21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の代表者 (学長)	(大学名) 東京大学	機関番号	12601
	(ふりがな<ローマ字>) KOMIYAMA HIROSHI (氏名) 小宮山 宏		

2. 大学の将来構想

大学の基本構造は、次世代に継続してゆくべき新しい学問体系を包摂する学問論と、学術経営の組織戦略の、たゆまぬ自己組織的なアクティビティを不可欠とするものである。こうした見地から、東京大学は、急速に高度化し複雑化しつつある、そして他方で新たに生まれようとする学問と、既存学問との不均衡性から脱却するために、不断の努力をしてきた。とりわけ、21世紀COE拠点「融合科学創成ステーション」は、複雑系としての生命システムの解析を、分子から個体集団としての社会に至る多数の階層を縦断的に研究し、要素から全体への視点で問題の本質に迫ろうとする融合科学を目指した。

拠点採択時の本学の将来構想は、「研究水準のさらなる向上」、「高度な人材養成」および「国際交流」であった。

米国ISI社のScience Citation Index Expandedデータベースを使用して、1980年から2002年までの間に発表された科学関連論文数を大学別に調べ、発表論文数の多い順に並べたところ、東京大学はハーバード大学について世界第2位であった。また、発表論文数の年次変化や、被引用数が多い質の高い論文数によるランキングを見ても、東京大学の理系分野の研究のアクティビティは既に世界最高水準にあった。

したがって、本学が世界最高水準の大学づくりを目指す戦略は、きわめて高い水準の研究アクティビティを支えてきた仕組みを補強する一方、さらに飛躍的に伸ばす新しい仕掛けを工夫することになる。それまでの研究アクティビティは、基本的には個々の研究者の努力の総和として達成されてきたが、これに加えて、個々の研究者ないし研究者のグループのアクティビティを大学全体で有機的に束ねて、「個の努力に加え、大学全体としての集団的努力」を行なう方向を目指した。

本学の教育は、高度の専門性を有すると同時に幅広い視野を持つ人材の養成を目指しており、平成13年度には、2,482名の修士課程修了者を、954名の博士課程修了者を出した。本拠点形成プログラムでは、博士課程に在学している大学院生を外国の教育研究機関に短期派遣するなどして、国際的リーダーの育成に力を入

れることを計画した。

また、情報発信基地としてのリエゾンオフィスを米国、欧州に置き、この数をさらに増やすことを計画すると共に、アジアのトップの学生を本学にひきつけることに努力することとした。

申請時には、本学と大学間協定、部局協定を結んでいる機関は、40か国173機関であった。特に、1996年からは、東京大学、MIT、スイス連邦工科大学の3大学が、AGS(Alliance for Global Sustainability)を形成し、毎年一度の総会には毎回3学長も参加して、人間地球圏存続のための多様な研究プロジェクトを推進していた。本プロジェクトにおいても、これらの国際交流ならびに国際拠点形成の実績を最大限に生かすことを目指した。

学長を中心としたマネジメント体制としては、まずプロジェクト推進のため、研究条件の変化に対する機動性、柔軟性や、プロジェクト進捗状況把握、そしてとりわけ、大学全体としての個々のプロジェクトが孤立・独善に陥らないようにするため、研究ネットワーク拠点のための運営主体が必要だと考えた。

そのため、学長のもとにプロジェクト研究教育活動を支援し、評価する役割を持った「21世紀COEプログラム運営委員会」(仮称)、および具体的な支援とネットワークの要となる役割を果たす「COEプログラム企画運営室」(仮称)を設置することとした。

「COEプログラム企画運営室」は運営委員会の実施機関としての役割や、個々のプロジェクト相互間の研究教育の合理的な推進を可能にするサポートを担う。

施設・スペースについては、本拠点形成プログラムで必要になるグループに対しては、駒場オープンラボラトリーや、柏キャンパスに当時建設中の総合研究棟の中の共用スペースを優先的に貸し出す予定とした。

国際交流に関しては、本プログラムは国際的な拠点形成を目指しているため、プログラムの発足と同時に、それまで以上に諸外国の研究者の来訪、滞在が活発になると予想され、また留学生にとってより快適で魅力的な大学にする必要があるため、全学的な国際交流センターの設置に努力することとした。

3. 達成状況及び今後の展望

(1) 達成状況

大学の将来構想

21世紀COE拠点の採択時の大学将来構想は、これら拠点を核にした「研究水準のさらなる向上」、「高度な人材養成」、および「国際交流」の実現であった。

5年間にわたる21世紀COE拠点形成事業で、優れた研究成果が目に見える形で出るようになってきており、世界最先端の研究教育拠点形成という本来の目的にかなった活動を展開してきたと言える。国際競争力のある拠点としての地位を確立しつつあるのである。とりわけ東京大学が推し進めようとしている分野横断的・融合的な視点に立った新しい研究領域という点においては、個々の研究者の特定研究課題に配分される他の競争的資金では得ることのできない成果を収めることができた。新しいカリキュラム、コース、センターなどの立ち上げに至った拠点も少なくない。

本学の研究水準は、21世紀COEプログラムの支援を受けてさらに向上している。自然科学関連の発表論文は質・量ともに世界トップクラスであり、また、文系では、世界の著名な研究者が拠点に集ってシンポジウムやワークショップに参加するなど、研究教育の幅が大きく広がるとともに、今までになかった形の出版成果も生まれた。

21世紀COEの拠点は国際化を目指しているため、プログラム発足と同時に大学院生など若手研究者の短期海外派遣、諸外国の研究者の来訪、滞在がきわめて活発になった。本部としてこの活動を積極的に支援してきた。例えば、平成18年5月現在で、本学と国際的な大学間協定、部局協定を結んでいる機関は43か国258機関に及び、国際拠点の形成に有効に利用されている。また、現在95か国から2,269名に及び留学生(うち大学院学生は1,621名)を受け入れているが、申請時に比し国数、留学生数とも1割強増えたことになる。欧米からの留学生は283名であるが、情報発信基地として2005年に北京に設置したリエゾンオフィスは、欧米やオセアニアのみならず、アジアからも世界のトップクラスの頭脳を本学に引きつけるのに役立っている。

高度な人材養成に関しては、本学の教員による専門性の高い教育に加えて、リトリート・専門英語教育など本補助金の特性を生かした教育方法の工夫により、幅広い視野を持つ人材の養成が行われている。多くの拠点では、世界的な研究者の招聘、海外のトップクラスの大学への若手研究者の派遣などを通じて、新しい

時代を担う研究者育成に実を上げつつある。特任研究員などの形で各拠点に集まった多くの若手が研究者としての活躍の第一歩を踏み出す場を得たのみならず、少なからぬ人が質の高い国際誌への論文掲載を実現したり著名な賞を受けるなど目覚ましい業績を上げている。

