

**令和元年度 研究拠点形成事業(A. 先端拠点形成型)**  
**中間評価資料(進捗状況報告書)**

## 1. 概要

研究交流課題名 (和文)	大型動物研究を軸とする熱帯生物多様性保全の国際研究拠点		
日本側拠点機関名	京都大学野生動物研究センター		
コーディネーター 所属部局・職名・氏名	野生動物研究センター・教授・幸島司郎		
相手国側	国名	拠点機関名	コーディネーター所属部局・職名・氏名
	ブラジル	国立アマゾン 研究所	Laboratory for Aquatic Mammal Study・ Professor・Vera Maria Ferreira DA SILVA
	インド	インド科学大 学	Center for Ecological Sciences・ Professor・Raman SUKUMAR
	マレーシア	マレーシア科 学大学	School of Biological Science・ Professor・Shahrul Anuar MOHD SAH
	中国	中山大 学	School of Life Sciences・ Professor・ZHANG Peng
	インドネシア	ボゴール農科 大学	Department of Biology・Lecturer・Bambang SURYOBROTO
	英国	ケンブリッジ 大学	Department of Zoology・Professor・Eske WILLERSLEV

## 2. 研究交流目標

申請時に計画した目標と現時点における達成度について記入してください。

## ○申請時の研究交流目標

熱帯雨林など、地球上の生物多様性ホットスポットを有する、ブラジル、インド、中国、マレーシア、インドネシアでは、近年の著しい経済発展と開発のため、生物多様性保全が緊急の課題となっている。世界的課題である熱帯生態系の多様性保全には、ゾウやトラ、オランウータン、イルカ、ワシなど、大型動物の研究と保全が重要な意味を持つ。これらの多くは、その種を守ることが他の多くの生物や環境を守ることにつながるアンブレラ種であると同時に、保全活動などで各生態系のシンボルとなるフラッグシップ種だからである。しかし、大型動物は寿命が長く行動圏も広いため、その研究や保全は困難であり研究者もまだ少ない。したがって、新たな研究技術の開発や若手研究者育成、保全のための社会的仕組みの構築が求められている。このため、2012年に日本学術会議の統合生物学委員会に野生動物保全のための総合的学問領域「ワイルドライフサイエンス」の創生を目指す分科会が設置された。京都大学野生動物研究センターはこれまで、霊長類研究所とともに、ワイルドライフサイエンスの創生と国際的な実践のために、熱帯諸国及び優れた研究技術を持つ英国の研究機関と、オランウータンやイルカなど多様な野生動物に関する共同研究や様々な研究交流事業を推進してきた。本計画では、これまでの交流実績をもとに、日本と相手

国研究者、特に若手研究者や大学院生が対等な関係で、1) 日本が得意とする音声や画像、ゲノム、生化学成分の高度解析、及びバイオロギングやドローン技術などの大型動物研究に利用できる新たな先端研究技術の共同開発と、それを利用した共同研究、2) ヒトと野生動物の共存に必要な共同研究、及び野生生物の研究・保全・教育はもちろん、地域の経済活性化と環境保全にも貢献できる自然生息地型動物観察施設「フィールドミュージアム」整備のための共同研究、3) 国際セミナーや研修、共同研究、大学院教育連携による若手人材育成、などを推進することで、これまでの事業で構築してきた、日本が核となる熱帯生物多様性保全に関する国際研究協力ネットワークを拡大・強化して、京都大学に熱帯生物多様性保全の国際研究拠点を構築することを目標としている。世界の熱帯域を繋ぐ研究協力によって、生物多様性保全に関するユニークな国際貢献を果たしたい。

