

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

[illegible]

6. 拠点形成の目的

本拠点形成の目的は、京都大学の伝統である野外生物学研究と最近発展のめざましい分子生物学研究を統合して世界最高レベルの研究を推進し、「生物多様性科学」という生物学における基盤的な「知の体系」を構築するとともに、ミクロ生物学とマクロ生物学の有機的な統合体系のもとで大学院教育を推進することである。

爆発的な人口増加による地球レベルの環境劣化のため、生物種がかってない速度で絶滅している。このような「生物多様性の危機」を踏まえて、1992年に開催された国連会議において「地球温暖化」とならぶ重要問題として「生物多様性条約」が調印された。生物多様性の創生・維持機構およびその生態系機能、また、生物多様性と人類社会の相互作用の研究は、人類にとって緊急かつ最大の研究課題の一つである。このような背景のもとで、近年、京都大学においては生物多様性に関連した世界的レベルの先導的研究が展開されてきた。

理学研究科生物科学専攻の動物学系では、特定領域研究「脊索動物モデルのホヤ発生の遺伝子システムとその進化の解明」などの研究により、発生の分子メカニズムを通して生物の進化を理解しようとする進化発生学においてめざましい成果を上げ、またその基盤となるホヤのゲノムの解読などにも貢献している。また、基盤研究「野生チンパンジーの行動の地域変異と文化的行動の獲得過程」によって、類人猿における文化的多様性と環境利用パターンの変異の研究において、世界をリードする成果をあげた。

植物学系では、特定領域研究として「植物の可変的な器官ブランの分子的基盤」や「植物における多細胞システム構築の分子機構」および「植物発生における軸と情報の分子基盤」などが進められ、多細胞真核生物としての植物の個体形成の分子機構と、形態と代謝の多様性を生み出した分子進化過程について、国際的に高く評価される研究成果を挙げた。

生物物理学系では、重点領域研究「分子進化の新展開」および学術創成研究「生物多様性の分子生物学」において生物多様性の分子機構を解明することを目指した。これらのプロジェクト研究をとおして、形態レベルと分子レベルの多様性の関連に関して予想外の重要な新知見が多数得られ、それらは世界レベルでの高い評価を得た。

さらに霊長類研究所では、中核的研究拠点形成プログラム「類人猿の進化と人類の成立」が実施され、類

人猿の心理的発達、遺伝子による系統解析、成長、化石を中心とした霊長類の進化の研究、アフリカでの生態学的研究などに大きな成果を上げた。また、特別推進研究「チンパンジーの知識と技術の世代間伝播の研究」などがおこなわれ、ヒトと霊長類をつなぐ心の進化機構の解明に成果を上げてきた。

また生態学研究センターでは、「生物多様性の生態系機能」に関する学術創生研究が実施され、熱帯林などにおける長期的生物多様性観測網の確立や森と川の生物多様性相互作用の実体把握など時空間スケールの大きい生態学的研究で際だった成果をあげた。

本拠点を形成する各研究機関では、分子生物学から生態学および人類学まで多様な研究手法を駆使する優秀な人材を擁しながらも、研究法の比重と研究の視点は研究機関ごとにより異なるものであった。そこで本拠点形成を通して、各機関の得意とする分野・研究手法を新たに統合することによって、一貫した多様性科学の創生が可能となる。具体的には、機関を越えた共同研究を推進することによって、生態系や生物社会のなかで重要な問題を抽出し、分子生物学を含む多様な研究手法によって、ミクロからマクロまでの生物現象を多角的に解明することができる。また、研究機関間で大学院生の交流を活発に行い、「生物多様性科学」という統合された枠組みの中で、多面的かつ総合的な研究視点を持つ研究者を育成することができる。

本研究拠点の形成は、生物多様性の減少やそれに伴う生態系機能の劣化の機構を解明するための知的基盤を構築することである。また、生物過程の基本機構を明らかにすることによって、生物学の側面から環境問題や社会問題の解決に貢献することにもなる。このような世界的レベルの研究者を擁した、ミクロからマクロまでの生物学を統合した研究教育体制は、国内外を問わず比類のない試みである。

7. 研究実施計画

本拠点形成の主眼目は、ミクロとマクロの有機的な連携による生物多様性の解明である。遺伝子の研究が急速に進展し、分子レベルでの生物多様性の理解が可能になった。このような学問的進展の中で、今回の拠点形成の計画では、参画する各組織がすでに行っている優れた研究を継承し、さらに分子というキーワードをもとに、生物多様性をいろいろな面からとらえようとするものである。その実現のために、以下の4つのセクションによる研究を行い、それらを有機的に連携することによって拠点形成を強力に進め、この連携を大学院教育にも生かす。

1) 多様性を成立させている分子的基础的研究：多細胞性が進化する際の遺伝的変化の研究、形態レベルでの多様化との関連における多様性の分子的基础的研究、個体発生の分子的基础と組織発生などにおける遺伝子の発現機構を解明する多様性の生成機構の研究を行う。