大学を中心としたマネジメント体制

マネジメント面では、当初の計画どおり、21世紀COEプログラム推進委員会およびCOEプログラム推進室を設けた。同推進室には専任の教授を配置し、事務改善、広報など、拠点のサポートを強力に行なっている。広報の例として、COEの成果を社会に向けて発信する目的で、全ての拠点を紹介した統合的ウェブサイトを作成し、『東京大学21世紀COE - 未来へ続く「知」がここにある』(東京大学監修。日経BP社)を出版したことが挙げられる。また、施設、スペースについては、共用スペースを優先的に貸し出すなどして拠点形成を支援した。

国際交流については特に力を入れており、国際連携本部を設け、留学生や研究者の来訪、滞在や、海外大学との連携を積極的に支援し、効果をあげた。これらの大学としてのマネジメント面での支援により、高水準の研究教育活動とそれによる拠点形成を下支えした。

(2) 今後の展望

多くの拠点は、グローバルCOEへ発展させるべく単体あるいは複数の拠点が融合した形で応募した。大学院入学者の経歴の多様化、修了生のキャリアパスの多様化を目指し、キャリアサポート室を立ち上げた。また、間接経費を利用するなど財政的な措置をするとともに、それに耐えうるよう大学院教育を格段に充実させる計画である。さらに、世界の公共性に奉仕するグローバルな人材養成を目指し、海外の研究者との交流や、大学院生の派遣・受入れを抜本的に飛躍させる。特にグローバルCOEの趣旨に添い、各拠点の国際化を今まで以上に本部として強力に支援する予定である。

残念ながらグローバルCOEの採択に結びつかなかった拠点については、東大基金をもとにした本学版RA制度を創設するなどを検討中であり、規模は縮小するかも知れないが、世界拠点としての研究教育活動を継続できるよう支援していく予定である。

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	東京大学	学長名	小宮山 宏	拠点番号	E03	
1. 申請分野	A<生命科学> B<化学・材料科学> C<情報・電気・電子> D<人文科学> E<学際・複合・新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	融合科学創成ステーション (Research Center for Integrated Science) <u>副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ)</u>					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 生体生物情報学> (システム生物学) (生体情報) (複雑系) (脳認知科学) (環境と社会)					
3. 専攻等名	大学院総合文化研究科・広域科学専攻					
4. 事業推進担当者	計 19 名					
ふりがな<ローマ字> 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) Asashima Makoto 浅 島 誠	大学院総合文化研究科 (広域科学専攻)・教授	発 生 生 物 学 (理 博)	全体の統括及びグループ[I]統括者: シグナル分子による形態発生の制御			
Kaneko Kunihiko 金子 邦彦 Sugawara Tadashi 菅原 正 Mabuchi Issei 馬 淵 一 誠 Yasuda Kenji 安田 賢二 (平成18年3月31日 辞退)	大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授	複雑系の理論(理博) 分子システム論(理博) 細胞設計学(理博) ナノバイオロジー(理博)	グループ[I]:形態形成の複雑系モデル構築 グループ[I]:人工細胞複製系の構築 グループ[I]:細胞分裂の分子機構解析 グループ[I]:微細加工セルを用いた単細胞培養			
Matsumoto Tadao 松 本 忠夫 (平成17年3月31日 辞退)	大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授	社会生態学(理博)	グループ[I]:社会性生物の形態分化の組織観測			
murata masayuki 村田 昌之 (平成17年4月1日 追加)	大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授	細胞生物物理学(理博)	グループ[I]:セミインタクト細胞を利用した細胞形質転換の研究			
Kuroda Reiko 黒田 玲子 Kojima Norimichi 小島 憲 道 Suyama Akira 陶山 明 Kagoshima Seiichi 鹿児島 誠一 Sutoh Kazuo 須藤 和夫 Shimada Masakazu 嶋田 正和 kurisu genji 栗 栖 源 嗣 (平成17年4月1日 追加)	大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・准教授	分子コミュニケーション(理博) 分子集合機能論(理博) バイオインフォマティクス(理博) 機能評価学(理博) 形態形成論(理博) 生態環境論(理博) 構造生物学(工博)	グループ[II]統括者:DNAの情報伝達分子機構 グループ[II]:環境応答性機能物質構築 グループ[II]:分子認識によるDNAコンピュータ構築 グループ[II]:高分子系の電荷輸送計測 グループ[II]:情報伝達分子による細胞集合 グループ[II]:細胞間相互作用の個体ベースモデル グループ[II]:タンパク質複合体の構造解析			
Ishiyama Shoichi 石 浦 章 一 Kawato Suguru 川 口 佳 佳 Komiyama Susumu 小宮山 進 Sakai Kuniyoshi 酒井 邦 嘉 Ikegami Takashi 池 上 高 志	大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・准教授 大学院総合文化研究科(広域科学専攻)・准教授	脳の分子生命科学(理博) 細胞活動論(理博) ナノ計測学(理博) 脳機能計測(理博) 複雑系進化論(理博)	グループ[III]統括者:脳内物質に対する行動応答 グループ[III]:脳内情報伝達分子の局在計測 グループ[III]:細胞内分子の単一電子によるナノ計測 グループ[III]:脳の言語応答部位の計測 グループ[III]:相互認知の複雑系モデル構築 <u>上記各グループは以下の研究を担う</u> グループ[I]:ジャンプする形態変化・分化 グループ[II]:自己組織化とコミュニケーション グループ[III]:脳の機能から認識・認知への深化			
5. 交付経費(単位:千円)千円未満は切り捨てる () :間接経費						
年 度(平成)	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8	合 計
交付金額(千円)	266,000	227,000	207,000	189,000 (18,900)	174,870 (17,487)	1,063,870 (36,387)

6. 拠点形成の目的

物質科学の発展と相まって、ものの豊かさを追求してきた20世紀の流れの中で、その原動力ともいえる科学技術・産業、そしてそれらを支える社会は、21世紀を迎え、今までの考え方の延長では解決不可能なさまざまな問題に直面するに至った。たとえば、我々の前には、いかにして「個人・民族・国家の共生」を図り、「人間と自然(環境)との調和」を保つかという「要素と全体との調和」の問題などの、未だかつて経験したことの無い数多くの命題が横たわっている。広域科学専攻では、広い分野の教員が集結し、このような問題解決のヒントを、40億年の自然淘汰の中で選択された生命システムの中に求めつつ解決を目指す新分野「融合科学」の創成を目指す。

我々の考える「融合科学」とは、既存の自然科学的手法・概念を駆使・融合して「調和した生命システム」をより深く理解する集約的学際研究と、得られた「生命システム」への理解をあらゆる学問分野、産業、社会に翻訳し還元する展開的学際研究とを融合させた従来に無い新しい学問分野である。

