題に直面したときは、表面に現れる現象にとらわれず、その原因の根幹を探る必要があります。根源的な治療法を見つけるために、私たちは新しい情報を得ることができました。それが「ゲノム」です。(資料2)はヒトのゲノムです。私たちは約30億個の文字列(ATGC)の組みあわせからできています。Aはアデニン、Tはチミン、Gはグアニン、Cはシトシンを表します。地球上の

70億人すべてがほぼ同じ配列です。この文字列は二重らせん構造のDNAの中に並んでいます(資料3)。「生命の設計図」ともよばれるDNA情報は遺伝暗号として読み取られ、必要に応じて生体システムに伝えられます。遺伝子はDNAの機能的な基本単位で、ヒトは約2万の遺伝子をもっています。

遺伝子の欠陥や欠損によって病気を発生させる可能性のある疾患感受性遺伝子(sensitive gene)が発見されました。遺伝子の突然変異を抑制して私たちの体をケアするcaretaker遺伝子やguard遺伝子の存在も明らかになりました。「ゲノムの守護者」とよばれるp53遺伝子はその代表例です(資料4)。

私たちの体をかたちづくる小さな細胞はとても安定していますが、細胞核中の遺伝子の突然変異やDNAの損傷な



資料2 人間のゲノム。人間1人を構成するのに必要なゲノムの大きさは約30億塩基対



資料3 DNAの構造。アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)はDNAの文字情報を構成し、それらからなる2本のDNA鎖が二重らせん構造をつくる

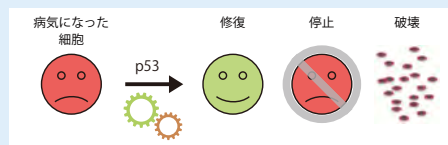
ど、病気の兆候が発生すると、p53遺伝子はそのDNAを修復したり、細胞増殖を停止させたりします。変異した細胞を破壊・死滅させることもあります。このp53遺伝子が存在しなかったり、E6遺伝子などの癌遺伝子にその働きを妨げられたりすると、細胞はコントロールを失い癌化します。じっさいに、癌化した細胞内のp53遺伝子は、約50パーセントの割合で変異をもっています。

p53 遺伝子を回復させる免疫システム

p53遺伝子の働きを回復させる方法の一つが、CRISPR/CAS9という遺伝子改変の最新技術です。バクテリアの免疫システムに着想を得て開発されました。ウイルスは自身のDNAをバクテリアに注入して増殖しますが、バクテリアはCRISPR/CAS9とよばれる免疫システムによって身を守っています。

CRISPRは異質なDNAを認識するシステムで、CAS9は異質なDNAを切断するタンパク質です。CRISPR/CAS9は、細胞内に侵入したウイルスのDNAだけを狙って切断し、感染を防ぎます。この仕組みを応用して、ノースカロライナ大学の研究者たちは、E6遺伝子のみを切断することに成功しました。癌を抑制するp53遺伝子の本来の働きを維持するためにE6遺伝子のDNAを切断するのです。この技術はHIVや筋ジストロフィーなどの疾患にも応用できると考えられています。

しかし、このすばらしい技術にも問題



資料4 p53 癌抑制遺伝子の役割。病気に侵された細胞を安定させ、細胞の癌化を防ぐため、p53はその細胞の修復・停止・破壊のいずれかを機械的に選択する

はあります。目的はともかく、遺伝子を改変することによって変わりありません。病気を治すためとはいえ、自分のDNAの切断を望む人は少ないでしょう。そこで考え出されたのが、エピジェネティクスとよばれる新たなアプローチです。

エピ(epi)は「後」、ジェネティックは「遺伝子の」を意味します。DNAの配列は変わらずにDNAがメチル化したり、DNAが巻きついているヒストンとよばれるタンパク質がメチル化やアセチル化することをエピジェネティックといいます。こうした修飾化の情報はDNAと同じように細胞分裂時に娘細胞に受け継がれます。

遺伝子発現をコントロールする仕組み

遺伝子の情報を読みとって、さまざまな生体機能をそなえたタンパク質などの分子が合成されることを「遺伝子発現」といいます。遺伝子発現を正確にコントロールすることで、細胞はそれぞれ異なる役割を分担し、機能を維持しています。エピジェネティクスは、こうした遺伝子発現に関わるスイッチのコントロールにも関わっています。

人間の細胞1個に含まれる二重らせん構造のDNAは2メートルほどの長さ

です。それがどのように細胞に取まっているかを示したのが〈資料5〉です。DNAはヒストンに糸巻のように巻きついています。ヒストン上に存在するマークの種類やその有無で、DNAの巻きつき方が変わり、ONとOFFのスイッチが切り替わります。ONは発現状態(express)、OFFは抑制状態(silence)です。

「抑制マーク」は、DNAがヒストンにきつく巻きつくように信号を送り、ヒストンどうしを密着させます。DNAの遺伝情報はヒストンに包まれて隠れるので、遺伝子は発現しません。いっぽう「発現マーク」は、DNAをゆるませる信号を送ってヒストンから引きはがし、遺伝子を発現させます。

