

アジア・アフリカ学術基盤形成事業 平成22年度 実施報告書

1. 拠点機関

日本側拠点機関:	東京工業大学
(タンザニア)拠点機関:	タンザニア水産研究所

2. 研究交流課題名

(和文): シーラカンスを中心としたタンザニア水域重要魚種の保全研究

(交流分野: 生物多様性・分類)

(英文): Conservation of coelacanth and Tanzanian important fisheries resources

(交流分野: Biodiversity, taxonomy)

研究交流課題に係るホームページ: http://www.evolution.bio.titech.ac.jp/f_asia-africa/

3. 開始年度

平成21年度 (2年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関: 東京工業大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名): 学長・伊賀 健一

コーディネーター (所属部局・職・氏名): 大学院生命理工学研究科・教授・岡田典弘

協力機関: 九州大学

事務組織: 東京工業大学 国際部 国際事業課

相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国 (地域) 名: **タンザニア連合共和国**

拠点機関: (英文) Tanzania Fisheries Research Institute

(和文) **タンザニア水産研究所**

コーディネーター (所属部局・職・氏名): Tanzania Fisheries Research Institute ・Director General・Benjamin P. Ngatunga

5. 全期間を通じた研究交流目標

タンザニア水域における重要魚種として「シーラカンス」と「ビクトリア湖産魚類群集」が挙げられる。本課題における交流目標は、急激な環境変化に伴うシクリッドやシーラカンスの集団構造変化を DNA レベルでモニタリングしその持続的な保全・資源管理に向けた知識を共有し発展させていくことである。我々はまずシーラカンスに関してミトコンドリア全長配列を指標とした大規模な集団遺伝解析を進める。シーラカンスが環境変動によってどのように生息域を変化させているかをモニタリングすることで、持続的な種保全の基盤を作りたい。

また 1950 年代にビクトリア湖に投入されたナイルパーチにより、その生態が壊滅的なダメージを受けその殆どが絶滅したと考えられてきたシクリッド魚種が現在において急速な復活を遂げ、数多くの種集団の存在が我々の調査隊によって再確認された。絶滅に瀕した魚種がどのようにしてその集団を回復させていくのかを核・ミトコンドリア DNA レベルで明らかにすることで、今後様々な場面で直面するであろう環境破壊からの生態系回復への道筋を模索する。

これら 2 つの研究を、タンザニア側の分子生物学研究者の人材育成、我が国における野外調査・生態調査に関する若手研究者のスキルの向上を視野に入れた教育活動も含めて、科学的、社会的に大きく貢献できる研究交流を目指す。

6. 平成 22 年度研究交流目標

「研究協力体制の構築」

平成 22 年度には、研究代表者である岡田典弘および研究者 2 名がタンザニアを訪問し、シクリッド研究・調査の打ち合わせに加えて、タンザニア側とシーラカンス研究セミナーを執り行いたい。この際の議題は、我々が現在おこなっているタンザニア沖シーラカンスのミトコンドリア DNA 解析の結果を土台とした、シーラカンス保全および適切な禁漁区の設定による漁民とのコンフリクト解消案の打ち立てに関して、となる予定である。また、平成 21 年度に東京工業大学にて博士号を取得した Mzighani 氏が TAFIRI へ戻り、我々の支援を受けながら研究教育活動の拠点を整備し始める。

「学術的観点」

シーラカンス稚魚の解剖を予定しており、その際に心臓と耳石に特に注目する。それぞれその組織は、我々が設立したシーラカンス研究コンソーシアムのメンバーとなっている研究者によって詳細な研究が進められる。これらの研究結果は今年度中に論文としてまとめる予定となっている。心臓に関しては、魚類から両生類へ移行する段階における進化学的な観察であり、耳石に関しては、炭素酸素同位体の測定による生息水深の推定となっている。また、20 頭におよぶタンザニアシーラカンスのミトコンドリアゲノム DNA 全長配列の解析が進行中であり、これは平成 22 年度中に論文としてまとめる予定となっている。シクリッドに関しては、婚姻色とオプシンの適応・種分化に関する研究が論文としてまとまる予定であり、また嗅覚受容体遺伝子の研究も論文として 2 報分、まとめられる予定となっている。通年おこなっているビクトリア湖遠征も予定している(2 ヶ月弱を予定)。

「若手研究者養成」

今年度は若手研究者を育成する目的で研究発表会と集団遺伝セミナーを共催する予定である。その際に、東工大・九州大学にてシクリッド・シーラカンス研究に関わる若手研究者は全員、口頭発表の機会を与える。また、平成 22 年度は東工大にて進化学会大会が開催されることから、本大会にて若手研究者全員が研究発表をするように準備をする予定である。また、今年度は 10 月に TAFIRI 職員を短期で東工大に招へいし、我々が研究技術の教育をおこなう予定である。