当専攻では、既に平成11年度より、複雑系の科学を細胞生物学に適用した中核拠点形成(COE)プロジェクト「複雑系としての生命システムの解析」を進めてきた。これは、既存の生物学だけでなく、数理科学、化学、ナノテクノロジーなどの技術を「融合」させることで、細胞集団の制御による発生の構築、分子集団からの人工細胞構築、異種間の共生体構築の機構を深く理解し、これらに含まれた普遍的なシステムのしくみを解明する研究を行い、顕著な成果を挙げた。本プログラムの目標、本拠点形成の目的は、このプロジェクトのウィングを更に広げ、分子から個体集団としての社会に至る多数の階層を縦断して貫く新しい「生命観」を作り出し、これを産業、社会に還元する学問分野を創りあげることである。

本プログラムでは、まず分子・細胞・個体・個体集団の各階層にわたり、「要素と全体の関係」に着目した「生命システム」の理解を目指す集約的学際研究を推進させる。それには本専攻が従来から研究してきた融合的分野 例え、発生のダイナミクスと複雑系理論、分子集

合体の挙動と機能発現、認知科学と言語情報などの強力な連携が必須である。ついで、得られた「生命の理解」を、他の分野に翻訳・還元する展開的学際研究を推進する。その実現のためには、異分野間の討議を繰り返しつつ独創的研究を進めることに関し、豊富な経験をもつ研究集団が必要である。本専攻は、自然界における各階層の専門家が階層を越えた広い視野を持ちつつ、高いレベルの研究を行っていることから、世界的に見てもこの条件に最も適合した専攻であるといえる。

「要素から全体へ」の視点に立ち「生命システム」解明するために、生命システムにおける分子、細胞、個体、社会という階層を縦断できるような次の3つアプローチを用いる。i)「創って」理解する、ii)「測って」理解する、iii)「モデルで」理解する。さらに各々のアプローチを専門とする研究者が、ケーススタディとして選択された以下の3つの課題を追究するグループに参画し、融合的研究を行うことで生命システムの本質に迫る。

- [I] 器官形成・変態などに見られる分子変換からマクロな形態発現に至る階層間ジャンプ
 - [II] 環境応答、恒常性、情報伝達などのマクロ現象に見られる自己組織化とコミュニケーション
 - [III] 脳機能のミクロな理解から、パターン認識や言語情報処理機能を通じた認知の科学へ
- これらの成果をもとに、生命システムに見られる調和や共生のしくみを、複雑系の理論で明らかにする一方、これらの成果を既存の学問分野に翻訳・還元する。また、グループ[I]、[II]、[III]の課題研究を融合的に押し進めるためグループ内に止まらずグループ間の共同研究を積極的に推進し、真に融合科学的な成果を挙げる。

このような融合科学の中心となる研究センターは、世界的に見てもまだ例がなく、本ステーションは、新分野を切り開く世界的「拠点センター」となろう。本ステーションで得られた成果は、本学での教育にも反映される他、新しい自然観・生命観を社会にもたらすこととなる。特に、閉塞感を強めつつある社会組織、既存の科学技術を基盤とした産業に、「融合科学」の観点から新たな問題解決方法を提言することが可能となる。

7. 研究実施計画

1. 「融合科学」創成に向けた組織運営方法

専攻内の異分野の研究者が、既存の研究・教育組織とは独立した形で集結し、拠点リーダー（CEO）の強力な運営手腕のもとでプロジェクト研究を行う。メンバーの決定、研究の遂行、予算配分は全てリーダー1人の裁量で行う。また研究の進展に応じて、研究テーマの連携・合体など行って、組織の活性の維持をはかる。さらに「融合科学創成ステーション」の成果を、国際会議において定期的に発信し、国内外と活発な人的交流、「融合科学」分野の若手研究者育成等を積極的に行うことで、国際研究の拠点を目指す。

2. 「融合科学」創成のための研究実施計画

現在、既に本専攻で行われているCOEプロジェクト「複雑系生命システムの解析」に、新しく環境・共生の社会生物学、脳認知科学、物性科学、およびバイオインフォマティクスの分野を加える。本専攻で開発された階層間にまたがる現象に適用できる研究手法（モデル化による理解、構成的理解、計測による理解）を融合的に最大限活用し、生命機能と関連した諸現象に注目した研究、特に「要素と全体の調和」の理解に最も適した3課題（[I]～[III]）を集約的に研究推進することで「生命システムの理解」を深化する。
課題[I]：ジャンプする形態変化・分化（浅島・金子・菅原・馬淵・安田〔平成18年3月転出〕・松本〔平成17年3月転出〕

形態形成や分化のステージでは、それまで未分化の集合に過ぎなかった細胞集団が、短時間で大きく形態を変える。本グループは、シグナル分子により誘導される、自然の分化過程を飛び越えた器官形成の本質の解明に、既存の分子生物学のみならず複雑系理論、化学合成によって作り出した人工細胞系、微細加工技術による1細胞培養等のアプローチを「融合」することで迫る。さらに、社会性コロニーを作る生物に見られる社会性集団への統合過程を解明する。
課題[II]：自己組織化とコミュニケーション（黒田・小島・陶山・鹿児島・須藤・嶋田

生体の示す環境応答性、恒常性のような高次機能は、要素間のコミュニケーションにより実現されている。本グループは、そのしくみをモデル系の構築や・バイオインフォマティクスの

技法を駆使して解き明かす。また情報伝達物質が、ライフサイクルに応じた細胞の形態変化にどのように関与するかを究明する。さらに、単細胞生物の捕食相互作用を表すモデルを構築し、自己組織的に形成される共生系を解析する。
課題[III]：脳の機能から認識・認知への深化（石浦・川戸・小宮山・酒井・池上）

脳の情報伝達・処理機構には、遺伝子から、神経細胞、個体レベルでの認識に至る各階層のダイナミクスが関わっている。本グループは、分子生物学的手法で、脳機能に関わる遺伝子の影響を解明すると同時に、そのしくみを、顕微蛍光1分子リアルタイム計測や、単一電子のナノ計測を駆使して解明する。また、MRI計測により、言語入力に対する脳の応答部位を特定し、言語認識モデルを提示する。さらに、生体情報から認識・認知へ向かう複雑系の理論モデルを提示する。

この「生命の理解」で得られた成果を、複雑系の理論により体系化する一方、生命システムに学ぶ「要素と全体」の関係を、さまざまな分野の言葉に「翻訳（解釈）」することで、既存の学問分野に新しいアプローチ方法、解決の糸口を提供する「融合科学」の展開的学際研究分野（展開的[融合科学]）を開拓する。さらにその成果を、広範な科学分野、さらには、さまざまな産業・社会システムに還元する可能性を探る。