女王蜂を女王蜂にするスイッチ

なぜ働き蜂は働き蜂に、女王蜂は女王蜂になるのかと、最初にたずねました。蜂が生まれてしばらくすると、ある幼虫にはワーカーゼリーが、別の幼虫にはロイヤルゼリーが給餌されます。ロイヤルゼリーには小分子の脂肪酸が含まれています。この脂肪酸は抑制マークの働きを抑えます。遺伝子を発現させ、女王蜂を女王蜂にするタンパク質を分泌し、女王蜂となるべく成長するのです。

じつは私たち人間も同じ状況にあります。環境汚染やストレス、喫煙や飲酒な

ど、病気を引き起こしうる外部刺激は、本人の健康だけでなく、遺伝子にも変化をもたらし、子どもや孫にまで影響をおよぼします。自分の体はすでに病気に侵されているから、子どもや孫からの叱責が怖いという人たち、どうぞ心配しないでください。コントロールを失った細胞をもとに戻す方法はいくつかあるのです。

医師からも患者からも望まれる治療法の一つに、小分子化合物を用いる方法があります。たとえば、細胞の癌化を監視するp53遺伝子のような重要な遺伝子がうまく働いていない状態の細胞内を想像してください。この細胞がある小分子化合物を取り込むと、この化合物はp53遺伝子の動きを抑えていた抑制マークを取り除き、p53遺伝子の本来の機能を復活・維持させるスイッチとして機能するのです。

特定のスイッチだけをいかに狙うか

ところが、この化合物は、意図していないほかの遺伝子にも作用し、スイッチを切り替えてしまいます。特定のスイッチだけを狙って切り替える化合物を、多くの研究者が追い求めています。

そのひとつがPIP(ピロール・イミダゾール・ポリアミド)という小分子化合物です(資料6)。カリフォルニア工科大学

のピーター・ダーバン教授が天然の抗生物質(ディスタマイシン)から発見しました。この小分子化合物が優れているのは、人体の細胞内にとり込まれると、もともと体内物質と同じようにDNAと結合する点です。

PIPは、ピロール(P)とイミダゾール(I)が2列に並んだ構造で、その組み合わせによって結合するDNAが異なるという特徴があります。これを利用して、DNAの配列や文字列を読み取ることができます。たとえば、PとPがペアのときには、A-TもしくはT-Aの塩基対を認識します。IとPのペアはG-Cの塩基対を認識します。PとIを組み合わせることで、特定のDNA配列を識別して結合するのです(資料6a)。

杉山グループが開発したスイッチ

自然界では、遺伝子発現は遺伝子レベルでもエピジェネティクスのレベルでも、巧妙に抑制されています。こうした自然界のしくみにならって、私たち杉山弘教授の研究グループは、特定の遺伝子のみを発現させられる新しい小分子化合物を開発しました。特定のDNAとだけ結びつくPIPと、遺伝子発現を促進するSAHA(スベロイルアニリドヒドロキサム酸)という分子とを結合させたSAHA-PIPです(資料6b)。特定の遺伝子を狙って遺伝子発現を促す「人工遺伝子スイッチ」として機能します。

私たちは、PとIの配列の異なる32種類の小分子化合物を開発し、人間の皮膚細胞に投与して、その活動を記録しま

した(資料7)。すると、ある化合物は幹細胞の発達に重要な役割を果たすOCT4遺伝子を活性化させました。べつの化合物は欠けると不妊を引き起こすPIWI遺伝子群を活性化させました。もう一つの化合物は、網膜の発達に重要なPAX6遺伝子を活性化させました。

SAHA-PIP以外の小分子化合物は、影響を与えたくないスイッチまで切り替えてしまうことがあります。私たちが開発したSAHA-PIPは、特定のDNAを狙って働きかけるという点で、とても優れています。MX2とよばれるHIV-1の抑制遺伝子は、あるSAHA-PIPによって活性化されることがわかりました。最近の子どもたちによくみられる自閉症は、CNTNAP2遺伝子を活性化させることで発症を抑制できます。肥満を抑制するKSR2遺伝子を活性化させる化合物もあります。

現時点では、SAHA-PIPの利用は研究用にとどまっていますが、これを医療薬の開発に役だてることが私たちの最終目的です。それにはSAHA-PIPを緻密に設計しなくてはなりません。スイッチを切り替えるシステムも、じっさいには〈資料7〉で表したようなシンプルな構造