7. 平成22年度研究交流成果

7-1 研究協力体制の構築状況

まず東工大にて博士号を取得した Mzighani 氏を平成 22 年 8 月に日本へ招へいし(本研究費からは支出せず)、研究打ち合わせをおこなった。その際に、我々の研究の進捗状況と TAFIRI における研究推進の方向性を確認した。加えて、平成 22 年 8 月に当研究室の岡田と溝入の 2 名が TAFIRI(ダルエスサラーム本部)を訪問し、そこでシクリッド・シーラカンス研究に関わるセミナーを共同開催した。また、科学技術振興機構(JST)が公募している地球規模課題対応国際科学技術協力事業に、共同で応募すべく、その打ち合わせをおこなった。平成 23 年 3 月には岡田が TAFIRI を再度訪問し、研究打ち合わせと今後の共同研究費申請の方向性を相談した。以上のように、両機関のより長期的な研究協力体制を目指した交流ができたのではないかと考えている。また、今年度において、TAFIRI の所長を務めていた Budeba 氏がタンザニア畜産開発水産省の事務次官となったことから、今後は TAFIRI と東工大、さらには政府機関におけるより強固で実質的な協力体制を構築することができるのではないかと考えている。

7-2 学術面の成果

我々が共同研究をおこなっている、東工大吉田尚弘研究室においてシーラカンスの筋肉組織を使用した窒素同位体比解析をおこなった結果、シーラカンスの食物連鎖における栄養段階がこれまでの胃内容物から予想されていたものよりも明らかに低いことがわかった。また、我々のミトコンドリア全長配列の解析によると、タンザニアの北側に生息するシーラカンス集団はコモロ諸島に生息するものとは遺伝的に分化していることが統計的に有意に示された。これは、タンザニア産シーラカンスが単にコモロ諸島から海流に乗って流れ着いた漂着個体ではなく、独自の繁殖集団を形成していることを示すことから保全を考える上で非常に重要な発見であった。上記の研究は現在、国際誌へ投稿すべく論文を作成しているところである。その他、共同研究で、シーラカンス全ゲノム解読研究がスタートするなど、活発に研究が進んでいる。シクリッドに関しては、これまでにおこなってきたいくつかの研究について、ほぼ論文が完成しそれらを国際誌に投稿していることから、来年度中には数多くの論文が出版されると考えている。引き続き集団遺伝学、生態学的な研究を続けていく予定である。

7-3 若手研究者養成

今年度は、平成 22 年 11 月に、TAFIRI 研究員の Mrosso 氏を 21 日間招へいし、シクリッドのミトコンドリア D-loop 領域の PCR による増幅、配列決定とその解析について技術を学んでいただいた。Mrosso 氏は帰国後、Mzighani 氏とともに TAFIRI の分子集団遺伝学分野の研究を先導するメンバーとなる。平成 22 年 8 月には東京工業大学大岡山キャンパスにて、我々が日本進化学会大会を

主催した。その学会において若手学生は口頭・もしくはポスターにて研究発表をおこなった。また平成 23 年 1 月には、九州大学のグループと合同の研究セミナーを開催し、参加者の大多数を占める若手研究者全員が口頭発表をおこなった。以上のように、今年度も本研究交流において日本側およびタンザニア側の若手研究者の育成に十分努めた。

7-4 社会貢献

平成 22 年 8 月に我々が主催した日本進化学会大会と同時平行的に、7 月 23 日から 8 月 5 日まで「生きた化石の体内を見る」シーラカンス解剖標本の一般公開、と題して、昨年度に天皇陛下のご臨席を賜って解剖したシーラカンス標本をプラスチック加工した剥製を一般市民へ公開するイベントを開催した。その際には本交流事業における共同研究の内容をパネルとして展示しその成果を広く一般市民にも分かり易い形で公表した。

7-5 今後の課題・問題点

本研究交流によって培われた両機関の良好な関係をより強くするため、さらには、本事業の成果をタンザニア水域の保全や持続漁業を目指したより大規模な研究へと発展させていくために、最終年度にはこれまでの研究をまず論文の形で出版するとともに、さらなる共同研究のための予算獲得を目指したいと考えている。そのためにも、TAFIRI とともに、どのような研究を実行すべきか、どのような人員体制を作り上げていくべきかを入念に打ち合わせたいと考えている。また、タンザニア政府が我々の研究成果(ミトコンドリア遺伝子の比較でタンザニアシーラカンスの独自性を明らかにしたもの、未発表)を受けて、タンザニア北部沿岸に広大な海洋公園(シーラカンスマリナー)を建設することを決定しており、この地域の実質的な保全推進にむけた共同計画も検討したい。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成22年度論文総数 2本

うち、相手国参加研究者との共著 0本

うち、本事業が JSPS の出資によることが明記されているもの 0本

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入して下さい。)