### ○目標に対する達成度とその理由

上記目標に対する2カ年分の計画について、

- 十分に達成された
- 概ね達成された
- ある程度達成された
- ほとんど達成されなかった

#### 【理由】

日本から2年間で計53名が相手国に渡航して行なった共同研究によって、アマゾンマナティー、ナマケモノ類、キングオサキ（ブラジル）、アジアゾウ、ドール、ユキヒョウ（インド）、オランウータン、テングザル、ヤマアラシ、ジャコウネコ類、マレーバク、バンテン（マレーシア）、ジャワルトン、スラウェシマカク類、ロリス類、マレーヒョケザル（インドネシア）、アカゲザル、コロブス類（中国）の保全に必要な生態・行動・遺伝子研究、および日本産哺乳類化石の古DNA研究、野生動物研究のためのドローン画像解析法の共同開発（イギリス）が進展し、その成果の一部が既に学術雑誌（論文16編）や国際学会（53件）および国内学会（29件）で発表されている。また、2年間で計23名（各国3-4名）の相手国大学院生や若手研究者が来日し、京都大学の大学院教育プログラムである屋久島フィールド実習、ゲノム実習、国際セミナーに参加して、日本の大学院生と約1ヶ月間ゲノム解析などの先端研究技術の共同開発と習得を行なった。これに加えて計7名（インド1名、ブラジル1名、マレーシア5名）が共同研究のために来日し、数ヶ月間滞在して解析と情報交換、論文執筆を行なった。その内2名が既にその成果によって博士学位を授与されている。また、野生動物保全の現場を訪れて議論する国際ワークショップをインドネシア（H29年、参加162名）とマレーシア（H30年、参加50名）で開催し、開催国における野生動物の研究・保全の現状、「フィールドミュージアム」整備の可能性に関する理解を深め、参加国研究者間で共有することができた。さらに、その後R1年6月にブラジルのマナウスで開催した国際ワークショップ（参加者52名）では、本事業の先行事業を契機として始まったJST-JICAによるSATREPS事業「フィールドミュージアム構想によるアマゾンの生物多様性保全」が整備したアマゾンのフィールドミュージアムを訪問し、その可能性や課題に関する議論を深めることができた。また、インドネシア・ボゴール農科大学、ブラジル・国立アマゾン研究所との連携協定更新など、研究交流の基盤整備も進んだ。以上のことから、2カ年分の目標は十分達成できたと考える。

### 3. これまでの研究交流活動の進捗状況

(1)これまで(平成31年3月末まで)の研究交流活動について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流

の形態ごとに、派遣及び受入の概要を記入してください。※各年度における派遣及び受入実績については、「中間評価資料(経費関係調書)」に記入してください。

## ○共同研究

### 【概要】

ブラジルでは、絶滅危惧種であるアマゾンマナティーの野生復帰研究や、都市孤立林に生息するナマケモノ類や霊長類(キンガオサキなど)の生態・行動研究などを行った。インドでは、絶滅危惧種であるアジアゾウやユキヒョウ、ドールなどの生態・行動研究を行なった。マレーシアでは、野生オランウータン、テングザル、ヤマアラシ、ジャコウネコ類、マレーバク、バンテンの生態・行動研究や、野生動物による塩場利用の研究、飼育オランウータンの野生復帰研究、カニクイザルとヒトとの軋轢研究などを行なった。インドネシアでは、ジャワルトン、スラウエシマカク類(クロザル等)、ロリス類、マレーヒヨケザル、ジャコウネコ類等の保全研究をおこなった。中国ではアカゲザルやコロブス類等の霊長類を主な対象とした保全研究を行なった。これらの共同研究では、野外調査やサンプル採取を相手国研究機関の調査基地を利用して相手国研究者と共同で行い、バイオリギングやカメラトラップ、ドローン、ゲノム解析、音響解析、画像解析、環境 DNA 解析などの先端研究技術とそれに必要な機材を日本側が提供する形で行なった。イギリスとは、日本の本州産哺乳類化石(クマ、オオカミなど)から遺伝子を取り出して分析する古 DNA 研究(日本側が提供した化石試料を相手国の実験施設で共同解析)やドローン画像解析による野生動物研究に関する共同研究(ドローン画像解析手法の共同開発)を行った。日本から2年間で計 53 名が相手国に渡航し、相手国からは研修も含めて計 30 名が来日してこれらの共同研究を行なった。