2) 多様性を成立させる生態系構造の解明：水域生態系および陸域生態系において、環境および生物間相互作用が生み出す生物多様性の構造と機能を解明し、生態系の保全理論を確立する。

3) 多様性の進化機構の解明：植物の個体形成の分子機構の解明や、多細胞動物の爆発的多様化と特異的遺伝子の多様化の関連の研究を行う。分子機構から進化を拓く研究方向としてEvo-Devo研究をさらに発展させる。

4) 人類の進化と多様性の研究：人類の行動や文化が進化過程を通じ自然環境の多様性に与えた影響を調べる。サルや類人猿や狩猟採集民の生態学的研究、類人猿やサルの高次認知・脳機能の研究、化石を中心とする霊長類の進化の研究などをおこなう。

(1) 研究の発展

上記の研究を推進していくために、組織の枠を越えた日常的な研究の相互乗り入れをはかるとともに、定期的に拠点内での研究会やシンポジウムを行う。さらに、同様の研究をしている海外の有力な研究者を招へいして国際シンポジウムを行い、その成果を検討するとともに、さらにその後の研究方向を検討する。国内での公開の研究会を開催し、このプロジェクトに関心を持つ研究者が討議に参加できるシステムを作る。

(2) 研究環境の整備と補助

拠点の研究設備を充実するとともに、若手研究者を非常勤特別研究員として雇用し、プロジェクトを推進する。また、研究支援推進員を雇用し、計画実行の円滑化を図る。

(3) 大学院教育での拠点形成

分科を越えた、分子レベルとマクロレベルの研究を統合するゼミナールを企画する。ミクロ専攻の学生とマクロ専攻の学生を一定の期間、相互の実験・研究計画への参加をうながし、視野の広い研究者を育成する。さらに、学生から自発的な研究プロジェクトの提出を求め、審査に合格したものについて、研究を支援する。これらの目的のために、高度な実験設備を備えた学生実習室・実験室を整備する。また、海外の研究機関と相互に優秀な学生を交換し、相互刺激を図る。

平成14年度：拠点の研究設備を充実し、ティーチング・アシスタント（TA）、リサーチ・アシスタント（RA）、COE研究員の採用、研究支援推進員の雇用によって、拠点の立ち上げをはかる。年度末に生物多様性の解明に関する公開国際シンポジウムを開催する。

平成15年度：分子進化に関する研究を中心として研究する。生物体を構成する組織・器官等の発生における遺伝子の発現様式を調査する。動物門間で遺伝子導入実験を行い相互に形態特徴を再現できるかを拓く。植物の花・葉・根などの器官の発生と形態形成に関する変異遺伝子の解析を行い、分子機構を拓く。

平成16年度：生態学的な観点から解析することを中心とする。生物多様性の創出・維持・喪失の機構を解明し、化学生態学などの手法を用いて個体のもつ情報がどのように関わっていくのかを解明する。

平成17年度：ヒトを含む霊長類の進化に関わる問題を中心に研究する。霊長類における高次認知・脳機能の研究を行い、それらと遺伝的な要素の発現機構との間の関連を追及する。

平成18年度：ミクロからマクロまでの多様性研究を統合して、生物多様性科学として位置づける。この拠点形成プロジェクトの成果を刊行する。一般を対象とした成果の報告会を京都と東京で行う。また、成果統合のための国際シンポジウムをすべてのセクションを含めて行い、その成果を世界に問う。

8. 教育実施計画

本拠点形成においては、生物多様性をマクロ生物学的研究手法とミクロ生物学的研究手法の双方からアプローチできる研究者を育成するために、総合的な教育を実施し、研究者として有能な人材と、生物多様性に造詣の深い科学ジャーナリスト、科学アナリストを養成する。

1. 初年度大学院生に対して、異なる分野の教官が生物多様性に関する最新の情報と調査方法を集中的に講義する。内容は、生物多様性の分子基盤、多様性を維持する生態系の構造、多様性の進化機構、人類進化とその多様性を含む。これにより、将来、異なる技法で生物多様性を研究する新進の研究者に相互理解と相互刺激の機会を与える。また、4月の1週間、インターラボ教育実習、つまり所属する研究室以外の研究室における研究を体験させることを目的とした高度な先端の実習を実施する。