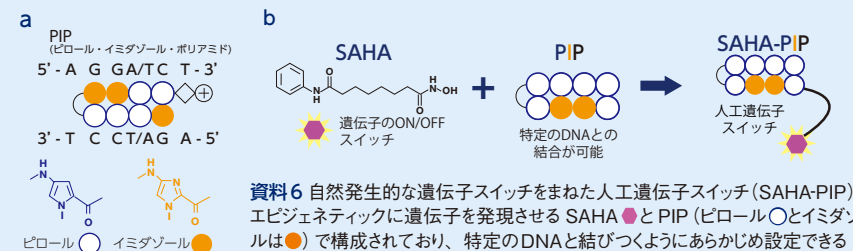


資料7 SAHA-PIPは、不妊や網膜、幹細胞といった抑制状態(OFF)にあると病気を引き起こす遺伝子と特異的に結びつき、発現させることに成功した

ではありませんから、さらに研究を重ねる必要がありますが、この小分子化合物を医療に活用できる日がくると、自信もっています。

*

1953年にDNAの二重らせん構造が発見されて以来、さまざまな病気の原因が解明されました。人間のゲノムの塩基配列を解析する「ヒトゲノム計画」も2003年に完了しました。遺伝子改変技術のCRISPR-CAS9や、SAHA-PIPのように、自然界の仕組みに着想をえたり、自然にならった技術の開発が進み、毎日のように新発見が報告されています。これまで「不治の病」とされてきた病気も、近い将来、根本的に治療できるようになるでしょう。自然ほどにうまく考えられた仕組みはほかにはないと強く信じています。



ラーニングラウンジの熱気をあなたも体験してみませんか

世界から注目される「目に見える拠点」として成長しつつあるiCeMS。さらなる発展をめざすには、若手研究者の活躍が不可欠です。ラーニングラウンジをとおして、細胞生物学、化学、物理学の学際融合研究の活性化をはかるとともに、海外への情報発信力を高めます。プレゼンのようすは録画・編集し、下記のアドレスから、世界に無料配信しています。

<http://www.icems.kyoto-u.ac.jp/j/rsch/LL/>
2か月に1回のペースで開催しているラーニングラウンジには、一般の方もご参加いただけます。事前申し込みは不要。開催予定はiCeMSのホームページをご覧ください。

- 第1回 2015年6月29日(月)**
亀井謙一郎さん(Yong Chen グループ准教授)
「チップの上で生きる」*
永田 紅さん(植田和光グループ助教)
「きのう何食べた?—憎まれ役のコレステロール」*
- 第2回 2015年8月3日(月)**
ジー・ピー・ナマンヴァムさん(杉山弘グループ助教)
「実現間近?—自然にならえば 不治の病の治療法が見えてくる」*
マルセル・ホルニグさん(田中求グループ助教)
「心臓発作ってなんだろう?」*
- 第3回 2015年10月21日(水)**
佐藤 綾さん(Peter Carltonグループ研究員)
「DNAはどうやってこどもたちに受けつがれるの?」
廣理英基さん(田中耕一郎グループ准教授)
「『見えない世界』を『見える世界』に」
- 第4回 2015年11月19日(木)**
高野勇太さん(今堀 博グループ助教)
「ナノサイズ太陽電池で身体にエネルギー供給」
小島洋児さん(齋藤通紀グループ助教)
「ヒトのライフサイクルの謎を解読する」
*印のコンテンツはインターネットで動画を配信中です。

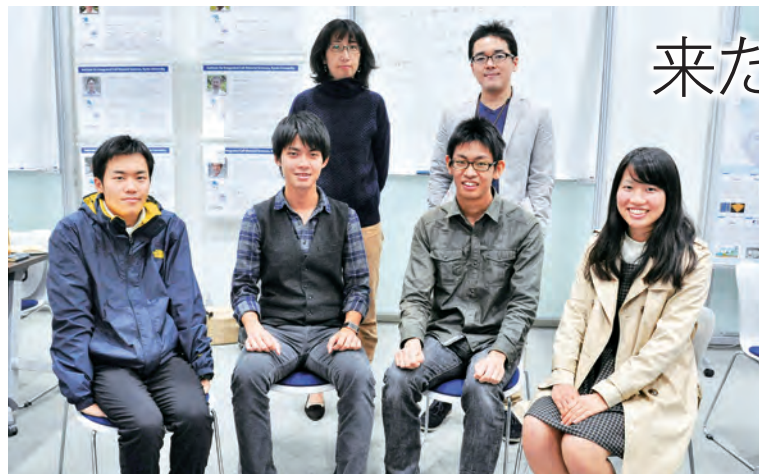


プレゼンのあとは、研究者と聴衆との意見交換の場も設けています



特集2 iCeMS研究者が描く「新しい学び」のかたち

1回生の希望者を対象とする京都大学の「少人数教育科目（通称ポケット・ゼミ）」は、各学部や研究科、附置研究所などの教員が野外演習や討論など、さまざまなスタイルで実施する授業。人間・社会・自然について「深く考える力」を養うことを目的に1998年から導入されました。iCeMSは今年度から4名の若手教員がポケット・ゼミを担当。「化学と生物学の視点を超えて」をテーマに掲げ、それまでのスタイルを刷新し、議論とプレゼンテーションを中心するカリキュラムを展開しました。学生は「教える対象」ではなく、ともに学ぶ「未来の仲間」と語る教員たち。どんな思いで授業を企画し、学生と向き合い、なにを伝えようとしたのか。元気あふれる教員たちの言葉から、iCeMSのめざす「学際融合」のかたちが読み取れます