年度別計画

平成14年度・・・「融合科学」プロジェクト組織の編成と国際的拠点機能の立ち上げ

平成15年度・・・「生命の理解」を目指した集約的「融合科学」研究の推進と研究成果の公開

平成16年度・・・更なる「生命の理解」を目指した集約的「融合科学」プロジェクト研究の継続

平成17年度・・・「（要素から全体への）生命システムの理解」の総合化と展開的「融合科学」の推進

平成18年度・・・「融合科学」研究の総括とこの成果を活用する研究構想「文理融合科学」の具体化

8. 教育実施計画

融合科学創成ステーションの立ち上げによ

り、レベル/スケールの違う現象を扱っている研究者の視点と方法論を融合・統合し、全学的な融合科学の拠点とする。その成果の一環として、学部・大学院教育から、さらには社会教育に至るまで、以下のような教育の取り組みを計画している。

1. 融合科学研究者の育成プログラム

我々が求める「融合科学」分野の研究者とは、自らの専門（物理・化学・生物学・数理科学など）の手法を通じて生命を理解し、新たに発見した生命の中に秘められた巧妙な機構を、さまざまな分野の言葉に「翻訳（解釈）」することにより、「生命システム」を、より広範な科学分野、そしてさまざまな産業・社会システムにまで適用する能力を持った人材である。このように既存の学問の垣根を越えた融合知の「翻訳者」を育成することは、このプロジェクトを通じてしか達成できない。さらに「融合科学創成ステーション」で得られる研究の成果を、将来の社会を担う学生の教育に広く反映するために、新しい教育プログラムを企画し、既存の学部・大学院教育の中に組み込んでゆく。

若手研究者の育成・海外との交流推進

「融合科学創成ステーション」は、ポスドクや大学院生など若手研究者が、従来数理・物理・化学・生物学の枠にとらわれることなく、分野とスケールを横断して自由闊達に研究交流する場である。ここで育った若手研究者を特任ポスドクに任命し、「融合科学」教育・研究の担い手とする。また、これら若手研究者が、本ステーションと連携する海外の主要な学際的研究機関と交換留学することで国際交流の芽が生まれると同時に、世界に類を見ない「融合科学」の概念を世界に拡げてゆくことができる。また諸外国からのポスドクを多数迎え、研究を通じて「融合科学」教育を行うことで「融合科学創成ステーション」の国際的な拠点機能を世界に開放する。

大学院修士・博士課程教育への波及

「融合科学創成ステーション」で得られる最先端の学際的な研究成果を、平易な言葉に置き換え、これを大学院修士・博士課程の「融合科学特論」として開講する。例えば、自己組織化を通じて現れる分子集合、細胞の集合と形態形

成、生物集団への統合などを、システムの構造/機能/ダイナミクスの観点をベースに、分野横断・階層縦断的な視点から講義を行う。

学部専門教育（3・4年）への波及

「融合科学」の考え方を学部基礎科目として再構成した新科目「融合科学概論Ⅰ,Ⅱ」を教養学部の専門教育（学部3・4年）カリキュラムに組み込んだ。融合科学創成ステーションに携わる教員が交代で授業を受け持ち、講義のみならず演習・学生実験を通して本ステーションで用いられる研究手法・得られた成果を題材に教育を行う。

教養課程教育（1・2年）への波及

教養課程（学部1・2年）においては、「融合科学」の新しい自然観・生命観を広く伝えるため、理科一類（数理・情報・物理系に進学）や文系を含めた東京大学全学の学生を対象に、複数教員が相乗りするオムニバス講義を設け、学際研究の面白さをアピールする新課目「融合科学入門」を創設する。

2. 社会への還元

新しい「融合科学」の成果を広く社会に発信し、伝統的な自然科学の分野構成を横断して創られる融合科学の目指すところを社会に広く認識してもらえようような啓蒙活動を行う。

一般向け講演会の定期的開催

ロンドンの王立研究所の「金曜講演」をモデルとした講演会を、学内外で定常的に開催する。これは、中学・高校の生徒・教諭・一般社会人に向けて公開された、融合科学領域ステーションに携わる教官による講演であり、最先端の自然科学による啓蒙とボトムアップ教育を目指す。

最先端の研究設備・研究手法を体験できるラボ・スクール開講

「融合科学創成ステーション」の研究設備・研究手法を、希望する高校生・社会人に体験してもらえ短期セミナーを常設し、「融合科学」を学習できるラボ・スクールとして整備する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

目的の達成状況

1)世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

本COE「融合科学創成成功ステーション」は、融合科学の研究をめざし、5年間で635報の論文を公表し、53件の特許を取得した（平成18年11月現在）。従来の縦割り型の既存分野では到底なし得なかった融合化の成果として、学際的な論文をいくつも世に出した。また、融合科学の教育として、前期課程・専門課程・大学院の3階層に渡って授業を開設し、さらに、研究成果を社会に還元するべく、啓蒙本「生命システムをどう理解するか：細胞・脳機能から進化にせまる融合科学」（浅島誠監修、東京化学同人、平成19年4月）を刊行した。

国内外への発信としては、博士課程の院生やポスドク、助手クラスの若手研究者を、内外の研究機関間に数度にわたって派遣し、研究交流の基盤を築かせた。よって、「1 想像以上の成果を挙げた」と断言できる。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

上述の教育プログラムを継続することで、融合科学のさらなる浸透・熟成をはかると共に、今後、以下の点で、教育プログラムとして一層の充実化をめざした。

(2-A)短期研修留学制度の活性化 - 海外研究機関への派遣

融合科学の研究を発展させている海外の主な研究機関（米国サンタフェ研究所、イタリア・認知科学技術研究所、ドイツ・ルール大学など）に、短期研修を目的として、能力の高い院生を選抜して数ヶ月～1年程度の留学制度を予算化して推進した。これによって、院生に融合科学の国際的な視点が芽生えると期待される。

(2-B)若手研究者の国内研究機関間での流動性と国際交流支援

21世紀COE事業推進担当者の研究室を中心に、院生やポスドクが他大学や法人研究機関（理化学研究所、産業技術総合研究所、大阪大工学部）に出て共同研究する機会を積極的に設けた。さらに、国際的に活躍できる若手研究者の人材育成のため、6名の大学院生およびPDを融合生命科学の拠点であるハーバード大学（米

国）、サンタフェ研究所（米国）、ニューヨーク大学（米国）、ルール大学（ドイツ）に派遣し、最先端の研究の情報交換を行なった。また、中国・南京の主要5大学と若手研究者国際交流の提携を結び、11名の中国人大学院生を受け入れ、融合生命科学における先端技術の指導を行なった。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

“融合科学”という新しい学際的学問分野は、従来の要素還元型研究では説明できない、階層性を持つシステムを理解する全く新しい学問分野である。研究対象とした“生命システム”はまさにその代表例であり、逆の見方をすれば「異分野を融合する優れた接着剤」としての特質を持つ対象とも言える。

学術研究としても、融合科学的アプローチによって多くの優れた研究成果を得た。これまでの代表的な研究成果を、生命システムが持つ階層性を意識しつつ、以下にまとめる。

)ベシクル型DNAコンピューター：超分子化学や生物物理の手法を駆使して、細胞内部の情報処理の仕組みを抽出したDNAコンピューターを、人工膜分子の自己集合化で構築されるベシクル内で機能させることに成功した。