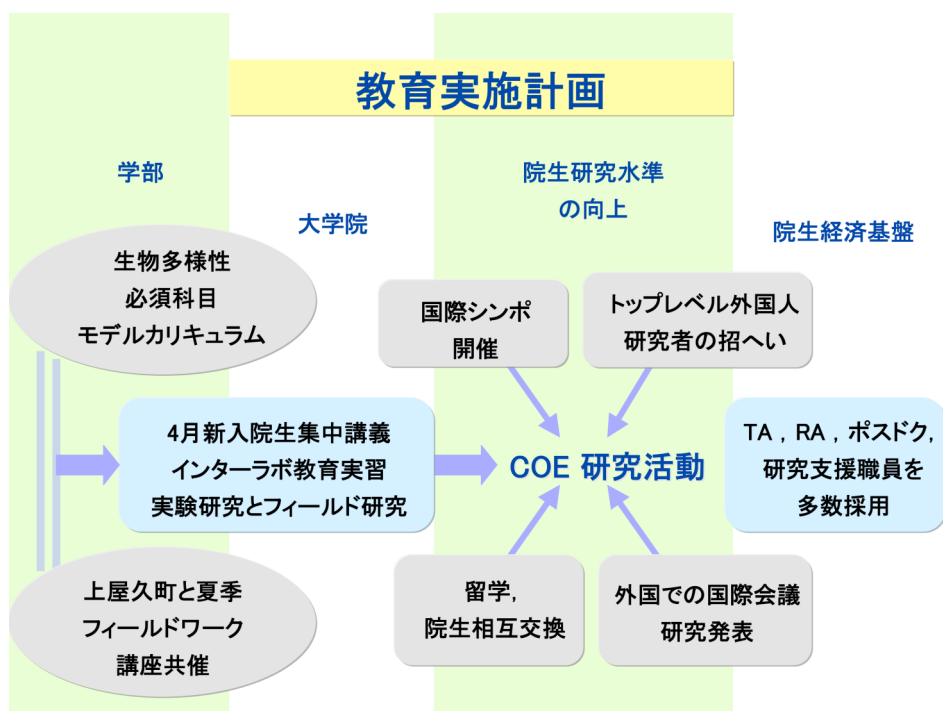
2. 生態学研究センターと霊長類研究所は、毎年夏期休暇中に、上屋久町が主催する「屋久島フィールドワーク講座」を共催し、教官が講師として貢献している。このコースは野外での生態学の実習と講義を含む。対象は全国の学部学生であるが、本学の大学院生にもこの取り組みに参加するよう奨励する。また、国際野外実習などを実施する。

3. ティーチング・アシスタント（TA）、リサーチ・アシスタント（RA）、ポスドク、教育研究支援職員などを多数採用することによって、高度な教育と研究を推進し、かつ、円滑化をはかる。ポスドクは先端的研究の最前線で高いレベルの研究成果を達成するために重要であり、また研究教育支援職員は高度実験設備の維持・活用に重要である。

4. 毎年、国際シンポジウムを開催し、大学院生に世界トップレベルの研究発表を聴かせ、また彼らにも英語によるプレゼンテーションの機会を与えて、国際的な発信を可能にする能力を身につけさせる。また、こういった機会を利用して、大学院生の海外留学や世界のフィールド研究拠点との相互訪問の機会を開拓する。

5. 大学院生に海外で開催される生物多様性の研究に関連する国際会議で発表する機会を与え、また国内で開催する国際シンポジウムに海外から優秀な院生を招待して発表の機会を与え、若い研究者間の相互刺激の機会をつくる。

6. 国際シンポジウムにあわせて来日する世界トップレベルの研究者による指導を受けさせる。また、優秀な外国人研究者を招待して、本拠点の各研究機関に長期滞在してもらい、研究と平衡して大学院の教育にも貢献してもらう。



9. 研究教育拠点形成活動実績

①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

京都大学では、大学院理学研究科生物科学専攻、生態学研究センター、霊長類研究所を中心に、「生物の多様性と進化」を遺伝子、分子、細胞小器官、細胞、組織、器官、個体、個体群などさまざまなレベルから研究する研究教育スタッフが多数揃っており、21世紀COE拠点形成を通して活発な研究を繰り広げてきた。本拠点形成においては、まず事業推進担当者の研究レベルを一段と高めることに力を注いだ。その結果、事業推進担当者の平成16-18年度の3年間ににおけるレフェリー付き学術論文数は合計で400編を超えた。またその内容も、動物学系における発生ゲノム科学的研究、植物学系における花成ホルモンなどの研究、生物物理学系における光感覚系の進化や水チャネル分子などの研究でNatureやScience誌に数編の論文を公表した。さらには、生態学研究センターでは東南アジア熱帯林における植物の一斉開花や琵琶湖生態系の解析などで、霊長類研究センターではチンパンジーにおける知能の発達、サルの言語学などで新しい研究が生まれた。

このことは教育にも直結し、プロジェクト推進中に延べ216名の理学博士修得者を輩出した。これらのうちの多くは大学の教育あるいは公的・私的研究機関の研究員として、またPDとして活躍している。さらに、これらの中で日本学術振興会のDCとして採択後研究活動を行ったものが平成16-18年度の3年間で延べ47人におよぶ。さらに、平成18年にはロレアル・ユネスコ女性科学者日本奨励賞、井上科学振興財団井上研究奨励賞などに輝く若手研究者も生まれた。このように本拠点形成が人材育成に果たした役割は大きい。