数か月ぶりに iCeMS に集まった受講生たちを迎えて

来たれ、問いもない、 答えもない世界へ

話し手 (担当教員) **古川修平** (准教授)
杉村 薫 (特定拠点助教)
樋口雅一 (特定拠点助教)
藤島和人 (特定拠点助教)
聞き手 (科学コミュニケーショングループ) **城 綾実** (特定研究員)

城●iCeMSのポケゼミ(ポケット・ゼミ)の授業の企画・運営にあたって、どんなことを大事にされましたか。

杉村●化学の視点と生物の視点という方向性は、古川さんと私から提案しました。学際的な視点を体験してもらうことで、「大学での学問には答えがない、問

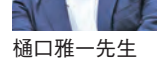


杉村 薫先生

いすらも自分で設定するもの」ということに意識を向けてほしかったのです。

古川●異なる研究分野

の先生たちが一緒に研究している「iCeMSならではのスタイル」を授業にも反映したくて、一つのテーマを化学と生物学の二つの視点から考察することにしました。じつはぼくは、「化学と生物のどちらが偉いかを議論しよう」と提案しました。どちらの立場になっても、「どちらが偉い」かを論じられるようにしようと。だけど、樋口さんと藤島くんが、「科学的な問いにしよう」と言い出した。



樋口雅一先生

樋口●どちらが強いかという対立的な構図はわかりやすいけれど、その向こう側にあるものを見据えて創りあげるほうがよいと思ったんです。だからテーマは、「視点を超えて」。

杉村●授業の形式も工夫しました。科学論文と同じ形式になるように、まずは学生みずからに問いを設定してもらって、前提知識を整理して議論し、実験の手法も自分たちで探して、



藤島和人先生

発表してもらうことにしました。

科学論文を書くときには、「先人たちが積み上げた現在地を知るところから始める」のが基本。そのうえで、自分はなにを足せるのか。「論文はそういう構成になっている」ことを伝えた。

城●私が1回生のときにこんな授業があったら、受けてみたかった。(笑)私自身、仲間とのディスカッションやプレゼンテーションの場面では、いまだに試行錯誤していますから。

樋口●1回生にとっては、高校までの勉強とはぜんぜんイメージの違う授業だったでしょうね。「正解を求めない」というのは、衝撃だったはず。頭をやわらかくしないと考えられないからね。

杉村●こうして練り上げたコンセプトのもとに、つぎは、魅力的なシラバスづくりに力を注ぎました。

城●「問いもない、答えもない、分野の垣根もない、研究の最先端を体験したい」という一文が盛り込まれていますね。

藤島●さらに、「教えられるのは嫌」という言葉も加えました。

樋口●これが心の琴線にふれる人たちに集まってほしいと思ったんです。

藤島●ハードルを上げたから、志望者はずいぶん減るのではないかと心配しました。でも、蓋を開けてみると、やる気のある学生たちばかりだった。

古川●人数は16人で、定員ちょうどだったね。学生の所属学部がきれいに分かれたのは



古川修平先生

偶然だったけど、シラバスや、各回の授業のテーマにいろいろな文言を散りばめたから、いろいろな学部の学生が関心をもってくれたのかな。

杉村●ポケゼミの最初の授業では、「これは『なにかを学ぶ』ためのゼミではなくて、大学で『なにを学びたいか』を決めるときに参考になるようなゼミにしたい」と伝えましたね。

古川●学生たちがどんどんついてきてくれるからうれしくなって、相乗効果で授業のレベルが上がってしまった。(笑)後半は「授業の準備がたいへんだった」と学生たちも言っていたけど、だれも休んでいないことに最後になって気づいた。

学部や研究分野の壁を軽々と 超える柔軟な思考力を

城●違う学部の学生と一緒に科学について議論できる機会って貴重ですね。サークルが一緒というのとは、またちょっと違いますし。

藤島●自己紹介のときに、「これからは学際融合が重要だ」と言っていた学生がいましたね。すごく衝撃を受けました。

古川●でも、学際融合には、まず自分自身がなにかのスペシャリストにならないとね。最初から学際融合のスペシャリストにはなれない。

杉村●「ぼくは生物だから数学はいい」とか、「物理だから生物は関係ない」とか、そういう意識をもたないことが大事。

城●この座談会にさきがけて、4人の受講生たちと話す機会を設けたのですが、

iCeMSのポケゼミ概要

- **テーマ**
「化学と生物学の視点を超えて」
- **授業計画**
【授業計画】
①導入(自己紹介/生物学とは/化学とは)、②DNA、③エネルギー生産、④光、⑤科学論文の構成の説明/プレゼン大会の準備、⑥iCeMSの研究室見学/プレゼン大会の準備、⑦プレゼン大会、⑧⑨五感、⑩⑪進化、⑫プレゼン大会の準備、⑬プレゼン大会
- **授業の流れ**
【講義】毎回、一つのテーマを掲げ、化学と生物学のそれぞれの立場から、その分野の基礎知識と最前線の研究の成果を教員が解説し、前提となる「視点」を身につける。
【議論】学生と教員がともに議論し、分野の垣根を越えた「新しい視点」を探す。
【発表】学生がみずから問いをたて、その分野についての「新しい研究」の可能性についてプレゼンする。
- **到達目標**
一連の流れを繰り返し体験することで、次の4つの力を養うことをめざす。
①分野にとらわれない自由な発想力、②科学的論理構成力、③自己表現力、④グループで課題を達成する(コミュニケーション)能力
- **担当教員(専門分野/趣味)**
古川修平(無機化学/スカッシュ、ビール)、杉村 薫(生物物理学/サッカー、建築)、樋口雅一(錯体化学/釣り、結婚式スピーチ)、藤島和人(神経発生学/読書)

