

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

## 野生生物と人間の共生を通じた熱帯林の生物多様性保全

(ガボン)

平成 23 年度実施報告書

代表者：山極 壽一

京都大学 大学院理学研究科・教授

<平成 20 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

本研究プロジェクトは、生物多様性が高く固有種の多いガボン共和国ムカラバ国立公園で京都大学が蓄積してきた調査研究の実績を生かしつつ、熱帯林生態系の保全技術の創出、人と自然の適正な接触による環境保全型観光事業の創出を目的とする。今年度は、4月にムカラバ国立公園の最寄りの都市チバンガに設立した本プロジェクトの連絡室へ教務補佐員を派遣して森林省、国立公園局、WWFなどとの連絡体制を強化し活用するとともに、フィールド・ステーション建設へ向けて、必要な手続きや設備の購入へ向けての準備を行った。5月にはフランスビルで開催されたアフリカの熱帯雨林における生物多様性の保全に関するシンポジウムへ日本から2人、ガボンから3人の研究者を派遣し、現状報告と意見交換を行った。また、昨年度開始した中大型哺乳類の生息状況に関するモニタリングを実施し、糞からDNA試料を収集したほか、センサーカメラを用いて各種の同定と出現頻度を調査した。6月には東京外語大学で開かれた海外学術フェスタでプロジェクトの進捗状況を報告した。7月からは植物の区画法による調査を開始し、ゴリラの人付け群を2群に増やして追跡を継続している。村人の社会経済学的調査や野生動物による被害、対策に関する調査も継続しており、くわえて、有用植物に関する調査や口頭伝承の収集も実施した。7月には京都大学で JICA や JST の関係者、ガボン大使などが参加して、今年度から新たに始まったカメルーンの地球規模対応課題のプロジェクトと合同で「アフリカ熱帯雨林における人と自然の共存戦略」と題するシンポジウムを開催し、プロジェクトの目標と方法について討論を行った。また、8月にはガボン国内の生物多様性保全に関わる研究機関、省庁、NGO、コンゴ民主共和国のゴリラの保全とエコツーリズムに携わってきた研究者を招いて「人と野生動物との共存を通じた生物多様性の保全」と題するワークショップを開催し、日本人研究者5人、ガボン人研究者5人がこれまでの成果を発表した。すでにこれまでの調査で哺乳類の標徴種はほぼ確定できているので、今後植物の標徴種の選定を行い、生態系の特徴を分析し、エコツーリズムのための人材育成を開始する計画である。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 京都大学グループ

#### ①研究のねらい

生物多様性の保全とエコツーリズムの実施、持続的な環境利用のための基礎研究を目的とする。

#### ②研究実施方法

まず、ムカラバ国立公園に生息する動植物の種類と現存量に関する調査を実施し、その中でこの生態系を代表すると思われる標徴種を選定する。また、標徴種の遺伝的多様性を分析し、主として大型哺乳類と霊長類の生物間相互作用に関する調査を行って、優先的に保全すべき種と生態系を特定するとともに生態系マップを作成する。これまで人付けを続けてきたゴリラの1群に加えて新たに他のゴリラ1群、チンパンジーの1群を人付けし、これらの群れの遊動域に共存する他の霊長類も人付けする。人付け作業と平行して、遊動域内にネイチャートレイルを設定し、ムカラバ国立公園の動植物を科学的に解説するガイドブックやエコツーリズムのメニューを作成するとともに、エコツーリズムのガイドを養成する。さらに、国立公園に隣接する3村の地域住民による資源利用について調査を実施し、自然資源の持続的利用について検討するとともに住民に対する環境教育を実施することになっている。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

今年度の実施目標として、1)公園内に生息する大型哺乳類および植物の分布・多様性調査に関わる資料収集

とその分析を実施する、2) 試料分析の結果に基づき、ムカラバ国立公園の生態系を代表する哺乳動物と植物の標徴種を選定する、3) エコツーリズムを行なうために継続的にゴリラ、チンパンジーの人付けを行う、4) 国立公園に隣接する3つの村で社会経済調査を継続的に実施し、獣害対策と持続的環境利用法を検討する、という4項目を立てた。これらの目標はそれぞれ順調に達成されつつある。