さらに拠点形成の後半では、ミクロ生物学的研究とマクロ生物学的研究の乖離を埋める研究・教育活動を多数展開した。その結果、現在「生物の多様性の統合的教育」をうけた若手研究者が育ちつつあり、今後、これまでとは異なる新しい「生物多様性」の理解に向けた学術活動が展開されるものと期待できる。また、本拠点形成の成果について3名の外国人レビューによる外部評価を受けたが、いずれも本拠点形成を高く評価するものであった。このような理由から本拠点形成は、自己評価1の「想定以上の成果を挙げたもの」と結論づけられる。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

本拠点形成の目的は、生物の多様性を総合的に理解し研究できる人材を育てることであった。そのために、インターラボ、統合生物多様性論、大学院生自主ゼミナール、公開実習などの教育を実践した。現在、こうした趣旨を理解した若手研究者が育ちつつあり、それは近い将来に花開くものと期待できる。また、博士課程大学院生、ポスドクを中心に活発な研究活動が行われており、本研究教育拠点形成の一翼を担うものであった。

3) 研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

本拠点には分子・細胞・個体・個体群などさまざまなレベルから研究する研究教育スタッフが多数揃っており、21世紀COEプログラムの支援などを受けて活発な研究を繰り広げてきた。その中で特に、新たな研究分野の創成と学術的知見に貢献した例を以下に3つ示す。

・原索動物から脊椎動物の進化を理解するのに欠かすことのできないホヤ・ナメクジウオのゲノムおよびEST解析：日米の共同研究でカタユウレイボヤのゲノムを解読し、これまでに解読された無脊椎動物および脊椎動物ゲノムとの比較によって、脊索動物の進化や脊椎動物の起源に関わった遺伝子を明らかにした

(Science, 2002)。さらに、脊索動物の基本体制に関わる遺伝子ネットワークをゲノムワイドに解明し

(Science, 2006)、また、脊椎動物の背腹軸形成に関わるオーガナイザー遺伝子群がナメクジウオの背腹軸形成に使われていることを明らかにした (Nature, 2007)。

・花成ホルモンの実体の解明：高等植物の栄養成長から生殖成長への変換は花成と呼ばれ、日長を感受して葉で作られた花成ホルモン（フロリゲン）が茎頂に移動し花成を誘導すると考えられてきた。21世紀COEプログラムの研究でFT遺伝子の産物がフロリゲンの実体であることを、世界に先駆けて提唱した (Science, 2005)。

・サルにおける方言の発見：屋久島と金華山におけるニホンザルの鳴き声を詳細に記録・解析した結果、両地域で方言とも呼ぶべき鳴き方の違いがあることを発見した。この研究成果は人間の言語の表現法とも関係して、National Geographyなどを通じ世界に広く報道された。

4) 事業推進担当者相互の有機連携

すでに述べたように、本拠点形成の主目的の一つは、ミクロ生物学とマクロ生物学を連携して新たな生物多様性の研究と教育の展開を図ることである。したがって、本拠点形成には事業推進担当者間の相互の有機連携が特に重要であり、拠点形成開始時から何度となく研究集会や打ち合わせ会を開いて連携の強化に努めた。その後、インターラボ教育実習や共同研究の実施を通して、事業推進担当者間の相互の有機連携は一段と強まり、現在は確固たるものになっている。こうしてでき上がった教育・研究の現場は、これからの本拠点の研究と教育の発展に大いに寄与するものと思われる。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

本拠点形成における事業担当者個人個人の研究レベルは高い。それは1)や3)で述べた世界トップレベルの研究成果から見ても明らかである。本拠点形成は、このように事業推進担当者およびその研究室で学ぶ大学院生を初めとした若手研究者の国際競争力を高め、競争力のある大学づくりに貢献している。またミクロおよびマクロ生物学の共同研究体制の構築と推進によって新しい学術的知見を生み出している。さらに本拠点において、東南アジア地域（主としてマレーシア、インドネシア）および東アフリカ地域における国際教育・研究拠点を通して国際的貢献をしている。このように、国際競争力のあるしっかりした拠点を形成することにより、全体として国際競争力ある大学づくりに貢献している。

6) 国内外に向けた情報発信

国内研究集会や国際シンポジウムを多数開催し、国内外に向けた情報発信を行った。また、冊子「生物多様性研究の楽しみ」を刊行し、一般社会に向けた情報発信を行った。さらに、こうした本拠点からの国内外に向けた情報の発信に加えて、「生物の多様性」に関連して21世紀COE拠点形成プロジェクトで採択された他の3大学での拠点との連携を通じた発信も行った。すなわち平成15年度採択の北海道大学と東京大学、平成16年度採択の琉球大学との4拠点合同で、平成17年6月18日に東京コクヨホールで「生物の多様性：その成り立ちと保全」というタイトルで、また平成18年度は7月28・29日に北海道大学理学部大講堂で「多様性と自然史」というタイトルでシンポジウムを開催し、生物多様性研究教育の重要性と4COE拠点の成果を発信

した。この合同シンポジウムではPDおよび博士課程の大学院生が多数参加し、活発な発表および討論を行った。このように、4大学が協力して国内外に向けた発信を行ったことは意義深い。