彼らの話をきいていて、その点は達成されたと感じました。学部の違う人たちとのコミュニケーションや、ディスカッショ

んしながらの授業形式はとても楽しかったと言っていました。この授業をきっかけに、「これまでは好きな化学一本でよいと思っていたけど、生物の研究室にも入りたくなった」という声もありました。

樋口●ほく自身もiCeMSに来た当初は、「化学と生物学とは違う」と感じました。たとえば「分子」という言葉にしても、化学が専門のほくは、小さなベンゼン環に置換基がついたものを思い浮かべるけど、生物系の人たちはタンパク質を思い浮かべる。(笑)

杉村●たしかに!

樋口●「じゃあ、アミノ酸はどう表現する

の」ときくと、「それはアミノ酸だ」と。

古川●アミノ酸も分子だけどね。(笑)

樋口●同じ言葉を違う意味でつかっているから、話が合わない。これが分野の壁をつくるきっかけの一つになっている。授業のなかでも、こうした研究者たちの葛藤や対立する意見などをそのまま見せるのもおもしろいんじゃないかと思いました。教員どうしが意見を述べあって、「いや、それは違うと思う」と、決裂して終わってもよいかなど。

古川●楽しかったのは、授業のあとの1時間半ほどの教員ミーティング。毎回4人で議論しながら授業計画を修正した。

授業が生きている感じがしたよね。

城●授業計画をガチガチに決めていないからこそ、できたということですね。

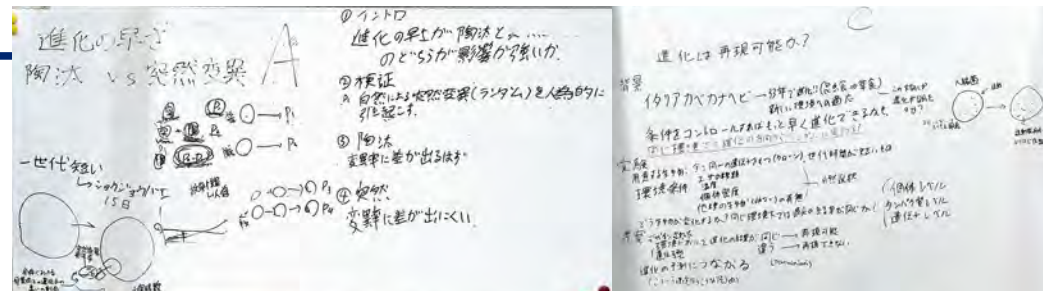
古川●それがよかった。みんな基本的に細かい計画を練るタイプではないけど、藤島くんはこの4人のなかでは細かいほうだよな。

藤島●ほくはもう、心配で心配で。(笑)

杉村●藤島くんは3週間前から準備を始めるから、テーマ設定も、「藤島くんが準備を始めるまえに決めなきゃ」となった。

杉村●私と古川さんだと、その場で盛り上がり、「イエーイ」で終わる。(笑)

古川●そこに樋口さんが入ったら、いよ



最終回「進化」のプレゼン大会での発表内容の一部

いよなりだらけになる。(笑)

杉村●柔軟すぎて悪くなるのを、藤島くんがうまく調整してくれる。

樋口●そうか、ほくは「なりだらけにして、悪い方向にもっていく人」だったのか。(笑) そう思うと、教員もバランスのとれた人選だった。

古川●それに、教員どうしが互いをよく知っていることもよかった。iCeMSでは、専門分野の違う人とも、日ごろからコミュニケーションをとっているからね。

城●化学と生物の融合をめざすこの授業では、コミュニケーションと個人を尊重することが重視されていたとうかがって、コミュニケーションを研究する立場としては、とてもうれしい。(笑)

空気を読むな、でも人の話は聞こう。それがイノベーションにつながる

城●授業では毎回、16人の受講者が4つのグループに分かれて議論を重ねたのですよね。

杉村●はい。毎回メンバーを入れ替えたのですが、学生たちは、「今回のこのグループでは自分がリーダーになる」とか、「ここではサポート役にまわる」とか、グループの顔ぶれをみながら自分の立ち位置を変えていたようです。

古川●日本人は場や空気を読むのが上手ですよな。だけどほくは、「この授業で重要なのは『空気を読まないこと』。でも、人の話はしっかり聞こう、言いたいことはきっちり言おう」とよびかけた。

杉村●「空気を読まない人によってイノベーションが生まれる」と化学側の2人は力説していましたね。(笑)