## ○セミナー

	平成29年度	平成30年度
国内開催	2 回	2 回
海外開催	1 回	1 回
合計	3 回	3 回

### 【概要】

毎年2回、6月と11月に、相手国から若手研究者や大学院生を約一ヶ月間日本に受け入れて、屋久島と京都大学、および連携動物園・水族館で行っている研修と共同研究の終了後に、毎回、生物多様性と進化に関する国際セミナーを開催している。このセミナーでは、研修や共同研究の成果を発表・共有し、今後の共同研究に有用な情報交換を行うとともに、先進的研究手法による優れた研究を行っているゲストスピーカーによる講演とそれに基づく討論により、参加国若手研究者の研究技術の向上と今後の共同研究に有用な情報交換を行なってきた。前事業による開催を含めて第6回目となる H29 年 6 月のセミナーでは新バイオリギング手法による野生動物研究(参加者 68 名)、11 月はゲノムとホルモン分析による野生動物研究(参加者 36 名)、H30 年 6 月は環境 DNA 解析による野生動物研究(参加者 49 名)、11 月はドローンを利用した野生動物研究(参加者 31 名)をテーマとして開催した。さらに、相手国もちまわりで毎年 1 回開催するものとして、前事業による開催を含めて第6回目と7回目となる野生動物保全に関する国際ワークショップを、29 年度はインドネシアのボゴール(参加者 162 名)で、30 年度はマレーシアのコタキナバル(参加者 50 名)で開催した。このワークショップでは、互いの研究内容や共同研究の現状に関する情報を共有することで、今後の共同研究の具体的な進め方などを討議するとともに、参加7ヶ国の研究者がともに、開催国における野生動物の研究・保全、住民との軋轢の現場を訪れて議論することによって、開催国における野生動物の研究・保全の現状、「フィールドミュージアム」整備の可能性に関する理解を深めることができた。さらに、その後 R1年6月にブラジルのマナウスで開催した第8回国際ワークショップ(参加者 52 名)では、本事業の先行事業を契機として始まった JST-JICA による SATREPS 事業「フィールドミュージアム構想によるアマゾンの生物多様性保全」が整備したアマゾンのフィールドミュージアムを訪問し、その可能性や課題に

関する議論を深めることができた。

これに加えて、H29年度には、インドのスクマール教授らと京都大学で飼育ゾウの福祉に関する国際研究集会を開催した(参加者 60 名)。ゾウの保全研究には、動物園などの飼育環境での研究も不可欠であるが、知能と社会性の高い大型動物を、その福祉を考慮して適正に飼育・研究するのは容易ではない。日本とインド、米国の研究者や飼育関係者が、飼育ゾウの福祉向上について議論した。さらに、ユキヒョウ保全のための国際研究協力体制を構築するため、キルギス共和国から 2 名の研究者を招聘して、神戸市立王子動物園において「ユキヒョウシンポジウム2018:野生からの出張セミナー」を行なった(参加者 62 名)。

## ○研究者交流

### 【概要】

相手国での共同研究に加え、毎年、相手国の若手研究者と日本の大学院生が共同して開催する、国際セミナーと屋久島実習、ゲノム実習、参加国持ち回りで毎年開催している国際ワークショップなど、本事業による研究者交流によって、日本と相手国の若手研究者の研究レベルの向上と国際化、相互理解を進めることができた。特にこれまで希薄だった熱帯諸国間の研究者交流を日本が仲立ちとなって進めることができた。

これに加えて、H29年度には、京都大学で飼育ゾウの福祉に関する国際研究集会を開催したほか、ユキヒョウ保全のための国際研究協力体制を構築するため、神戸市立王子動物園においてユキヒョウの保全に関する国際研究集会を開催した。