)1細胞生物学：両生類の心臓、肝臓、脳などの22種類の器官・組織について、胞胚期の未分化組織にアクチピンとレチノイン酸の濃度変化で誘導される仕組みを解明し、そのパターンを数理理論で説明することに成功した。

)細胞から器官へ - 脳科学を例に - : ヒトの脳がもつ言語機能が、言語習得時の脳活動の可視化から明らかになった。また、アルツハイマー病の発症をモデル化し、その治療に有効な物質を見出すことができた。

以上のように、融合科学創成ステーションがスローガンとして掲げた方法論「創って、測って、モデルで理解する」の有効性が遺憾なく発揮され、生命の本質への理解が大きく前進した。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

本プログラムでは、まず分子・細胞・個体・個体集団の各階層にわたり、「要素と全体の関係」に着目した「生命システム」の理解を目指

す「集約的学際研究」を推進させた。それには本専攻が従来から研究してきた融合的分野

例えば、発生のダイナミクスと複雑系理論、分子集合体の挙動と機能発現、認知科学と言語情報など の強力な連携が必須であった。本広域科学専攻は、異分野の研究者（特に、事業推進担当者の面々）が分野横断型の研究教育を日常行なってきた素地があったので、この方針はスムーズに共有できた。

この研究拠点では、専攻内の異分野の研究者が、既存の研究・教育組織とは独立した形で集結し、拠点リーダー（CEO）の強力なリーダーシップのもとでプロジェクト研究を行った。最終的な研究メンバーの決定および予算配分は、すべて拠点リーダー1人の裁量で行った。また研究の進展状況に応じて、柔軟に研究テーマおよびメンバーのスクラップ・アンド・ビルドを行って、組織の活性の維持を図った。このような効率のよい研究体制により、本拠点の目標である「生命システムに学ぶ融合科学 - 要素から全体への総合化」を成功させた。また「融合科学創成ステーション」の成果を、国際シンポジウムで定期的に発信するとともに、国境を越えた活発な人的交流、「融合科学」分野の若手研究者育成等を積極的に行うことで、本ステーションを国際研究の拠点とした。

平成16年度末に学内措置で設立した「複雑系生命システム研究センター」を核として、融合科学研究に求心力をもたせ本プログラムで得られた成果の定着をはかった。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

21世紀COE「融合科学創成ステーション」が設置された広域科学専攻がある東京大学駒場キャンパスは、東京大学の3キャンパスの中でも学際性・国際性を教育研究の理念として標榜しており、広い視野と高い専門性を兼ね備えた研究者が終結している。本COEプログラムを通じて構築してきた融合科学研究の国際競争力は、この間に挙げた多くの研究成果や海外研究拠点との連携の実績からも明らかである。21世紀COE主催の国際シンポジウムにおいて、世界から集まった研究者から、「理論・実験の区別なく異分野の研究者が一つになって研究できるセンターは見たことがなく、実際にそれを実

行していることはたいへん素晴らしい」と高い評価をもらっている。

6) 国内外に向けた情報発信

このような融合科学の中心となる研究センターは、世界的に見てもまだ例がない。本ステーションで得られた成果は、本学での教育・授業展開にも反映される他、国際シンポジウムなどを通じて、新しい自然観・生命観を社会にもたらすこととなる。

「融合科学」の授業展開

東大教養学部の特性を活かして、以下の3つの段階で21世紀COE「融合科学創成ステーション」の研究展開を活かした授業を開設した。

(A)「融合生命科学 - 細胞のダイナミクスと進化」……大学1~2年生向けの入門講義

「融合生命科学」への導入目的の講義。21世紀COEの事業推進担当者、および関連分野教員により、原初生命システムの作動原理としての自己組織化、生体化学分子の形成過程、細胞の成立、自然選択による適応進化の基本法則、さまざまな細胞の機能、多細胞系の進化、生き物の形づくり等、生命システムの挙動を講義した。

(B)「融合科学概論I,II」……専門学科に進んだ学部3~4年生向けの講義

21世紀COEの事業推進担当者、および関連分野の教員を加えて、オムニバス形式で夏・冬学期に分けて毎週講義した。生命システムを構成する要素がいかに全体を構成し、高次の機能を示すようになるかを解説した。

(C)「融合科学特論I,II」……実際の研究をベースにした大学院生向けの講義

事業推進担当者が各自の研究を21世紀COE研究交流会（公開）で講演し、大学院生はそれを聴講する。融合科学の理念、細胞の挙動、進化と共生、認知と脳科学、分子コミュニケーションと高次機能などに関する研究が解説された。

これらの講義科目新設の具体的波及効果としては、学部1~2年生の数理・物理・情報志向性の高い理科一類生が生命科学に興味を持ち始めたこと、教養学部の理系3学科（基礎科学科、生命・認知科学科、広域科学科）の学生たちがより具体的に関連する異分野に興味を持ち始めたこと、等に現れている。

また、平成15年11月の第1回国際シンポジウムでは、他分野の研究者や学生とポスター講演で討論することを通じ、融合科学的思考が大いに発達した（参加者150名、招待外国人研究者3名、ポスター50件）。また、平成17年3月には、第2回国際シンポジウムが行われ、前回にもまして活発な議論があった（参加者200名、招待外国人研究者5名、ポスター50件）。特に、生命システムを対象とした複雑系の理論では既に国際的拠点として実績を挙げている。ホームページの英語版も整備され、国際的に情報交換を行う体制が整った。

社会的還元として最も重要なことは、生命システムの本質的理解に基づき、万人が関心を持っている生命の起源、再生医療、脳科学と教育、共生の科学等の問題について、最先端の成果を平易に発信することである。そのために、本プログラムで得られた研究成果の啓蒙本として、『生命システムをどう理解するか - 細胞・脳認知から進化へせまる融合科学』（浅島 誠 監修、共立出版、平成19年4月刊行）を出版した。

さらに、マイクロファブリケーションに関する複数の特許申請が行われ、このように、「融合科学創成ステーション」の基礎的成果は、現代の科学技術、科学産業が必要とする方向性を明示したと言える。

7) 拠点形成費等補助金の用途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

浅島代表の強いリーダーシップの下、多数の教員にばら撒くような予算計上はせず、必要な項目に重点的に投入するやり方で運営した。備品費は初年度・2年目だけに投入し、2年目より人材育成として人件費（研究拠点形成特任研究員、技術補佐員、RA）に多くの経費を当てた。また、国際シンポジウム経費や情報発信にホームページ管理料を支出した。

今後の展望

21世紀COE「融合科学創成ステーション」のアプローチ・概念・学問・技術等は拠点形成の確固たる基盤を築き、大きな財産となった。5年間のプロジェクトが終了しても、本専攻で脈々と受け継がれる。その一つは、平成16年度末に学内措置で発足した「複雑系生命システム研究