城●いまどきの学生に「空気を読むな」は、衝撃的なメッセージでしょうね。

古川●空気を読んで人に不快感を与えないようにするよりも、自分の意見は言って、相手の意見も尊重する。それがサイエンスの発展には重要じゃないですか。

樋口●イノベーションはコミュニケーションのなかから生まれるという考え方もあります。逸話的にイノベーションは閃きから起こるといわれますが、かならずしもそうとは言えない。コミュニティのなかで、ポヤーンとしたものが生まれるのであって、孤立からは生まれない。コミュニケーションやグループ・ソサイエティのなかからイノベーションが生まれるということが、ちかごろよく指摘されるようになりましたね。
城●なかなか実証しにくいのですが、おっしゃるとおりだと思います。

樋口●いまの時代は情報の世界的な共

有化が速いから、そこからすごいものが生まれる可能性もあるし、世界中が同じ方向にむかう可能性もある。危険なのか、すごくなるのか、楽しみです。

城●現実はず想像を超えてくるでしょうね。

杉村●1950年代や60年代の日本の生物学会では、「こういう概念を海外から取り入れるかどうか」と議論していた。日本の学会と海外の学会とは別箇なものとして存在していた。でもいまは、みんなつながっている。

樋口●文献サービスもずいぶん変わりましたね。ほくが学生のころは、目的の論文を読むために図書館に通っていましたが、いまは研究室で画面をクリックすればすむから、図書館に行かなくなった。

杉村●この授業でも、学生たちはパソコンやスマホで資料をダウンロードしたり、自分で論文を探して読んだりしていた。

樋口●能動的に情報を取りに行けるようになったプラス面とマイナス面とがありますね。図書館でページをめくっていると、自分の興味がない分野も必然的に目に留まったりする。いまはキーワードで検索するから、必要な狭い領域の情報ばかりを読む。

古川●視野を広げて情報を集めない、

受講者の声 杉本瑛里香さん(農) / 高橋晃太郎さん(理) / 中西和昌さん(医) / 水沼 諒さん(薬)

●なぜこの授業を選んだの?

(高) ほかのポケゼミは1人の教授に学生5、6人という規模だが、ここは学生16人に先生4人の4対1。ほくは高校のころから議論好きだから、先生たちとたくさん話せると期待した。でも、シラバスには「ガチでやるぞ」という雰囲気がみなぎっていたから、おじけづいた人がいたかも。(笑)

(杉) 化学は好きだったが、生物は苦手。興味のある化学から生物にアプローチすれば、見方が変わるかと期待した。経験の少なかったディスカッションやプレゼンテーションにも挑戦したかった。

(水) じつはこのゼミは第4志望。菌類や仏像鑑賞のゼミを志望したが、希望者が多くて落選。追加登録時に残っていたのがこの授業。タイトルを見て「おもしろそうだな」と即決したが、「ディスカッション中心」と知ったのはそのあと。(笑)

(中) 第1志望ではなかったが、授業の内容やシラバスに刺激を受けた。はやいうちからプレゼンの経験も積みたかった。

●授業スタイルの印象は?

(中) 最初の授業で先生たちがフランクに話しかけてくださって、緊張はすぐにほぐれた。ふだんの講義では「受け身」になりがちだが、先生と議論しながら進行する授業スタイルはとても楽しかった。理学部や工学部の人たちのものの見方や思考方法は新鮮だった。

(高) 多くの講義は「知識を取り入れる」ことで精一杯で、それを「どう応用できるか」までは考えが及ばない。でも、このポケゼミは「受け身」では楽しめない。これまでとは違う思考回路を使うから、楽しい反面、授業のあとはけっこう疲れる。(笑)

(水) 研究者にとって重要なのは、知識よりも知能だと感じた。習得した知識をどうアウトプットするかが大切。アクティブな授業を経験できてとても満足している。

(杉) 4人1組のチームで議論を重ねてプレゼンするから、一人ひとりの存在感や責任がとても大きい。居眠りはもちろん、うっかりカゼもひけない。(笑)

●iCeMSですごして、どんな変化が?

(中) 新しい分野を開拓したり、なにかを成し遂げるには、多様な分野の人たちとの連携が不可欠だと確信した。専門外だからこそ、だれも思いつかないような斬新なアイデアを生みだせることもあるはず。

(杉) テーマはどれも難解で、ついてゆくの精一杯だったが、興味あることにひたむきにうちこむ研究者の姿に刺激を受けた。苦手意識の強かった生物学への興味が膨らみ、進路選択の視野にはいってきた。

(高) 新しい研究の可能性を探って、ネットでいろいろと調べてみると、自分の考え以上の成果がすでに発表されていたりする。科学の進展の速度は想像以上に速いことに驚いた。生物系に進むと決めているが、物理や化学の知識も不可欠だと実感した。

(水) 薬学はまさに生物と化学との融合。でも、創業の分野で活躍するには、生物や化学の知識だけじゃなくて、世のなかにどんな薬が求められているのか、「人の思い」を知ること必要だと気づいた。