(2)(1)の研究交流活動を通じて、申請時の計画がどの程度進展したか、以下の観点から記入してください。

**○日本側拠点機関及び相手国拠点機関の交流によってえられた、世界的水準の国際研究交流拠点となりうるような学術的価値の高い成果**

インドでの野生アジアゾウの研究では、群れが道路を渡る時の行動分析により、オトナが最初に渡ることにより若者や子供の安全が守られていることがわかった。また野外での行動調査と音声分析によって、これまでアフリカゾウに比べて未解明だったアジアゾウの音声レパートリーが明らかになったほか、各音声タイプと行動との関係も明らかになってきた。特に、人間や他の動物種の接近に気付いた群れでは、特定の音声タイプの周波数や継続時間が明確に変化することが明らかになり、それらの音声タイプが群れの他個体に危険を知らせる音声コミュニケーションに利用されていることが示唆された。また、飼育下アジアゾウの毛に含まれるストレスホルモン濃度を測定した結果、新規個体との接触時や疾患時に毛中コルチゾール濃度に上昇が認められたことから、毛中コルチゾール濃度によって本種のストレスを評価できることが示唆された。さらに、観察者や自動車に対する行動の分析によって、野生アジアゾウが接近する自動車音よりも、徒歩で接近する観察者の匂いに強く反応することなどから、彼らが嗅覚に大きく依存していることが明らかになった。ブラジルでのアマゾンマナティーの野生復帰研究では、半野生環境での1年間の訓練後に野生放流した5個体のうち1個体が再捕獲され、体重増加が確認されたことから、野生環境に順調に適応しつつあることが明らかになり、この野生復帰手法の有効性が裏付けられた。H30年には新たに10個体を半野生環境での訓練後に野生放流し、うち5個体に発信機およびデータロガーを装着して放流後の行動を約半年間モニタリングした。その結果、野生環境に順調に適応しつつあることが確認された。ナマケモノの行動研究では、独自開発したデータロガーで野生ナマケモノの心拍数と体温の連続記録に初めて成功し、ナマケモノが同サイズの哺乳類では最も低い心拍数を示すことや体温が気温によって大きく変化することなどが明らかになった。都市孤立林に生息する希少な霊長類、キングオサキの生態に関する研究では、主に未熟果実を採食することや、霊長類では稀な親子間での食物分配が見られることなどが明らかになった。マレーシアでは、熱帯雨林の塩場を利用する動物を環境DNAの分析によって特定できることが初めて示された。また、スマトラ島とボルネオ島の野生オランウータンの出産サイクルに関する統合的な解析によって、オランウータンでは他の大型類人猿やゾウと比較して、未成熟個体の生存率が非常に高く出産間隔も長いことが明らかになった。さらに、ボルネオ島の塩場に集まるコウモリ類の生態学的特性が初めて明らかになったほか、大型ジャコウネコ類ビントロンの移動パターン分析から、彼らがほぼイチジク類の果実だけを選んで食べていることなども明らかになった。中国では、コロブス類の甘味受容体と苦味受容体の遺伝子配列と機能を検討し、甘味受容体が機能を失う方向に進化していることなどを明らかにした。また、マカク類では、苦味受容体TAS2R38の多様性が他の霊長類と大きく異なることを見いだした。インドネシアでは、マレーヒヨケザルの活動パターンを初めて明らかにし、最近観察された大量死の原因が、極端な乾燥とそれに伴う主要食物である若葉の不足である可能性が高いことを示したほか、ジャワルトンの性や成長段階による食性や日周活動パターンの違いを明らかにした。また、ジャワルトン、クロザル等の味覚受容体遺伝子と摂食行動の関係や、樹液を食物とするロリス類の腸内細菌相などが明らかになりつつある。イギリスと行なった、本州産ヒグマ化石から抽出した古DNAの研究では、次世代シーケンサー(Hiseq)での塩基情報の解読に成功した。これまで、更新世に本州に生息したヒグマ個体群がどの集団に属するのか全く不明であったが、現在、解読した塩基配列情報から、その系統や渡来ルートを明らかにする研究を進めている。またドローンによる野生動物研究法の開発では、ドローン画像の解析によって動物各個体の位置関係を計測する方法を確立したほか、ドローンで上空から撮影した数百枚単位の画像を合成したオルソ図とGIS解析を組み合わせることで、広範囲にわたる動物の複数の群れの位置

関係を明らかにする方法を確立した。

以上の共同研究の成果の一部は、既に学術雑誌（論文16編）や国際学会（53件）および国内学会（29件）で発表されている。

### ○研究交流活動の成果から発生した波及効果

H29年度に、インドのスクマール教授らと京都大学で飼育ゾウの福祉に関する国際研究集会を開催し、日本とインド、米国の研究者や飼育関係者が、飼育ゾウの福祉向上について議論したことがきっかけとなり、2019年6月に京都大学で開催された第14回国際環境エンリッチメント会議(IECC2019Kyoto)で、飼育ゾウの福祉に関する特別セッションを企画・開催することになった(参加者約150名)。この特別セッションで、さらに多くの国からの参加者間で議論して理解を深めたことにより、ゾウの福祉や保全に関する国際的な協力関係を強化することができた。