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

本拠点形成の目的はミクロ生物学とマクロ生物学を統合して新たな「生物多様性」の研究・教育活動を進めることである。したがって拠点形成費補助金もそれに沿った形で使用された。まず国際的教育・研究拠点形成としての東南アジア地域熱帯林研究教育拠点形成、またアフリカ人類学研究教育拠点の形成費、維持費を支出した。また、RA、ポストドクなどの支援経費、さらに博士課程を含む若手研究者の国際化に向けた費用も支出した。

また、「ミクロとマクロの乖離を埋める努力をさらに進めるべき」という中間評価を受けて、新たな共同研究を公募し、幾つかを採択して研究教育を進めた。

②今後の展望

すでに述べたように、本拠点形成によって、これまで比較的個人または研究室単位で行われてきた生物多様性研究教育に、「統合」を意識した研究教育体制が生まれた。「生物多様性」研究教育は、生物科学研究教育のある特化したプロジェクトや一過的なプロジェクトではなく、10年先20年先を見越した研究教育体制の構築が必要である。その意味で本拠点形成は、インターラボ教育実習、活発な研究交流会、ミクロ・マクロ共同研究への若手研究者の参画など、5年間で十分な成果を上げたが、この成果がさらにこの先の10年、15年の教育・研究の構築の場につながればと考えている。

また、東南アジアなどを中心とした野外調査は、これまででは、植物学、動物学、生態学、と比較的それぞれの分野で単独で行われることが多かった。中間評価を受けて依頼、できるだけ多くの野外調査には常に異分野の研究者と一緒に調査する方法に変えており、またできるだけ多くの大学院生を含む若手研究者を同行するようにしている。

このように、本拠点形成にともなって、「生物多様性」をできるだけ多くの角度から総合的に解析しようとする機運が充分生まれている。これは歴史ある京都

大学生物多様性研究でも余りなかったことで、この機運が将来の新たな教育・研究につながるものと確信している。

③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）

本拠点形成によって得られた一つの大きな成果は、拠点形成を推進する理学研究科生物科学専攻（動物学系・植物学系・生物物理学系）、生態学研究センター、霊長類研究所の特色がどこにあるのかを再検討し、その歴史をふまえた特徴を再認識したことである。例えば動物学系などのマクロ生物学的研究を中心にした大学院教育では、「大学院生の研究の自主性を重んじる」という、今まで我々がごく普通に考えていたことの重要性に気づいた。これは大学院教育にあっては非常に大切なことであり、本拠点形成では、この特徴をさらに生かすことにした。その結果、様式3の業績の項で述べるように、大学院生の単著による10編近い論文の公表をみた。今後とも、この伝統を大切にし、大学院生を初めとした若手研究者育成に生かす予定である。

加えて、本拠点においては、過去50年間にわたって約1300世代を暗黒中で飼育され続けたショウジョウバエを保持している。中間評価で指摘されたマクロ生物学的研究とミクロ生物学的研究の融合を進めるものとして、行動学、生理学、分子生物学、発生生物学、ゲノム科学の研究者が共同で、このショウジョウバエにおける遺伝的変異を解析する研究に着手した。その結果、暗黒ショウジョウバエは光に対して行動が増すこと、また、光感覚系の遺伝子発現に変化がみられることなどがわかった。

さらには、滋賀県大津市における臨湖実験所の創設以来、生態学研究センターなどに約90年にわたって魚類と甲殻類を中心にした標本が保存されていることにも留意した。そして、生態学者と同位体元素分析を行う分子生物学との共同研究から、琵琶湖における90年間の生態系の中で、周辺市街地の開拓による環境汚染と外来魚の導入による生態系の変遷を見事に映し出す結果が得られた。

これらは、本拠点形成がなければできなかった研究や教育であり、本学のもつ伝統（歴史）を踏まえた、質・量ともに世界トップレベルの拠点形成として、学内外に与えたインパクトは非常に大きい。