アイデアは出てこないからね。

iCeMS から、学際的な科学の考え方を次世代に伝えたい

樋口●学生個人のスキルやポテンシャルはどの世代にもそれぞれにあると思うけど、なにをどう学ぶかは、どの世代にも共通する普遍的な課題ですよ。

古川●新しいことをするには、最初は詰め込まないといけない。そのうえでのアウトプットが重要です。学生たちは、高校生までたくさん詰め込まれているから、それを大学でどうやって外に出すか。

杉村●その点、このゼミの学生たちは授業でみごとにできてくれた。活発な学生たちは、私たちの清涼剤になった。(笑)
古川●1週間に1回、学生たちとすごして、こちらがピュアな気持ちに戻れる。(笑)

杉村●前期授業が終わって、「来週からポケゼミはないの」という喪失感。

城●「ポケロス」ですね。(笑) 先生たちがそう思っていたと知ったら、学生たちもすごくよこぶと思えますよ。

古川●ぼくたちが企画したこのポケットゼミのかたちは、高校生が対象でもできるし、大学院生相手にもつかえる。あそびをもたせているから、いろいろと応用できる気がする。

杉村●それには、いくつかの専門分野の教員が授業の構成をじっくり考えることが大事。授業を準備する側にも多様な視点が求められる。その先には、「大学として、学際融合研究の学位審査をきちんとしよう」ということがありますね。

古川●まさに、狙いはそこだよ。

杉村●学際融合を一過的なブームに終わらせたくない。持続可能な学術分野として発展させるには、学際的な科学の思想を次

世代に伝える教育的な方法論を開発しないと行けない。今回の授業は、その試金石でもあったように思う。これはやはり、iCeMSだから実現しやすかった。

樋口●理学部でも工学部でも、こういう授業をしようとしても、簡単にはできないんじゃないかな。

古川●しようと思えばできる。学科間を超えればいだけ。でも、パートナーを見つけるのがたいへんです。

樋口●「学際的な思考」が軸にないとできない。iCeMSにはそれがもともとあるから、おのずと流れができたのではないのでしょうか。

この学生たちと、いつかいっしょに研究してみたい

城●「少人数教育で先生と話せる機会が多いからポケゼミを希望した」という学生もいましたね。

古川●2016年度から始まるILAS*の授業の本質は、学生参加型の少人数教育。リレー講義も禁止で、学生と教員とのコミュニケーションが求められている。しかも、「講義形式の座学はできるだけ短く」というルール。これは、今回ぼくらがつくったフォーマットそのもの。

杉村●ILASの理念を先取りした。



2015年11月16日、iCeMS 2階の交流ラウンジにて

古川●教員はほかの授業ではだいたい多くても2人まで。ぼくらは、毎回4人がそろって授業をしました。教員の数が多い、しかもそれぞれにタイプが違えば、「こんな考え方でもいいんだ」、「こういうモデルもあるのか」と、視野を広げる機会にもなる。

藤島●学生たちはこれから、どの道に進むべきかで悩むと思うけど、答えなんてない。そのときに自分が「おもしろい」と感じたものにのめりこんでみればいい。そのほうが実になると思う。

樋口●1回生たちは、あと3、4年もすれば、同じ研究室で実験結果をみながら議論する仲間になる存在。

杉村●授業をとおして、学生から教えられたこともたくさんあるよね。最後の日に、「なにを学びたいと思いましたか」と尋ねたら、研究者になりたい人も、医師になりたい人もいた。彼らがどういう人になるのか、すごく楽しみ。「私、あの子を教えたくて、自慢できるかも。(笑)

藤島●すごい人が出てきそう。

古川●そんな楽しみがありますね。〈了〉

* ILAS 少人数教育科目(ポケット・ゼミ)として開講されていた授業を拡充し、2016年度から開講される。

iCeMS の動き

研究成果

光を使って神経細胞の「痛み」感知を制御する手法を開発

村上達也特定准教授らは、ナノメートルサイズの金粒子を使って、痛みを感知する神経細胞を光で活性化する手法を開発することに成功しました。この成果は、細胞機能をリモートコントロールする新しい技術としてだけでなく、神経痛・脳腫瘍などの光治療法として期待されます。



村上達也 特定准教授

DNAオリガミの2次元自己集合化に成功

杉山弘教授らは、DNA からなる平面構造体から脂質二重膜の表面上に、さまざまなパターンの DNA 自己集合体を作成する手法を開発しました。この成果は、メゾスコピックな分子構造体の自己集合化の新たなメカニズムを提唱するもので、自在な分子の結晶化にも用いることができると期待されます。



(左から) 鈴木勇輝 研究員、遠藤政幸 准教授、杉山弘 教授

イベント予告

第5回ラーニングラウンジ

2016年1月28日(木)
14:00 ~ 15:30
会場: iCeMS 本館 2F 会議室

AAAS年次総会2016ブース出席

2016年2月11日(木) ~ 15日(月)
会場: 米国ワシントン DC

ニュース



京都大学アカデミックデイにiCeMSから3グループが出席

10月4日(日)、百周年時計台記念館にて開催された「京都大学アカデミックデイ——みんなで対話する京都大学の日」というイベントでは、「研究者と立ち話」のコーナーに、iCeMSの北川進グループが「ナノ空間の世界と化学」、杉山弘グループが「人工遺伝子スイッチを創る」、科学コミュニケーショングループ(SCG)が「いい対話ってどんな対話?」というタイトルで、それぞれ登場しました。



