

グローバルCOEプログラム 「高次生命機能システムのダイナミクス」



夢はバラ色

柳田 敏雄*

Global COE Program: System Dynamics of Biological Function

Key Words : Global COE System dynamics
Multidisciplinary educational program Broad international experience

1. はじめに

昨年6月、大阪大学大学院生命機能研究科の提案した「高次生命機能システムのダイナミクス」は、文部科学省グローバルCOE(以後、GCOEと略)プログラム生命科学分野の全国13拠点のうちの一つとして採択されました。文部科学省の募集要項にあるように、「国際的に活躍できる若手研究者の育成」と「国際的に卓越した教育研究拠点の形成」がこのプログラムの目指すところです。生命機能研究科は昨年3月まで、21世紀COEプログラムの拠点としても認定されていたので、2期連続してのCOE拠点となりました。

今回採択されたGCOEプログラムで、私たちがどの様にして若手研究者の育成と国際的に卓越した教育研究拠点の形成を目指しているのか、ご説明したいと思います。

2. 生命機能をシステムの動作として理解する

21世紀は生命の世紀だと言われています。生命という言葉からはいろいろな内容が想像されますが、私たちの生命機能研究科では、ヒトを含めた生き物が生き物らしくあるのは、どういう仕組みによっているのかを明らかにしたいと考えています。「生き物らしく」と言いましたが、例えば、「慣れ」とい

う現象があります。明るい所へ行けば明るい所へ、暗い所へ行けば暗い所に目は慣れることができます。このように、生き物は状況に応じて柔軟に、かつ、ダイナミックに変化し、対応することができます。また、現在のコンピューターの性能は非常に高度化されており、とてもヒトの能力の及ばない作業もしてくれますが、一方、ヒトが瞬時に判断することをコンピューターにやらせると莫大な時間がかかり、膨大な電力(エネルギー)を消費します。小さなハエの脳はわずか1マイクロワットのエネルギーで高速に視覚情報処理や飛行制御を行います。1メガワット近いエネルギーを必要とする地球シミュレータなどのスーパーコンピュータはまだそれをまねできません。将棋の世界では、コンピューターはまだヒトに勝つことができません。このように生き物がやっている普通のこと、つまり個体発生や免疫や脳機能などの高次生命機能を、システムの動作として理解しその仕組みを明らかにしたいと考えています。

3. 生命機能研究科の設立理念

私たちの研究科は2002年4月に設立されました。設立に際しては、大阪大学の医学系研究科・理学研究科・工学研究科・基礎工学研究科・細胞生体工学センター・微生物病研究所・蛋白質研究所から教員が参加して基幹講座24研究室を構成しました。現在では、基幹講座42名、協力講座13名、学内各部署からの兼任教員32名、公的、民間研究所からの連携講座教員7名、企業の研究者・他大学所属の教員を含む7名の客員教員から構成されています。このような教員の専門領域は広範で、物理学から工学、医学に至る広範な研究分野にわたります。生命機能をシステムとして理解するためには多面的なアプローチが必要であり、このように多様で広範な研究分野を網羅できる多くのスタッフを揃えていることは



*Toshio YANAGIDA

1946年10月生
大阪大学大学院 基礎工学研究科 博士
課程中退(1974年)
現在:大阪大学大学院 生命機能研究科
ナノ生体科学 教授 工学博士(1976年)
生物物理学
TEL: 06-6879-4630
FAX: 06-6879-4634
E-mail: yanagida@phys1.med.osaka-u.ac.jp

大きな強みであると考えています。この利点を生かし、生命機能の仕組みの研究を幅広く、かつ、世界最高水準で行う研究科でありたいと願っています。

4. 人材育成の方針

GCOE が目指していることの一つは人材の育成です。高次生命機能をシステムの動作として理解するという基本的な考え方のもとに、新技術・新分野・新概念創出を目指した研究者や大学院生を育成したいと考えています。そのためのキーワードが「異分野融合」と「国際交流・コミュニケーション」です。