センター」は、平成19年度の概算要求として東大から文部科学省に出ることになり、東大財務部と最後の詰めを相談している。

二番目の動きは、グローバルCOEに博士課程の人材育成の新たな拠点「融合科学 型人材育成ステーション」として、＜学際・複合・新領域＞分野で応募した点である。170件以上の応募の中で極めて高順位の評価を受けたが、残念ながら2次審査（ヒアリング）に進めなかった。計画を練り直して、今年下半期に平成20年度採択の審査に対して応募する予定である。

大型予算の獲得の如何に関わらず、21世紀COEで立ち上げた本専攻での融合科学の共同研究は生きており、また融合科学の授業も変わらず運営されている。

その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

平成19年4月28日に「複雑系生命システム研究センター」の第1回学内研究会を開催し、東大の各部署（理学系研究科、新領域創成研究科、生産技術研究所、先端科学研究センター）から複雑系や生命システムの解析を専門とする研究者を招待し、本センターの研究者と交流し、「本センターは学際性・分野横断型の教育研究を推進してきた東大駒場キャンパスにあるのが相応しい」と高い評価を受けた。

啓蒙本「生命システムをどう理解するか：細胞・脳機能から進化にせまる融合科学」の刊行、そして、前期課程（1～2年）・専門課程（3～4年）・大学院の3階層で立ち上げた融合科学の授業の成果は、確実に数年～10年後には現われると期待される。実際、5年間の融合科学創成ステーションで教育を受け育った院生が、博士の学位を取りポスドクとなって、さらには異分野の研究室の助教になる例もあった。

融合科学創成ステーションの活動を引き継ぐ複雑系生命システム研究センターは、欧米の諸機関と連携のための協定を結んでいる。海外との連携でも、複雑系生命システム研究の大きな胎動となって動き始めている。

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	東京大学	拠点番号	E03
拠点のプログラム名称	融合科学創成ステーション		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの</p> <p>著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（~~~~~）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（_____）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> <p>Yabe, S. I., Tanegashima, K., Haramoto, Y., Takahashi, S., Fujii, T., Kozuma, S., Taketani, Y. and Asashima, M. FRL-1, a member of the EGF-CFC family, is essential for neural differentiation in <i>Xenopus</i> early development. <i>Development</i> 130, 2071-2081. 2003.</p> <p>Tao, Q. H., Yokota, C., Puck, H., Kofron, M., Birsoy, B., Yan, D., Asashima, M., Wylie, C. C., Lin, X. H. and Heasman, J. Maternal Wnt11 activates the canonical wnt signaling pathway required for axis formation in <i>Xenopus</i> embryos. <i>Cell</i> 120, 857-871. 2005.</p> <p>Funato, Y., Michiue, T., Asashima, M., Miki, H. The thioredoxin-related redox-regulating protein nucleoredoxin inhibits Wnt-beta-catenin signalling through dishevelled. <i>Nat Cell Biol.</i>, 8(5), 501-8. 2006.</p> <p>Onuma, Y., Asashima, M. and Whitman, M. A Serpin family gene, Protease nexin-1 has an activity distinct from protease inhibition in early <i>Xenopus</i> embryos. <i>Mechanisms of Development</i> 123, 463-471. 2006.</p> <p><u>Satow, R., Kurisaki, A., Chan, T. C., Hamazaki, T. S., Asashima, M. Dullard Promotes Degradation and Dephosphorylation of BMP Receptors and Is Required for Neural Induction. <i>Dev. Cell.</i> 11(6), 763-74. 2006.</u></p> <p>Kaneko and C. Furusawa 「An Evolutionary Relationship between Genetic Variation and Phenotypic Fluctuation」 『J. Theo. Biol.』 240, 78-86, 2006</p> <p><u>Ishihara</u> and K. Kaneko 「Magic number 7 ± 2 in networks of threshold dynamics」 『Phys. Rev. Lett.』 94, 058102, 2005</p> <p>K. Sato, Y. Ito, T. Yomo, and K. Kaneko 「On the Relation between Fluctuation and Response in Biological Systems」 『Proc. Nat. Acad. Sci. USA』 100, 14086-14090, 2003</p> <p>C. Furusawa and K. Kaneko 「Zipf's law in Gene Expression」 『Phys. Rev. Lett.』 90, 088102, 2003 Kunihiko Kaneko 「Life: An Introduction to Complex Systems Biology」 Springer, 2006</p> <p><u>Takakura, K., Toyota, T., Sugawara T. A Novel System of Self-Reproducing Giant Vesicles. <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 125, 8134-8140. 2003.</u></p> <p><u>Toyota, T.,</u> Tsuha, H., Yamada, K., Takakura, K., Yasuda, K., Sugawara, T. Fluorescence Microscopic Investigation on Morphological Changes of Giant Multilamellar Vesicles Induced by Amphiphilic Additives. <i>Langmuir</i>, 22, 1976-1981. 2006.</p> <p>Shohda, K., Sugawara, T. DNA Polymerization on the Inner Surface of Giant Liposome for Synthesizing an Artificial Cell Model. <i>Soft Matter</i>, 2, 402-408. 2006.</p> <p>Motegi, F., Mishra, M., Balasubramanian, M. K., and Mabuchi, I. 2004. Myosin-II reorganization during mitosis is controlled temporally by its dephosphorylation and spatially by Mid1 in fission yeast. <i>J. Cell Biol.</i> 165, 685-695.</p> <p>Kamasaki, T., Arai, R., Osumi, M., and Mabuchi, I. 2005. Directionality of F-actin cables changes during the fission yeast cell cycle. <i>Nature Cell Biol.</i> 7, 916-917.</p> <p>Narumiya, S., and Mabuchi, I. 2002. Spinning actin to divide. <i>Nature</i> 419, 27-28.</p> <p>Kano, F., et al. with Murata, M. (2005) NSF/SNAPs and p97/p47/VCI135 are sequentially required for cell cycle-dependent reformation of the ER network. <i>Genes to Cells</i>, 10:989-999.</p> <p>Solid-State Supramolecular Chirogenesis: High Optical Activity and Gradual Development of Zinc Octaethylporphyrin Aggregates. Borovkov, V. V., Harada, T., Hembury, G. A., Inoue, Y., Kuroda, R. <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i>, 42(15), 1746-1749, 2003.</p> <p><u>Shibasaki, Y.,</u> Shimizu, M., Kuroda, R. Body handedness Is directed by genetically-determined cytoskeletal dynamics in the early embryo. <i>Current Biology</i>, 14, 1462-1467, 2004.</p> <p>X.J. Liu, Y. Moritomo, T. Kawamoto, <u>A. Nakamoto</u> and N. Kojima. Optical Hysteresis in a Spin-Crossover Complex. <i>Phys. Rev. B</i>, 67 (2003) 012102-1-3.</p> <p>T. Kajiwara, et al. with N. Kojima. A Single-Chain Magnet Formed by a Twisted Arrangement of Ions with Easy-Plane Magnetic Anisotropy. <i>J. Am. Chem. Soc.</i>, 127 (2005) 10150-10151.</p> <p>J.Y. Son, T. Mizokawa, J.W. Quilty, K. Takubo, <u>K. Ikeda</u> and N. Kojima. Photoinduced Valence Transition in Gold Complexes Cs₂Au₂X₆ (X = Cl and Br) Probed by X-ray Photoemission Spectroscopy. <i>Phys. Rev. B</i>. 72 (2005) 235105-1-4.</p> <p><u>Nitta, N.,</u> Suyama, A. Autonomous biomolecular computer modeled after retroviral replication, <i>Lect. Notes Comput. Sc.</i>, 2943, 203-212, 2004.</p>			