まず、1)については、昨年度実施した総合調査の結果を踏まえ、標徴種の候補を挙げるとともに、昨年度設置したカメラトラップによるモニタリングを継続している。5月からはポスドク研究員の中島啓裕、4月から教務補佐員の安藤智恵子を現地へ派遣し、IRETの共同研究者とともに、動物の継続的調査を実施している。7月からポスドク研究員の寺川眞理を派遣してIRETの共同研究者とともに植物の種同定と生態調査に取り組んでいる。

2)については、分担者の井上英治が昨年日本で研修を受けたIRETの研究員 Etienne AKOMO OKOUE とDNAの分析を行っており、5月にガボンのフランスビルで開かれた生物多様性保全に関するワークショップに出席してその成果を発表した。このワークショップには中島や昨年日本で研修を受けた他の二人の研究員 Philippe MBEHANG と Chimene NZE NKOGUE も出席して研究結果を発表している。また、9月から2ヶ月間、AKOMO OKOUE 研究員が日本で研修を受け、その期間中に、小型の偶蹄類の一種であるブルーダイカーのマイクロサテライトマーカーの開発に着手した。類人猿の解析にも着手し、ゴリラの常染色体上、Y染色体上のマイクロサテライトの解析の方法を確立しつつある。

3)については、4月から教務補佐員の安藤智恵子を派遣し、これまでに人付けしているゴリラの1集団のほかにも昨年度人付けを開始したもう1集団のゴリラとチンパンジーを追跡調査している。すでに人付けされている単独オスゴリラのモニタリングも継続している。

4)については、教務補佐員の安藤智恵子とIRETの共同研究員によって、ムカラバ国立公園に隣接するドゥサラ、コンジ、ブングの3村における地域住民の資源利用についての調査と獣害のモニタリングを継続している。また、調査対象を国立公園周辺の16の村落に拡大して、村落ごとの違いを分析するとともに、地域全体の資源利用と獣害の状況を調べている。また、森林経済省や国立公園局と協力しながら、持続的環境利用の方法と獣害を軽減する対策について地元の意見も取り入れて多面的に検討し、住民主体での獣害対策案を策定した。この結果は、8月末にガボンの首都にあるCENARESTで行われた生物多様性の保全と住民参加によるエコツーリズムの推進に関するワークショップで、IRSH研究員のGuy-Max Moussavou が発表した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

熱帯生態研究所において、昨年と引き続き、基本的なDNA解析技術を現地で数名の研究者に習得させた。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

### 中部学院大学グループ

#### ①研究のねらい

気象、植物のフェノロジー、科学的エコツーリズム、環境教育のための基礎研究を目的とする。

#### ②研究実施方法

ムカラバ国立公園の植生図とGISデータをもとに公園内の植生についてその季節変動や年変動をモニタリングし、雨量、気温、日射量を毎日測定して気象や植生の特徴を分析する。また、この国立公園の動植物を代表する生態系を特定し、それを科学的に解説できるようなネイチャートレイルを設定し、エコツーリズムに適切な生態

系マップやガイドブックを作成して、博物館活動やエコツーリズムに従事できる人材を育成する。また、博物館活動を通じて地域住民の環境教育を実施する。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度は、実施目標として、1)ムカラバ国立公園で実施した総合調査の試料を分析し、重要な生態系の概要を把握するとともに、植物と哺乳類の標徴種のモニタリング調査を継続する、2)公園の植生図をランドサット映像を元に作成し、GIS データと組み合わせてムカラバ国立公園の特徴を分析する、3)気象観測のデータと植物のフェノロジーの資料を収集し、分析して他の熱帯林地帯と比較する、という3つを掲げた。当初の目標はおおむね順調に達成されている。1)については、分担者の竹ノ下祐二が京都大学グループの中島啓裕、中部学院大学グループの岩田有史らとともに総合調査のデータを分析し、事業対象地域の動物の生息状況と生態系の概要を解明した。