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	京 都 大 学	拠点番号	A 1 4
拠点のプログラム名称	生物多様性研究の統合のための拠点形成		
1. 研究活動実績 ①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】 ・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〕 ・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 ※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 波下線（ ）：拠点からコピーが提出されている論文 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 事業推進担当者による論文 <u>Yu, J.-K., Satou, Y., Holland, N. D., Shin-I, T., Kohara, Y., Satoh, N., Bronner-Fraser, M., Holland, L. Z.:</u> <u>Axial patterning in cephalochordates and the evolution of the organizer. <i>Nature</i> 445, 613-617 (2007).</u> <u>Imai, K. S., Levine, M., Satoh, N., Satou, Y.:</u> Regulatory blueprint for a chordate embryo. <i>Science</i> 312, 1183-1187 (2006). <u>Su, C. Y., Luo, D. G., Terakita, A., Shichida, Y., Liao, H. W., Kazmi, M. A., Sakmar, T. P., Yau, K.-W.:</u> <u>Parietal-eye phototransduction components and their potential evolutionary implications. <i>Science</i> 311, 1617-1621 (2006).</u> <u>Abe, M., Kobayashi, Y., Yamamoto, S., Daimon, Y., Yamaguchi, A., Ikeda, Y., Ichinoki, H., Notaguchi, M., Goto, K., Araki, T.:</u> FD, a bZIP protein mediating signals from the floral pathway integrator FT at the shoot apex. <i>Science</i> 309, 1052-1056 (2005). <u>Gonen, T., Cheng, Y., Sliz, P., Hiroaki, Y., Fujiyoshi, Y., Harrison, S. C., Walz, T.:</u> Lipid-protein interactions in double-layered two-dimensional AQP0 crystals. <i>Nature</i> 438, 633-638 (2005). <u>Matsushita, T., Mochizuki, N., Nagatani, A.:</u> Dimers of the N-terminal domain of phytochrome B are functional in the nucleus. <i>Nature</i> 424, 571-574 (2003). <u>Sota, T., Sasabe, M.:</u> Utility of nuclear allele networks for the analysis of closely related species in the genus <i>Carabus</i>, subgenus <i>Ohomopterus</i>. <i>Syst. Biol.</i> 55, 329-344 (2006). <u>Sogo, A., Tobe, H.:</u> Intermittent pollen-tube growth in pistils of alders (<i>Alnus</i>). <i>Proc. Natl. Acad. Sci. USA</i> 102, 8770-8775 (2005). <u>Masataka, N.:</u> Preference for consonance over dissonance by hearing newborns of deaf parents and of hearing parents. <i>Dev. Sci.</i> 9, 46-50 (2006). <u>Myowa-Yamakoshi, M., Yamaguchi, M. K., Tomonaga, M., Tanaka, M., Matsuzawa, T.:</u> Development of face recognition in infant chimpanzees (<i>Pan troglodytes</i>). <i>Cognitive Development</i> 20, 49-63 (2005). <u>Nonaka, M., Doi, T., Fujiyoshi, Y., Takemoto-Kimura, S., Bito, H.:</u> Essential contribution of the ligand-binding β B/β C loop of PDZ1 and PDZ2 in the regulation of postsynaptic clustering, scaffolding, and localization of postsynaptic density-95. <i>J. Neurosci.</i> 26, 763-774 (2006). <u>Matsuno, T., Tomonaga, M.:</u> Visual search for moving and stationary items in chimpanzees (<i>Pan troglodytes</i>) and humans (<i>Homo sapiens</i>). <i>Behavioural Brain Research</i> 172, 219-232 (2006). <u>Nakazawa, T., Yamamura, N.:</u> Community structure and stability analysis for intraguild interactions among host, parasitoid, and predator. <i>Population Ecology</i> 48, 139-149 (2006). <u>Masataka, N.:</u> Music, evolution and language. <i>Developmental Science</i> 10, 35-39 (2007). <u>Masataka, N.:</u> <i>The Onset of Language</i>. pp.281, Cambridge University Press, Cambridge (2003). <u>Endo, M., Nakamura, S., Araki, T., Mochizuki, N., Nagatani, A.:</u> Phytochrome B in the mesophyll delays flowering by suppressing <i>FLOWERING LOCUS T</i> expression in Arabidopsis vascular bundles.			

Plant Cell 17, 1941-1952 (2005).

Tsukamoto, H., Terakita, A., Shichida, Y.: A rhodopsin exhibiting binding ability to agonist all-trans-retinal. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102, 6303-6308 (2005).

Hayashi, M., Mizuno, Y., Matsuzawa, T.: How does stone-tool use emerge? Introduction of stones and nuts to naive chimpanzees in captivity. *Primates* 46, 91-102 (2005).

Tamura, K., Yamada, K., Shimada, T., Hara-Nishimura, I.: Endoplasmic reticulum-resident proteins are constitutively transported to vacuoles for degradation. *Plant J.* 39, 93-402 (2004).

Miyazawa, A., Fujiyoshi, Y., Unwin, N.: Structure and gating mechanism of the acetylcholine receptor pore. *Nature* 423, 949-955 (2003).

Koyanagi, M., Kubokawa, K., Tsukamoto, H., Shichida, Y., Terakita, A.: Cephalochordate melanopsin: Evolutionary linkage between invertebrate visual cells and vertebrate photosensitive retinal ganglion cells. *Curr. Biol.* 15, 1065-1069 (2005).

Shoguchi, E., Kawashima, T., Satou, Y., Hamaguchi, M., Sin, I. T., Kohara, Y., Putnam, N., Rokhsar, D. S., Satoh, N.: Chromosomal mapping of 170 BAC clones in the ascidian *Ciona intestinalis*. *Genome Res.* 16, 297-303 (2006).

Satou, Y., Satoh, N.: Gene regulatory networks for the development and evolution of the chordate heart. *Genes Dev.* 20, 2634-2638 (2006).

Yamagiwa, J.: Playful encounters: the development of homosexual behaviour in male mountain gorillas. *In Homosexual Behaviour in Animals*, Sommer, V. and Vasey, P.L. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 273-293 (2006).