8. 平成22年度研究交流実績概要

8-1 共同研究

シーラカンス研究

東京工業大学吉田尚弘研究室との共同で、筋肉組織の窒素同位体比解析をおこなったところ、シーラカンスの生態系における栄養段階が、それらの胃内容物（アナゴやキンメダイの一種など）からの予想よりはるかに低いことが判明した。シーラカンスは主に、生きた魚などではなくプランクトンなどを主要な栄養源にしている可能性を示しており、学術的にも非常にインパクトの大きいものである。また、我々がおこなっているミトコンドリア全長配列の比較によると、タンガ沖（タンザニア北部）における集団は、コモロ諸島の集団と遺伝的に分化していることが明らかとなった。これまでアフリカ大陸沿岸で発見されたシーラカンスはコモロ諸島の個体が漂流してきたものであると考えられており、その見解を覆す大きな発見であった。さらに独自の繁殖集団を作っていることから、それらは保全するに値する重要な集団であることが示唆され、保全の観点からも意義深いものである。さらに、東京大学の森下真一研究室との共同で、シーラカンスの全ゲノム決定計画がスタートした。世界最先端の技術を駆使するもので、これが本研究交流を強力に後押しするものになると考えている。

シクリッド研究

今年度はシクリッドの視覚に関する研究論文を2報、出版した。まず、シクリッドが湖において深場の暗い環境に適応するためのロドプシンにおけるアミノ酸置換を特定し、その分子メカニズムを明らかにした。今回示したのはこれまでに知られていた吸収波長のピーク変化による暗闇適応ではなく、反応速度の変化に起因するもので、暗闇適応を説明する新たな仮説を提示することができた。また、似た光環境に適応するために、ロドプシン上の同じサイトのアミノ酸が繰り返し並行的に置換していることを発見した。これは分子レベルでの平行進化を示す興味深い現象である。上記の2つの研究はともに Molecular Biology and Evolution 誌に掲載された。その他にも、染色体、嗅覚受容体研究も順調に進行しており、さらには異種間の掛け合わせ実験をスタートさせるなど精力的な研究が続いている。

8-2 セミナー

平成22年8月にタンザニアダルエスサラームにある TAFIRI 本部にて、シーラカンス・シクリッドの保全研究セミナーを開催した。東工大からは岡田典弘と溝入真治の2名が出席した。本セミナーにおいては、我々の基礎研究結果をどのようにして、タンザニア水域における生物保全と地域漁

民の生活向上、つまりは持続漁業の両立につなげるかを議論した。これによってタンザニア国民の生活安定・向上に向けた現実的な問題解決への方策を模索できたと考えている。また、タンザニア沿岸に生態系保護区とマリンパーク(シーラカンスマリンパーク)が新設される事が決定し、生物多様性の保持に向けた管理体制についても議論した。また、平成 23 年 1 月にはシーラカンス・シクリッドの集団遺伝研究会を開催し、東工大と九州大学のグループが一堂に介して研究発表と集団遺伝解析の技術を学んだ。このセミナーにおいては、若手研究者全員に口頭発表の機会を与えることで、研究者としてのプレゼンテーション能力の向上を目指した。

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

平成 22 年 11 月中旬から 21 日間、タンザニア水産研究所の研究員である Mrosso 氏を招へいした。彼は滞在期間中に、自ら持参したビクトリア湖周辺のサテライトレイクに生息するシクリッドのミトコンドリア DNA 調節領域に関して、PCR による増幅からその配列決定、さらにはその解析までの技術を習得した。本研究者交流は、TAFIRI が将来的に独自の研究体制を作り上げる際のキャパシティービルディングに直接的につながるものと考えている。

9. 平成22年度研究交流実績人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣元		派遣先		日本 〈人/人日〉	タンザニア 〈人/人日〉	〈人/人日〉	〈人/人日〉	〈人/人日〉	合計
		日本	タンザニア						
日本 〈人/人日〉	実施計画				3/107				3/107
	実績				3/31				3/31
タンザニア 〈人/人日〉	実施計画	1/30							1/30
	実績	1/21(1/11)							1/21(1/11)
〈人/人日〉	実施計画								
	実績								
〈人/人日〉	実施計画								
	実績								
合計 〈人/人日〉	実施計画	1/30			3/107				4/137
	実績	1/21(1/11)			3/31				4/52(1/11)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。（なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。）

※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。（合計欄は（ ）をのぞいた人・日数としてください。）