2)については、昨年度にランドサット画像などをもとに作成した調査地図の精度を高め、同時に最新の状況にアップデートするため、調査域をカバーする高解像度衛星画像プロダクト(QuickBird オルソレディ標準画像)を購入した。この画像は地上解像度が1〜3mと極めて高精度なため、今年度実施中の植物総合調査の結果とあわせることにより、より詳細な植生図の作成に着手している。

3)については、昨年度に引き続き気象観測と植物のフェノロジー調査を継続している。最高気温、最低気温、雨量を日々観測し、月2回、5本のトランセクトで落下果実の種類と量についてモニターしている。並行して、昨年度に部分的に行なった植物フェノロジーの地域間比較の分析を進めている。

### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

哺乳類相の総合調査の報告書を作成するにあたり、ガボン側カウンターパートとの間で分析と執筆を分担する形をとった。各分析項目ごとに、日本側の担当者とガボン側の担当者を設定し、統計ソフトやGISソフトを使用したデータ分析の方法論および手順を指導した。

### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

ガボンの国立公園機構(ANPN)は2020年までにガボンを「21世紀型のジオツーリズムのモデル国家」とすべく、13の国立公園のそれぞれにおける保護管理計画を策定している。国立公園機構の長であるLee JT White博士らとの協議の結果、本プロジェクト独自に作成するガイドブックに加え、本年度中に刊行予定のムカラバ国立公園の公式ガイドブックの編集に協力することになった。

## 山口大学グループ

### ①研究のねらい

野生動物と人間との接触状況に関する基礎研究を目的とする。

### ②研究実施方法

まず、ムカラバ国立公園における野生動物と人との安全な接触と適切なエコツーリズムの実施を図るために、人獣共通な病気の感染が危惧される霊長類を中心とした大型哺乳類と人間との接触状況に関する調査を行い、とくにエコツーリズムの主たる対象となっている類人猿の細菌、寄生虫、ウイルスに関する調査をガボン熱帯生態研究所との緊密な協力の下に実施する。山口大学では主に寄生虫感染の疫学調査を担当する。これらの研究

成果は、エコツーリズムのガイドブックに記載することになっている。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度の実施目標として、1)ガボンの熱帯生態研究所に設置した獣医学的解析のための実験室の整備を進める、2)保護区内外での野生動物と人間との接触状況に関する調査を継続する、という2項目を立てた。当初の目標はおおむね順調に達成されている。1)については、一部の病原体解析が可能となり、ムカラバ国立公園で採集した試料の解析を始めた。現在、IRET の研究員と連絡を取りながら、実験室の安全性確保のための設備や実験消耗品の現地調達について整備や情報収集を進めている。

2)については、分担者の佐藤宏が山口大学大学院に留学中の Patrice Makouloutou 研究員とともに、日本に持ち帰った類人猿の糞便試料から寄生虫に関する解析を進めている。2011 年度には Patrice Makouloutou 研究員が現地調査を行い、あらたにムカラバ国立公園内に生息する野生動物からの糞便の採集と、公園周辺の村落(ドゥサラ村、ブング村)での人の採便、家畜の採血を行い、人獣共通の保有寄生虫について分析を進めている。

### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

Patrice Makouloutou 研究員が山口大学大学院連合獣医学研究科博士課程に在籍し、ムカラバ国立公園で採集した試料を用いて寄生虫感染についての疫学研究を進めている。

### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

## 鹿児島大学グループ

### ①研究のねらい

野生動物と人間との接触状況に関する基礎研究を目的とする。

### ②研究実施方法

まず、ムカラバ国立公園における野生動物と人との安全な接触と適切なエコツーリズムの実施を図るために、人獣共通な病気の感染が危惧される霊長類を中心とした大型哺乳類と人間との接触状況に関する調査を行い、とくにエコツーリズムの主たる対象となっている類人猿の細菌、寄生虫、ウイルスに関する調査をガボン熱帯生態研究所との緊密な協力の下に実施する。人の感染症についてはガボンのフランスビル国際医学研究所の協力を得る。これらの研究成果は、エコツーリズムのガイドブックに記載することになっている。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度の実施目標として、1)ガボンの熱帯生態研究所に設置した獣医学的解析のための実験室の整備を進める、2)保護区内外での野生動物と人間との接触状況に関する調査を引き続き行う、という2項目を立てた。当初の目標はおおむね順調に達成されている。1)については、一部の病原体解析が可能となり、ムカラバ国立公園で採集した試料の解析を始めた。現在、実験室の安全性確保のための設備や実験消耗品の現地調達について整備や情報収集を進めている。

2)については、2009 年度より実施した糞便採取作業によってゴリラおよびゾウの糞便試料から単離できた細菌について、Pierre Philippe MbehangNguema 並びに牛田一成、および土田さやかが同定作業を継続して実施し

た。2011 年度には、同様の作業を前年までとは異なるゴリラグループ(Groupe Marechal, Groupe de Huite)の個体およびゾウ、チンパンジー、マンドリルなどゴリラ追跡中に採取可能であったゴリラ以外の動物新鮮便に対して実施し、技術改良の結果、これまでの単離数合計を超えて合計約 60 株のビフィズス菌および乳酸桿菌を単離できた。また、MbehangNguema 主任研究員がゴリラの新鮮便から単離した腸内菌科の細菌について、2009 年度に単離した 3 菌株が  $\beta$  ラクタム系の抗生剤に対する高度耐性菌であることが明らかとなったので、この予備試験の成果に基づき 2011 年度には MbehangNguema が、ゴリラに加えて森周辺の村人および研究者から同様の耐性菌を採取する作業を実施した。この作業で、約 30 菌株の  $\beta$  ラクタム高度耐性の腸内菌科に属する細菌を単離することが出来た。

また、昨年度に引き続き、いくつかの病原ウイルス(ボカウイルス、ヒトメタニューモウイルス、エンテロウイルス、ロタウイルス、SIV)の保有状況について、ChimèneNzeNkogue 研究員と分担者の藤田志歩がスクリーニング調査を継続している。今年度は異なるスクリーニング方法の比較を行い、より高感度で簡便な方法についても検討した。さらに、昨年度に引き続き、エコツーリズムを行なうために人づけを進めているゴリラの集団を対象に、糞中ストレスホルモンのモニタリングを行った。さらに、今年度はあらたに人づけを始めた別のグループについてもストレスレベルのモニタリングを開始した。

以上の研究成果について、5月にガボンのフランスビルで開かれた生物多様性保全に関するワークショップ、および8月末にガボンの首都にある CENAREST で行われた生物多様性の保全と住民参加によるエコツーリズムの推進に関するワークショップにおいて、Philippe MBEHANG と Chimene NZE NKOGUE が出席して発表した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

昨年度、日本で微生物解析の技術研修を行った Philippe Mbehang 主任研究員と ChimèneNzeNkogue 研究員を中心として、緊密に連絡を取りながら共同研究を進めている。11月～1月には ChimèneNzeNkogue 研究員が鹿児島大学で研修を行い、ウイルスの遺伝学的解析法についての技術を習得した。また 1月～3月には Philippe Mbehang 主任研究員が京都府立大学で研修を行い、細菌学的解析法についての技術を習得した。いずれも、一部の成果については、IRET 研究員との共著論文を執筆中である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