同じくH29年度に、キルギス共和国から2名の研究者を招聘して、神戸市立王子動物園において「ユキヒョウシンポジウム2018:野生からの出張セミナー」を行なった(参加者62名)ことにより、キルギス共和国の研究者との連携が深まり、インドの共同研究者とも協力して、H30年からパミール高原(キルギス共和国)でもユキヒョウの食性、繁殖、遺伝子に関する共同研究を開始することになった(本事業経費外)。ユキヒョウは、ヒマラヤ(インド、ネパール、ブータン)だけでなく、チベット高原(中国)、パミール高原(キルギス共和国)など、アジア高山帯に広く分布する絶滅危惧動物であるため、その保全のためには、国境を超えた国際研究協力体制を構築することが重要である。今後は中国やネパール、ブータンの研究者とも研究交流を進め、ユキヒョウ保全の国際研究協力体制を強化する予定である。

### ○若手研究者育成への貢献

・若手研究者が身につけるべき能力・資質等の向上に資する育成プログラムの実施及びその効果  
本事業による共同研究は、全て日本と相手国の大学院生を始めとする若手研究者が連携して行っているため、日本の若手研究者にとっては、海外での研究実践経験をつむ機会となり、相手国側の若手研究者の視点でいえば、自国の研究者からは学ばない多様な研究手法や研究視点に触れ、さらには自国で野外研究の実践を積む機会となり、日本と相手国の国際的若手研究者育成の場として有効に機能していると考えられる。また、毎年2回6月と11月に、相手国からの若手研究者を約一ヶ月間日本に受け入れて(2年間で計23名、各相手国から3-4名)、大型野生動物に関する研究技術の向上を目指した研修と日本の野生動物に関する共同研究を、世界自然遺産であり野生動物研究センターが観察施設を持つ屋久島、および京都大学や連携動物園・水族館の施設などで行った。この研修および共同研究は、京都大学の大学院生を中心とする日本の若手研究者計約20名と合同で行っている京都大学の大学院教育プログラムとして行われている。フィールドワークだけでなく次世代シーケンサーを使ったゲノム解析など、先端的な野生動物研究法を日本と相手国の若手研究者が協力して開発し習得しながら、屋久島の貴重な野生動物研究を進め、その保全に貢献することを目的としている。また実習と共同研究の終了後には、毎回、生物多様性と進化に関する国際セミナーを開催している。このセミナーでは、研修や共同研究の成果を発表・共有するだけでなく、先進的研究手法による優れた研究を行っているゲストスピーカーによる講演とそれに基づく討論により、参加国若手研究者の研究技術向上を目指している。さらに、この国際セミナー後には相手国から参加した若手研究者全員を対象に、各人の希望と必要性に応じたテラーメイドの個人研修を、日本側共同研究者や関連分野研究者の研究室で1週間から1ヶ月行ってきた。これらの研修とセミナーによって、参加国の若手研究者の先端研究に関する理解と実践能力は確実に向上したと考える。その効果を計ることは難しいが、少なくとも全ての相手国コーディネータ

一が日本での研修と共同研究による若手研究者の能力向上を高く評価している。

・次世代の中核を担う若手研究者が、交流相手国との研究ネットワークを構築したか  
本事業による共同研究は、全て日本と相手国の大学院生を始めとする若手研究者が連携して行っているため、相手国や日本での共同研究を実施する過程で、次世代の中核を担う若手研究者間の理解や信頼関係が強化され、研究ネットワークが構築されていると考える。また、毎年2回行う日本での研修と共同研究、国際セミナーでは、毎回数十人の日本を含む参加7カ国の若手研究者が数週間一緒に行動し、屋久島でのフィールドワーク実習や京都大学でのゲノム解析実習、国際セミナーに参加するため、次世代の中核を担う参加国の若手研究者間で、将来の研究ネットワーク構築の基礎となる友情や信頼関係を築く稀有な機会となっている。特に、これまで希薄だった熱帯諸国の若手研究者間の交流に大きく貢献できたと考える。これらの研修や共同研究、国際セミナー、国際ワークショップは、全て英語で行われているため、相手国と日本の若手研究者の英語によるコミュニケーション能力の向上と国際化、つまりグローバル人材の育成にも貢献できていると考える。