- Takinoue, M., Suyama, A. Hairpin DNA memory using molecular addressing. *Small*, 2, 1244-1247. 2006.
- Kagoshima, S., Kondo, R., Control of Electronic Properties of Molecular Conductors by Uniaxial Strain, *Chemical Reviews*, **104**, 5593-5608. 2004.
- Tomohiro Shima, Takahide Kon, Kenji Imamula, Reiko Ohkura and Kazuo Sutoh. Two modes of microtubule sliding driven by cytoplasmic dynein. *PNAS* 103, 17736-17740 (2006).
- Tomohiro Shima, Kenji Imamula, Takahide Kon, Reiko Ohkura, and Kazuo Sutoh. "Head-head coordination is required for the processive motion of cytoplasmic dynein, an AAA+ molecular motor" *J. Struc. Biol.* /156, 182-189 (2006)
- Takeshi Inoue et al. with Kazuo Sutoh. MYO18B interacts with the proteasomal subunit Sug1 and is degraded by the ubiquitin-proteasome pathway. *Biochemical and Biophysical Research Communications* /342/, 829-834/ (2006)
- Takahide Kon, Toshifumi Mogami, Reiko Ohkura, Masaya Nishiura & Kazuo Sutoh. ATP-hydrolysis cycle-dependent stem motions in cytoplasmic dynein. *Nature Structural and Molecular Biology* 12, 513-519 (2005).
- Kondo, N., Nikoh, N., Ijichi, N., Shimada M. and Fukatsu T. Genome fragment of *Wolbachia* endosymbiont transferred into X chromosome of host insect. *Proc. Natl. Acad. Sci, USA*, 99: 14280-14285. 2002.
- Hosokawa, T., Kikuchi, Y., Nikoh, N., Shimada, M., Fukatsu, T. Strict host-symbiont cospeciation and reductive genome evolution in insect gut bacteria. *PLoS Biol.*, **4**, (e337) 1-11. 2006.
- Fukui S., Fumatsu F., Ikegami T., and Shimada M. Endosymbiosis as a compact ecosystem with material cycling, parasitism of mutualism. *J. Theor. Biol.*, (in press) 2007
- Yan, J., Kurisu, G. and Cramer, W. A. Intraprotein transfer of the quinine analogue inhibitor 2,5-dibromo-3-methyl-6-isopropyl-p-benzoquinone in the cytochrome b6f complex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 103, 69-74. 2006
- Sugawara, H., Kusunoki, M., Kurisu, G., Fujimoto, T., Aoyagi, H. and Hatakeyama, T., Characteristic recognition of N-acetylgalactosamine by an invertebrate type lectin, CEL-I, revealed by X-ray crystallographic analysis. *J. Biol. Chem.*, 279, 45219-45225. 2004
- Oma, Y., Kino, Y., Sasagawa, N., Ishiura S. Intracellular localization of homopolymeric amino acid-containing proteins expressed in mammalian cells. *J. Biol. Chem.* **279**, 21217-21222. 2004. .
- Asai, M., Hattori, C., Iwata, N., Saido, S.C., Sasagawa, N., Szabo, B., Hashimoto, Y., Maruyama, K., Tanuma, S., Kiso, Y., Ishiura, S. A novel α -secretase inhibitor KMI-429 reduces amyloid peptide (A β) production in amyloid precursor protein (APP) transgenic and wild-type mice. *J. Neurochem.* **96**, 533-540. 2006.
- Mukai H, Tsurugizawa T, Murakami G, Tanabe N, Ooishi Y, et al. with Kawato S Rapid modulation of long-term depression and spinogenesis via synaptic estrogen receptors in hippocampal principal neurons. *J Neurochem* 100: 950-967, 2007.
- Mukai H, Tsurugizawa T, Ogiue-Ikeda M, Murakami G, Hojo Y, Ishii H, Kimoto T, Kawato S. Local neurosteroid production in the hippocampus: influence for synaptic plasticity of memory. *Neuroendocrinology* 84: 248-256, 2006.
- Mukai H, Takata N, Ishii H, Tanabe N, Hojo Y, Furukawa A, Kimoto T, Kawato S, Hippocampal synthesis of estrogens and androgens which are paracrine modulators of synaptic plasticity: *Synaptocrinology. Neuroscience* 138: 757-764, 2006.
- Hojo Y, Hattori T, Enami T, Furukawa A, Suzuki K, Ishii H, Morrison JH, Janssen WGM, Mukai H, Kominami S, Harada N, Kimoto T, Kawato S. Adult male rat hippocampus synthesizes estradiol from pregnenolone by cytochromes p45017a and p450 aromatase localized in neurons. *Proc Natl Acad Sci USA* 101: 865-870, 2004.
- An Z., Ueda T, Komiyama S., Hirakawa K., Metastable excited states of a closed quantum dot with high sensitivity to infrared photons. *Phys. Rev. B*, **75**, 085417(1-7p), 2007.
- Sakai, K. L. Language Acquisition and Brain Development. *Science*, **310**, 815-819. 2005.
- Tatsuno, Y. Sakai, K. L. Language-related activations in the left prefrontal regions are differentially modulated by age, proficiency, and task demands. *J. Neurosci.*, **25**, 1637-1644. 2005.
- Iizuka, H., Ikegami, T. Simulated autonomous coupling in discrimination of light frequencies. *Connection Science*. 16.4. pp283-299. 2004.
- Morimoto, G., Ikegami, T. Evolution of Plastic Sensory-motor Coupling and Dynamic Categorization. *Artificial Life IX*. pp188-193. MIT Press. 2004.