Yong Chen教授、ナノインプリント・バイオニア賞を受賞

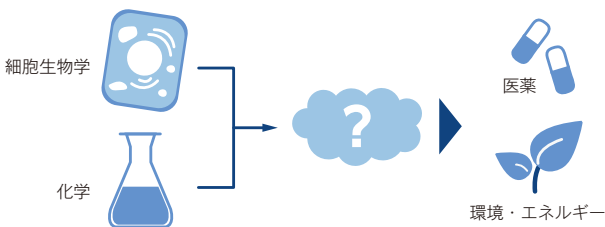
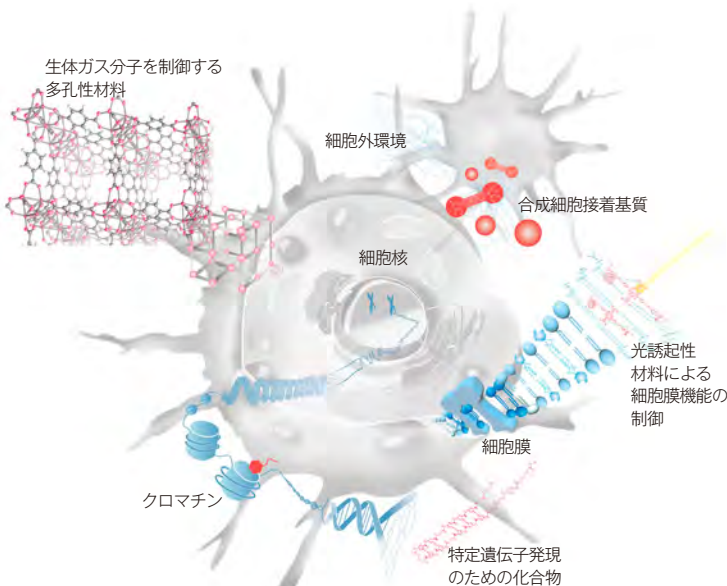
ナノインプリントとは、100ナノメートル(0.0001mm)のスケールでとても小さな構造体をつくる技術で、半導体、光学部品、バイオデバイスなどの発展に役だつことが期待されています。Yong Chen(ヨン・チェン)教授は、ナノインプリント技術に関する最大の学会である「第14回ナノインプリントおよびナノインプリント技術国際学会(NNT)」において同技術の発展への多大な貢献を讃えられ、この賞を受賞しました。

化学によって細胞を知り、細胞機能を模倣して新たな物質をつくる

細胞の性質から生きものを理解する細胞生物学と物質の構造とそれらの相互作用などを探究する化学。京都大学が得意とする両者を学際融合することにより、どんな研究領域が生まれ、どんなイノベーションをもたらすのでしょうか。細胞の化学原理を理解し、幹細胞をはじめとする細胞の機能を操作する化学物質を創成することがiCeMSの目標です。

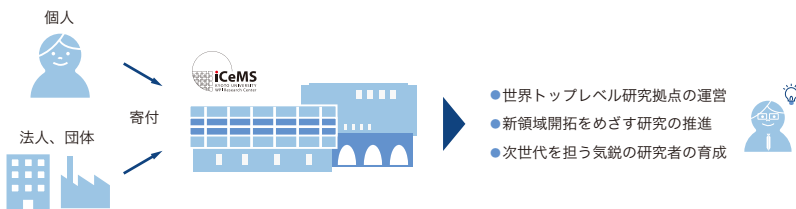
この目的を達成するために、細胞生物学、化学、物理学の学際融合により、物質と生命の境界である研究領域を掘り下げ、物質-細胞統合科学という新研究領域を開拓します。

この分野での世界トップ拠点をめざし、国際的かつ学際的な学問で培われた知識と技術は、医薬・環境分野などさまざまな産業に活力と新しい考え方を提供します。



iCeMS 基金へのご支援のお願い

iCeMSは、「物質-細胞統合科学」という新たな研究領域を開拓し、この分野における世界トップレベルの研究拠点として、医薬やエネルギー・環境分野などさまざまな産業に知識や技術、材料の提供をめざします。ご理解いただき、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。



京都大学基金ホームページ ● <http://www.kikin.kyoto-u.ac.jp/contribution/icems/>

iCeMS
Our World, Your Future

Vol.2
2015 December

制作 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 広報掛
〒606-8501 京都市左京区吉田牛ノ宮町
tel : 075-753-9753 fax : 075-753-9759
メール : info@icems.kyoto-u.ac.jp
ホームページ : <http://www.icems.kyoto-u.ac.jp>
制作協力 京都通信社 デザイン 中曽根孝善