Yamagiwa, J., Basabose, A.K.: Diet and seasonal changes in sympatric gorillas and chimpanzees at Kahuzi-Biega National Park. *Primates* 47, 74-90 (2006).

Matsuzawa, T.: Comparative cognitive development. *Developmental Science* 10, 97-103 (2007).

Mizuno, Y., Takeshita, H., Matsuzawa, T.: Behavior of infant chimpanzees during the night in the first 4 months of life: Smiling and suckling in relation to behavioral state. *Infancy* 9, 215-234 (2006).

Matsuzawa, T., Tomonaga, M., Tanaka, M. eds.: *Cognitive Development in Chimpanzees*. Springer Tokyo: Tokyo, pp. 587 (2006).

大学院生による単著の論文

Hayashi, M.: A new notation system of object manipulation in the nesting-cup task for chimpanzees and humans. *Animal Cognition*, in press (2007).

Gyoja, F.: Expression of a muscle determinant gene, *macho-1*, in the anural ascidian *Molgula tectiformis*. *Dev. Genes Evol.* 216, 285-289 (2006).

Takeuchi, T.: Matter of size or matter of residency experience? Territorial contest in a green hairstreak, *Chrysozephyrus smaragdinus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Ethology* 112, 293-299 (2006).

Takeuchi, T.: The effect of morphology and physiology on butterfly territoriality. *Behaviour* 143, 393-403 (2006).

Nakagawa, M.: Genetic diversity of fragmented populations of *Polygala reinii* (Polygalaceae), a perennial herb endemic to Japan. *J. Plant Res.* 117, 355-361 (2004).

Tokita, M.: Morphogenesis of parrot jaw muscles: understanding the development of an evolutionary novelty. *J. Morphology* 259, 69-81 (2004).

Matsusaka, T.: When does play panting occur during social play in wild chimpanzees? *Primates* 45, 221-229 (2004).

②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））

平成15年3月26日～27日、京都

国際シンポジウム「生物多様性研究のための拠点形成」、参加人数約200名（招聘外国人8名）、招聘講演者Rhett Harrison（パナマ・スミソニアン熱帯研究所）、Peter Grant（米国・プリンストン大）、Barry Brook（オーストラリア・熱帯野生生物管理センター）、Franco Andreone（イタリア・自然科学博物館）、Pirai Poonswad（タイ・マヒドール大）

平成15年12月18日～19日、京都

国際シンポジウム「Perspectives of the Biodiversity Research in the Western Pacific and Asia in the 21st Century（西太平洋アジア地域の生物多様性）」、参加人数250名（20名）、招聘講演者Anne Larigauderie, Matthew Potts, Jeffrey Vincent, Michael Totten

平成16年3月3日～5日、京都

国際シンポジウム「アフリカ類人猿：その多様性と進化」、約200名（招待外国人講演者17名）、William McGrew（米国・マイアミ大学）、Roman Witting（ドイツ・マックスプランク研究所）、James Wakibara（タンザニア国立公園局）

平成16年11月24日～26日、マレーシア・サバ州サンダカン市

国際ワークショップ「熱帯林における生物多様性の保護と炭素貯留の両立を目指して」、約70名（外国人40名）、Lee Ying Fah（マレーシア）、Hari Priyadi（インドネシア）、Arthur Chung（マレーシア）

平成17年7月29日～30日・京都／8月1日札幌

国際シンポジウム「イルカ類と霊長類の社会生態」、約230名（8名）、Peter Henzi（英国・中央ランカスター大学）、Hal Whitehead（米国・デルハウジー大学）、Ben Wilson（英国・スコットランド大学）

平成17年9月7日～8日、京都

国際シンポジウム「第4回ゴール形成節足動物に関する国際シンポジウム」、74名、Peter Price, Heikki Roininen

平成18年3月3日～4日、京都

国際シンポジウム「Animal Behavior and Diversity: Perspectives from Natural History Study（動物行動と多様性：自然史学からの展望）」、参加人数150名（招聘外国人4名）、Troy Baird（オクラホマ中央大）、Ian Hardy（ノッティンガム大）、Armin Moczek（インディアナ分子生物学研究所）、Denise Pope（トリニティー大）

平成18年10月30日、京都

国際シンポジウム「生物多様性の行動的生態的基礎」、参加人数200名（5名）、Simon Levin（プリンストン大学）、Rota Wagai

平成19年1月25日～26日、東京

国際シンポジウム「脊索動物の進化と脊椎動物の起源」、参加人数250名（4名）、Jr-Kai Yu（米国・カリフォルニア工科大）、Yi-Hsien Su（米国・カリフォルニア工科大）