### ガボン熱帯生態研究所グループ

#### ①研究のねらい

生物多様性に関する基礎研究および野生動物と人との感染症や安全な接触方法についての研究を目的とする。

#### ②研究実施方法

まず、京都大学を始めとする3つの日本の研究機関と協力して、ムカラバ国立公園における動植物の種類や現存量に関する調査を実施するほか、各生態系標徴種を選定してその遺伝的多様性を分析し、生態系マップやエコツーリズムのガイドブックを作成する。フィールドラボを駆使して野生動物、とくに類人猿の寄生虫や病態について調査するほか、人獣共通感染症について調査を実施する。公園に隣接する3村の自然資源利用や社会経済的な調査を行い、持続的な環境利用や環境教育に適切な博物館活動を提案する。エコツーリズムの運用に必要なネイチャートレイルを作成し、人材を育て、国立公園の適切な管理方法を科学的視点に立って提案す

る。そのために必要な科学技術や知識の習得を図るため、若い世代の研究者を日本へ派遣して短期間研修させることにしている。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度の実施目標として、1)ガボンの熱帯生態研究所に獣医学的分析や遺伝子解析の可能な実験室を立ち上げ、必要な機材を整備する、2)ムカラバ国立公園にフィールド・ステーションを設立するための準備を整え、3)熱帯生態研究所とその関連する研究機関から研究者を募り、ムカラバ国立公園内の動植物相に関する総合調査を実施する、4)公園内外で野生動物と人間との接触に関するデータを収集し、国立公園近隣の村で社会経済調査を継続的に実施する、5)収集した糞の試料から獣医学的な分析や遺伝解析を行う、という5つの項目を立てた。

1)については、昨年 Philippe Mbehang 主任研究員、Etienne AkomoOkoue 研究員、ChimeneNzeNkogue 研究員が 3 ヶ月間、日本で研修した実験室の運営方法をもとにして予備的な実験を開始している。今後、大型の備品について、JICA の調整員とも協力して、実験室の整備を進めていく。

2)については、フィールド・ステーションの土地使用に関する依頼書を作成し、国の機関に申請した。現在までに大方の許可を取得し、建設へ向けて予備調査に入っている。

3)については、昨年日本側研究者と協力して実施したムカラバ国立公園の動物相の総合調査の結果を、Philippe Mbehang 主任研究員、Etienne AkomoOkoue 研究員、ChimeneNzeNkogue 研究員が、6月にフランスビルで行われたワークショップと、8月にリーブルビルの CENAREST で行われたワークショップで発表した。動物相については、モニタリングを継続している。

4)については、日本から派遣されたポスドク研究員と熱帯生態研究所の PaulinKiallo 研究員、Guy-Max Moussavou 研究員が協力して野生動物と地域住民との接触や、社会経済調査を3村で継続して実施している。また、今年度は、国立公園周辺の 16 の村落に拡大して、村落ごとの違いを分析するとともに、地域全体の資源利用と獣害の状況を調べている。

5)については、Philippe Mbehang 主任研究員、Etienne AkomoOkoue 研究員、ChimeneNzeNkogue 研究員らが、獣医学的解析や分子生態学的解析を日本側研究者と協力して実施した。昨年度に引き続き、Philippe Mbehang 主任研究員、Etienne AkomoOkoue 研究員、ChimeneNzeNkogue 研究員が研修として来日し、それぞれの研究テーマに沿って解析に着手した。

## 3. 成果発表等

### (1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 1 件、国際 5 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 6 件、海外 18 件)
- ③ 論文詳細情報

Matsuura N. 2011. Historical changes in land use and interethnic relations of the Babongo in southern Gabon. *African Study Monographs* 32(4): 157-176.

Konno A, Inoue-Murayama M, Hasegawa T 2011. Androgen receptor gene polymorphisms are associated with aggression in Japanese Akita Inu. *BiolLett.* 7(5):658-660.

Hong KW, Weiss A, Morimura N, Udono T, Hayasaka I, Humle T, Murayama Y, Ito S, Inoue-Murayama M 2011.

Polymorphism of the tryptophan hydroxylase 2 (TPH2) gene is associated with chimpanzee neuroticism. PLoS One. 6:e22144.