国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

・第一回国際会議

開催時期:平成15年11月14、15日

場 所:東京大学駒場キャンパス・数理科学研究科大講義室

名 称:「Interdisciplinary Studies on Life Systems 生命システムの理解を目指して」

参加人数:300名(うち外国人参加者数7)

主な招待講演者:Kim Sneppen(ニールスボーア研究所)

Gunter von Kiedrowski(独ルール大学)

永山国昭(岡崎国立共同研究機構)

小泉英明(日立製作所基礎研究所)

・第二回国際会議

開催時期:平成17年3月5、6日

場 所:東京大学駒場キャンパス・数理科学研究科大講義室

名 称:「Life as a Complex System : Constructive and Dynamic Approach to Cell and Developmental Biology
複雑系としてみた生命システム」

参加人数:200名(うち外国人参加者数)

主な招待講演者:David W Deamer(米カリフォルニア大学Santa Cruz)

Scott F. Gilbert(米スワースモア大学)

Martin Hnczyc(伊ヨーロッパ生命科学技術開発センター)

Doron Lancet(イスラエル・ワイズマン科学研究所)

Stuart A. Newman(米ニューヨーク医科大学)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

21世紀COE「融合科学創成ステーション」の教育プログラムを継続することで、融合科学のさらなる浸透・熟成をはかると共に、今後、以下の点で、教育プログラムとして一層の充実化をめざした。

「融合科学」の授業展開

東大教養学部の特性を活かして、以下の3つの段階で21世紀COE「融合科学創成ステーション」の研究展開を活かした授業を開講した。

(A)「融合生命科学 - 細胞のダイナミズムと進化」……大学1～2年生向けの入門講義

「融合生命科学」への導入目的の講義。21世紀COEの事業推進担当者、および関連分野教員により、原初生命システムの作動原理としての自己組織化、生体化学分子の形成過程、細胞の成立、自然選択による適応進化の基本法則、さまざまな細胞の機能、多細胞系の進化、生き物の形づくり等、生命システムの挙動を講義した。

(B)「融合科学概論I,II」……専門学科に進んだ学部3～4年生向けの講義

事業推進担当者、および関連する教員を加えて、オムニバス形式で夏・冬学期に分けて毎週講義した。生命システムを構成する要素がいかに関係し、高次の機能を示すようになるかを解説した。

(C)「融合科学特論I,II」……実際の研究をベースにした大学院生向けの講義

事業推進担当者が各自の研究を21世紀COE研究会（公開）で講演し、大学院生はそれを聴講する。融合科学の理念、細胞の挙動、進化と共生、認知と脳科学、分子コミュニケーションと高次機能などに関する研究が解説された。

国際シンポジウムの開催……上述 を参照

短期研修留学制度の活性化 - 海外研究機関への派遣

融合科学の研究を発展させている海外の主な研究機関（米国サンタフェ研究所、イタリア・認知科学技術研究所、

ドイツ・ルール大学など）に、短期研修を目的として、能力の高い院生を選抜して数ヶ月～1年程度の留学制度を予算化して、毎年推進した。これによって、院生に融合科学の国際的な視点が芽生えたと期待される。

若手研究者の国内研究機関間での流動性と国際交流支援

21世紀COE事業推進担当者の研究室を中心に、院生やポスドクが他大学や法人研究機関（理化学研究所、産業技術総合研究所、大阪大工学部）に出て共同研究する機会を積極的に設けた。

さらに、国際的に活躍できる若手研究者の人材育成のため、6名の大学院生およびPDを融合生命科学の拠点であるハーバード大学（米国）、サンタフェ研究所（米国）、ニューヨーク大学（米国）、ルール大学（ドイツ）に派遣し、最先端の研究の情報交換を行なった。また、中国・南京の主要5大学と若手研究者国際交流の提携を結び、11名の中国人大大学院生を受け入れ、融合生命科学における先端技術の指導を行なった。

啓蒙本『生命システムをどう理解するか - 細胞・脳機能から進化へせまる融合科学』の刊行
本プログラムで得られた成果の啓蒙本として、平成19年4月に刊行した（浅島 誠 監修、共立出版）

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は概ね達成され、期待どおりの成果があった

(コメント)

生命科学は急速な展開と変貌を遂げつつあり、対象とする生命自然の「個体・器官・組織・細胞レベルから遺伝子・分子レベルへ」の、細分化へのいわばデジタル化が進行している。他方「ポストゲノム時代」と言われるように、これとは逆の多様な要素の統合化を目指す新たな方向も生じている。本プログラムは、この潮流を踏まえた時宜に適う提案であり、その実施の場が、liberal artsの理念の下に研究と人材育成を目指して創設された、我が国最初の独自の学部（教養学部）に属していることも注目に値する。

「融合科学創成ステーション」の名称の下に、拠点としての発芽を達成し、現在、成長・展開期に入ろうとしている。したがって、拠点形成の初期段階は十分に達成されている。

人材育成面については、21世紀の求める新たな全人的な教育体系を「融合科学教育」として捉え、学部から大学院に至る一貫したカリキュラムを策定した。加えて、教養学部を構成する多彩な学際的人材を活用してその具体化に努めている。その結果、学内外から注目される独自の教育・人材育成拠点が発足したことは高く評価できる。

研究活動面では、3つの独自の研究領域各々において、新たな指導方針の下に独自の挑戦が国内外に向かって試みられたことは注目に値する。しかしながら、融合による成果は、問題意識を共有化する研究センターの発足などで上がりつつあるが、更なる発展を図るためには、横断的連携の充実と新領域の具体化など、今後更に検討を深め、プログラムを展開することが期待される。

また、これまでの成果をまとめる際に、プログラムの遂行時に経験した上記問題点にかかわる困難についても明示し、今後の成長と展開に役立てていただきたい。

なお、拠点リーダーが退職を迎えることも、連携維持にとって不確定要因として見守る必要がある。国際競争力のある独自の大学づくりが、生命に関する新たな理念の実現を目指す本プログラムの持続的な展開によって期待しうることを強調しておきたい。

事後評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
<p>【申立て箇所】 <u>しかしながら、3つの研究領域の今後の活動について、横断的連携を如何にして可能にするか、その具体策は何か、また、それによって新領域をどのようにして、また如何なる手段で具体化するか、など基本的な課題が待ち構えている。中間評価でも指摘したように、今後、更なる再検討に基づくプログラムの再構築が必要である。</u></p> <p>【意見及び理由】</p> <p>(1) 当プログラムは、発足当初は3つの研究テーマでスタートしたが、中間評価のご意見を受けて、4年目・5年目に班やテーマを大きく変えている。それによって、最終的に、真に融合科学と言える成果・論文が生まれてきたことを報告書の「様式2」9. 3) で記した。その後半の大きな改善が正しく理解されていないように思える。</p> <p>(2) 学内措置で「複雑系生命システム研究センター」が発足し、21世紀COEが終了した後で教授・准教授も獲得できた。そのような活動も評価してほしい。</p>	<p>【対応】 以下の通り修正する。 <u>しかしながら、融合による成果は、問題意識を共有化する研究センターの発足などで上がりつつあるが、更なる発展を図るためには、横断的連携の充実と新領域の具体化など、今後更に検討を深め、プログラムを展開することが期待される。</u></p> <p>【理由】 一定の成果は見られるものの、今後の展開において更なる横断的連携の充実を期待したものであるが、申立てを踏まえ、その趣旨がより明確になるよう、記述を修正した。</p>