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

21COE拠点形成に関連して以下の若手人材育成プログラムを実施した。

①インターラボ

平成15年4月8日-13日、平成16年4月12日-17日、平成17年4月11日-16日、平成18年4月10日-15日

本生物科学専攻における研究と教育は、分子生物学、細胞学、生化学、発生学、生理学、生態学、行動学、系統分類学、人類学など多岐にわたり、また、これらの研究と教育をおこなう場所も北部キャンパス、霊長類研究所、生態学研究センター、フィールド科学教育研究センターに分散している。21世紀COE拠点形成においてはミクロ生物学的研究とマクロ生物学的研究の分野間の連携を目標の一つにしており、新たな学際研究分野の創設を目指している。そこで、大学院修士および博士課程の新入学生が、北部キャンパス、霊長類研究所、生態学研究センター、フィールド科学教育研究センターを訪れて、それぞれの研究拠点で研究と教育に携わっている教官や先輩の大学院生と交流し、生物科学専攻における研究と教育の全体像をつかむことを目的としたインターラボ授業を行った。参加した学生には、単位取得の条件としてレポートの提出を求めた。

②「統合生物多様性論」：平成16年度-18年度

「生物多様性」を統合的な学問体系として捉える必要がある。そのためにはミクロ生物学的研究およびマクロ生物学的研究を包括的かつ統合的に理解しようとする研究姿勢が求められ、この姿勢こそがこれからの若手研究者に期待されているものである。そうした素養を培うために、平成16年度より、現在さまざまな角度から「生物多様性」を研究している研究者を講師に迎え、大学院生向けの「統合生物多様性論」と題した講義を開講した。本講義では、講師としての研究者自身がどのような視点から生物多様性を捉え、それに対してどのようなアプローチを試み、何を目標として研究を行っているかを率直に語り、それに対して聞き手としての大学院生が積極的に感想・意見を述べ議論を展開した。

③COE英会話：平成17年度、平成18年度

院生、ポスドクおよび若手教員の英会話能力を向上させることを目指して、COE英会話講座を開講した。受講を希望する院生をレベルチェック試験によって5段階のクラスに分けた後、十分に訓練を受けた native speaker の講師による少人数制（6人程度）の講義を週1回（90分）計30回実施した。

④大学院生自主ゼミナール：平成17年度・平成18年度、各年数回

大学院生の自主的研究意欲の向上を目的として、大学院生による自主ゼミを行った。平成17年度には中村桂子氏など、また平成18年度には五條堀孝氏などが講師として招かれ、院生との活発な議論・交流が行われた。

⑤公開実習など

・屋久島フィールドワーク講座：平成15年8月23日-30日、平成16年8月16日-23日、平成17年8月17日-24日、平成18年8月22日-29日

鹿児島県上屋久町と本21世紀COE拠点形成との共催で屋久島フィールドワーク講座を開催した。5～6月に上屋久町環境政策課により全国の大学へ向けて参加者を募集し、30名程の応募者の中から20名の大学生を選抜し、また地元の屋久島高校からも数名の高校生が参加した。これまで屋久島でフィールド研究に携わってきた研究者が講師を務め、実習は植物、昆虫、生態調査などそれぞれのテーマにしたがって班に分かれて行った。

・安定同位体実習：平成17年8月29日-9月2日など

公募実習枠から4名（北大1名、福井県立大1名、近畿大1名、京大人間環境学部1名）、21世紀COEの支援をうけてモンゴルから本実習のために来日した2名の若手研究者、京大理学部から2名の合計8名の受講生を迎え、近年生態学の中で広く用いられるようになった安定同位体を用いた研究を自ら体験させた。また「琵琶湖丸ごと陸水生態学実習」と協力することで、水域食物網研究を実際のサンプリングから分析までを体験させた。

・国際野外生物学実習：平成17年12月12日-21日、インドネシアなど

インドネシア科学省の人的・資金的協力のもとで開催され、本COEから講師が参加した。本コースの目的は、(1)双翅目昆虫の分類と生態に関する知識を講義・実習を通して学ぶこと、(2)研究機関・地域・国間のネットワークを強化すること、(3)双翅目昆虫に関する知識を研究者・大学院生・生物多様性や保全に携わる人びとに広めることであり、講義・室内実習・野外実習が行われた。講義・室内実習はインドネシア共和国西ジャワ州チビン市に所在するボゴール動物博物館の生物学研究センターで、野外実習はグヌン・ハリムン・サラ国立公園で行われた。受講生としてインドネシア人13名・日本人2名の計15名が参加した。

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)

設定された目的は十分達成され、期待以上の成果があった

(コメント)

研究教育拠点形成計画全体については、マクロとミクロの両面を理解し、生物多様性の統合の新領域を開拓する資質を備えた研究者養成を目指し、真摯に努力をした経過が認められ、その面で、本プログラムは成功した。

人材育成面では、生物多様性科学モデルカリキュラムの設定、インターラボの導入など、大学院教育の改革の新しい試みを導入し、マクロとミクロの両面を理解した新しいタイプの研究者が育ちつつある。

研究活動面では、マクロとミクロの融合領域で、互いの研究交流から生まれた成果を評価することにより、今後、さらなる顕著な成果が出されることを期待する。

補助事業終了後の持続的な展開については、人材育成面で引き続き努力し、次世代の生物多様性研究に必要な資質を備えた研究者養成の教育プログラムを完成させていただきたい。