Abe H, Hayano A, Inoue-Murayama M 2012. Forensic species identification of large macaws using DNA barcodes and microsatellite profiles. MolBiol Rep. 39:693-699.

Abe H, Watanabe Y, Inoue-Murayama M 2012. Genetic variation in the C-terminal domain of arginine vasotocin receptor in avian species. Gene 494:174-180.

Nakahama N, Kaneko S, Hayano A, Isagi Y, Inoue-Murayama M, Tominaga T: Development of microsatellite markers for the endangered grassland species *Vincetoxicumpycnostelma*(Apocynaceae) by using next-generation sequencing technology. Conservation Genetics Resources, in press

山極寿一, 2011. 「家族の進化」、精神医療, 65 : 23-30.

## (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0件、海外 0件、特許出願した発明数 0件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0件、海外 0件)

## 4. プロジェクト実施体制

(1) 京都大学グループ(生物多様性の保全とエコツーリズムの実施、持続的な環境利用のための基礎研究)

- ① 研究グループリーダー名: 山極 寿一(京都大学・教授)
- ② 研究項目

ムカラバ国立公園に生息する動植物の種類と現存量に関する調査を実施し、その中でこの生態系を代表すると思われる標徴種を選定する。また、標徴種の遺伝的多様性を分析し、主として大型哺乳類と霊長類の生物間相互作用に関する調査を行って、優先的に保全すべき種と生態系を特定するとともに生態系マップを作成する。これまで人付けを続けてきたゴリラの 1 群に加えて新たに他のゴリラ 1 群、チンパンジーの 1 群を人付けし、これらの群れの遊動域に共存する他の霊長類も人付けする。人付け作業と平行して、遊動域内にネイチャートレイルを設定し、ムカラバ国立公園の動植物を科学的に解説するガイドブックやエコツーリズムのメニューを作成するとともに、エコツーリズムのガイドを養成する。さらに、国立公園に隣接する 3 村の地域住民による資源利用について調査を実施し、自然資源の持続的利用について検討するとともに住民に対する環境教育を実施する。

(2) 中部学院大学グループ(気象、植物のフェノロジー、科学的エコツーリズム、環境教育のための基礎研究)

- ① 研究グループリーダー名: 竹ノ下 祐二(中部学院大学・准教授)
- ② 研究項目

ムカラバ国立公園の植生図と GIS データをもとに公園内の植生についてその季節変動や年変動をモニタリングする方法を考案し、雨量、気温、日射量を毎日測定して気象や植生の特徴を分析する。また、この国立公園の動植物を代表する生態系を特定し、それを化学的科学的に解説できるようなネイチャートレイルを設定し、エコツーリズムに適切な生態系マップやガイドブックを作成して、博物館活動やエコツーリズムに従事できる人材を育成する。また、博物館活動を通じて地域住民の環境教育を実施する。

(3) 鹿児島大学グループ(野生動物と人間との接触状況に関する基礎研究)

① 研究グループリーダー名: 藤田 志歩(鹿児島大学・准教授)

## ② 研究項目

ムカラバ国立公園における野生動物と人との安全な接触と適切なエコツーリズムの実施を図るために、人獣共通な病気の感染が危惧される霊長類を中心とした大型哺乳類と人間との接触状況に関する調査を行い、とくにエコツーリズムの主たる対象となっている類人猿の細菌、寄生虫、ウイルスに関する調査をガボン熱帯生態研究所との緊密な協力の下に実施する。病原体の調査は京都府立大学生命環境科学研究科の牛田一成教授、山口大学大学院連合獣医学研究科の佐藤宏教授と協力して行うほか、人の感染症についてはガボンのフランスビル国際医学研究所の協力を得る。調査法や分析法についてはガボンから若い世代の研究者を日本へ招へいして研修し、野生動物と人間との安全で豊かな接触方法について検討し提案する。これらの研究成果は、エコツーリズムのガイドブックに記載する。

以上