1) 異分野融合：教育

これまでの生命科学は往々にして、個々の専門領域に留まった個別の研究として行われてきました。しかし、構成部品や様々な機能を担う分子機械が原子のレベルで設計され、超分子、細胞内小器官、細胞、器官、個体という、幅広い階層にまたがって機能を発揮する複雑な生命のしくみを、システムの動作として理解しその仕組みを解明することは、それぞれの専門領域に留まっていたのではできません。新しい概念や研究領域の創出など毛頭望むことはできません。それを打破するための一つの方策が異分野融合です。当初から生命機能研究科の大学院学生向けカリキュラムでは、物理学、数学、化学、生物学、医学等の科目を多面的に学ぶ、異分野融合を図った教育を行ってきました。学部で身につけたそれぞれの専門分野の知識や技術に加えて、異分野の知識や技術を講義と実習で学んで貰おうというものです。引き続きこの方針のもとで教育を進めます。

2) 異分野融合：学生主催の若手合宿研究交流会

GCOE ではそれに加わる新しい試みとして、まず学生主催の若手合宿研究交流会を始めます。各研究室代表の学生が企画実行委員となって会合のプログラムを企画し、近隣のセミナーハウスで100人規模の学生・若手研究者が2泊3日程度の合宿をし、各研究室や各個人の研究内容や研究手法を紹介し合っ てじっくり議論をしながら、学生や若手研究者自らが新しい異分野融合研究の可能性を模索する場を提供しようとするものです。いろいろなスタイルで毎年2~3度この研究交流会を実施することにより、これまでにない異分野融合の芽が育つことを期待しています。このような交流会を継続的に実施することにより、新たな研究分野を立ち上げる企画力と運営力を持ち、異分野融合を展開できる優秀な人材を多く育てたいと考えています。

3) 異分野融合：特任准教授、特任助教による異分野融合の推進

一方、研究実施面における異分野融合にも若い力が欠かせません。そのために、積極的に異分野融合を目指す若手の特任准教授、特任助教を数名採用して支援するとともに、現在の研究科スタッフである准教授や助教が進める研究室間の共同研究も積極的に支援します。異分野融合研究の具体例として、生命機能研究科がすでに最先端技術を持つ分子・細胞イメージング分野や、最近大きな取り組みを開始した個体レベルの高度生体機能イメージング技術の開発等があります。これらの技術は様々な分野の生命機能研究に役立つものですから、准教授、助教レベルの若手研究者がこういった技術開発やその応用に積極的に関わる環境作りを進めることで異分野融合を推進することが、新たなブレークスルーをもたらす具体的方策の一つであると考えています。

このほかに、研究室間での大学院生の共同研究をサポートするなどの企画、また、異なる専門分野の研究室も容易に利用ができ、融合研究をより容易に実施できるような共同利用機器の設置などを行い、21世紀の生命科学研究を担う人材の育成を図ります。

4) 国際交流・コミュニケーション

人材の育成に関して、国際的に活躍できる人材を早期から育成したいと考えています。そのために、

学生の海外留学制度や、国際会議への参加や発表、海外でのサマーコースやワークショップへの参加を積極的に支援します。既にカナダ人を特任助教として採用し、英語での論文作成やプレゼンテーションにおける指導、そして国際化を実践する環境の整備を行っています。これらの活動によって海外への留学や協同研究をより身近にし、そして具体化することを期待しています。また、1年おきに国際サマースクールを開催し、海外から招いた大学院生を短期間滞在させ、生命機能研究科の学生と交流させています。過去のこのサマースクールを契機に本研究科に入学した留学生もおり、今後このような形で留学生が増えていくことを望んでいます。本年度もGCOE事業の一環として開催を予定しています。

大学院生レベルの人材育成と共に、それ以上のクラスの若手人材育成にも国際化は欠かせません。そのために積極的に外国人研究者を招請し、少なくとも週一度程度の頻度でセミナーを開催します。また、海外で開催される国際学会への出席も奨励します。このようにして構築される国際的なネットワークは、各々の若手研究者が真に国際人として活躍するために大いに役立つと考えます。このほかにも様々な活動を通じて異分野融合・国際化を図る予定です。

5) コロキウムと研究交流会

大学院学生・研究者が研究に集中するには研究に適した環境が必要です。私たちの生命機能研究科は、教授から大学院生に至るまで、年代や職位に基づく垣根のない、自由に発言や発想ができる研究科でありたいと願っています。月1度定例で行われる「フロンティアバイオサイエンスコロキウム」では、研究科内からは気鋭の若手研究者を指名し、学外からは第一線の研究者を招請して、二人続けての講演会を行っています。大学院生や若手研究者からの質問や議論で、このコロキウムは毎回盛会を極め、講演会後の懇親会でも学生や若手を交えた熱のこもった議論が続きます。また、例年9月には研究交流会を開催し、各研究室から研究室紹介ポスター発表を行っています。昨年度も300人を越える研究科の構成員がそれぞれのポスターに集い、研究室間の人的、学問的な交流を深めました。専門領域の異なる若手研究者や大学院生間での議論は、互いに思いもよらない質問やアイデアの続出で、互いに新鮮で知的な

交流となっています。GCOEではこういった活動をさらに進めて、交流がより日常的に行えるような空間を恒常的に設けることにしています。

5. 研究プログラム

国際的に卓越した研究拠点の形成を行うためにも異分野融合は必須であると考えています。異分野融合研究プログラムの重点的テーマとして以下の3つを計画しています。(1)イメージング技術開発による高次生命機能システムのダイナミクス観察、(2)統合的研究による生体情報ネットワークのダイナミクス解析とモデリング、(3)生体機能を調節・制御する細胞システムオペレーション技術の開発。

最先端イメージング技術を基盤として進化させ、分子・細胞レベルでの高分解能立体イメージング、個体レベルの高度生体機能イメージング技術の開発を進めることにより、分子から細胞・組織・個体に至る幅広い階層における生命現象を計測して解析することを目指します。得られた膨大なデータは情報科学、計算科学、複雑系システム理論等で扱い、生命現象の基本的仕組みをシステムの動作として解明したいと考えています。

生命システムの統括的理解を目指すというのは、細胞や個体のシステム機能をどこまで統合的に制御できるかという課題への挑戦でもあります。生命システムの主役となる分子群や分子ネットワークを解明し、それを基盤として、高次機能の分子デザインを目指す構造生物学や、個体レベルでのナノテクノロジーや、リポスイッチなどの新原理に基づく遺伝



子発現調節法など、様々な方法や技術を統合的に活用し、細胞診断・制御・治療・再生医療などに発展させたいと思います。すなわち、生命機能をシステムレベルでバランスよく調節・制御する、細胞・個体のシステムオペレーション技術を開発することが目標の一つです。例えば、生体機能分子科学、神経細胞科学、認知科学などを統合して脳機能の創発機構を系統的に理解すれば「脳の老化」が制御可能になり、高齢化社会の豊かなライフスタイル創成に貢献できると期待されます。

一方で、生物に学んだ新原理に基づくナノデバイス開発への道を拓きたいという大きな夢もあります。現在の半導体ナノデバイスとは桁違いに省エネルギーでしなやかに機能する、ソフトナノデバイスの構築をめざした究極的な挑戦です。

そして、このような最先端の異分野融合研究を実施する環境のもとで大学院教育を実施することにより、自由な発想と多彩な手法で研究を遂行し、高いコミュニケーション能力や情報発信力を持つ、世界一流水準の研究者を育成することができると考えます。

6. おわりに

教育や研究にはこうすればうまく行くという王道はなく、知恵を出し合い試行錯誤を繰り返していく以外、成功への道筋を見つけることはできないのではないかと考えます。私たちの研究科は、設立当初に学内各部局から集まった教員に加えて国内外から新たに教員を招聘し、大学院生についても半分以上が日本全国から集まった学生で構成され、最近では若干名の外国人学生も受け入れています。このヘテロさをエネルギーに変え、各自のアイデアを出し合いつつ、より自由で創造的な研究を行い、21世紀の生命科学研究において本研究科が引き続き大きく貢献できるよう、今回のGCOEを役立てたいと願っています。

(独立行政法人 日本学術振興会発行 学術月報
2007年12月号 (vol. 60, No.12) より承諾を得て、
一部改変の上転載)