9-2 国内での交流実績

実施計画	実績
4/8 〈人/人日〉	3/6 〈人/人日〉

10. 平成22年度研究交流実績状況

10-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	2009	研究終了年度	2011
研究課題名	(和文) シーラカンス・シクリッドの集団遺伝解析と保全 (英文) Population genetics and conservation of coelacanth and cichlids				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 岡田典弘・東京工業大学大学院生命理工学研究科・教授 (英文) Norihiro Okada, Tokyo Institute of Technology, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	Benjamin P. Ngatunga, Tanzania Fisheries Research Institute, Director General				
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先	日本	タンザニア		計
	派遣元	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本	実施計画	3/107		3/107
	<人/人日>	実績	3/31		3/31
	タンザニア	実施計画	0/0		0/0
	<人/人日>	実績	0/0(1/11)		0/0(1/11)
		実施計画			
	<人/人日>	実績			
	合計	実施計画	0/0	3/107	3/107
	<人/人日>	実績	0/0(1/11)	3/31	3/31(1/11)
	② 国内での交流 0/0 人/人日				
22年度の研究交流活動	平成22年8月にタンザニアダルエスサラームのTAFIRI本部で開催されたシーラカンス・シクリッドの保全研究セミナーに、東工大の岡田と溝入の2名が参加発表すると同時に研究に関する打ち合わせをおこなった。また、東工大とTAFIRIの将来的な共同研究体制に関して打ち合わせをするために、平成23年3月に東工大の岡田がダルエスサラームのTAFIRIを訪問し、所長であるNgatunga氏と、畜産開発水産省の事務次官であるBudeba氏と綿密な打ち合わせをおこなった。シーラカンスの個体情報の確認のために相原がタンザニアを訪問する予定であったが、体調不良のためキャンセルとなった。研究に関しては、共同研究で進めているシーラカンスの筋肉組織における窒素同位体比解析や、我々のミトコンドリア遺伝子の比較などにおいて興味深い結果が得られている。シクリッドについても、これまでに進めてきた研究内容を論文としてまとめている段階である。				

研究交流活動 成果	8月にタンザニアを訪問して研究打ち合わせをおこなうことで、我々の進めているシクリッドとシーラカンスの研究の進展について TAFIRI と東工大の研究者間の理解を深めることができたと考えている。また、23年3月の訪問では、基礎研究を保全や持続漁業にステップアップさせるための、より長期的な共同研究計画について綿密な打ち合わせができた。シクリッドとシーラカンスの研究については、これまで進めてきたものが論文としてまとまる段階になっており、またいくつかの新しい計画をスタートさせることができた。	
日本側参加者数		
21 名		(13-1 日本側参加者リストを参照)
(タンザニア) 国 (地域) 側参加者数		
8 名		(13-2 (タンザニア) 国 (地域) 側参加研究者リストを参照)

10-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文)日本学術振興会 アジア・アフリカ学術基盤形成事業 シーラカンス・シクリッドの保全研究セミナー
	(英文)JSPS AA Science Platform Program Research Seminar on the conservation of cichlids and coelacanths
開催時期	平成22年8月25日 ~ 平成22年8月25日(1日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文)タンザニア連合共和国、ダルエスサラーム、TAFIRI 本部
	(英文)Tanzania Fisheries Research Institute, headquarters, Dar es Salaam, Tanzania
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文)岡田典弘・東京工業大学大学院生命理工学研究科・教授
	(英文)Norihiro Okada, Tokyo Institute of Technology, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	Benjamin P. Ngatunga, Tanzania Fisheries Research Institute, Director General

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (タンザニア)	
	A.	
日本 〈人/人日〉	A.	0/0
	B.	2/2
	C.	0/0
タンザニア 〈人/人日〉	A.	0/0
	B.	0/0
	C.	8/8
〈人/人日〉	A.	
	B.	
	C.	
合計 〈人/人日〉	A.	0/0
	B.	2/2
	C.	8/8

A.セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない(参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。)

セミナー開催の目的	日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業の主催で、タンザニア本部にて保全研究セミナーを開催する。その主題はシーラカンスとシクリッドの保全と地域漁民の生活安定とのコンフリクト解消である。本シンポジウムでは、東京工業大学とタンザニア水産学研究所の研究者が集まり、現在進行中の共同研究の成果を報告する。遺伝的多様性や個体数のモニタリング結果をどのように漁業マネージメントに反映させ、生態系回復を目指すかを議論する。	
セミナーの成果	東京工業大学とタンザニア水産学研究所の共同研究者が一堂に会し、これまで約2年間に渡る調査の報告及び最新情報の共有を行うことで、お互いの研究体制を強化することができた。また得られたデータをどのようにして、生物保全と地域漁民の生活向上の両立につなげるかを議論することで、タンザニア国民の生活安定・向上に向けた現実的な問題解決への方策を模索できた。タンザニア沿岸に生態系保護区とマリンパーク(シーラカンスマリンパーク)が新設される事が決定し、生物多様性の保持に向けた管理体制についても議論した。	
セミナーの運営組織	Person in charge Benjamin P. Ngatunga, Tanzania Fisheries Research Institute, Director General	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 旅費 金額 1,274,900 円 (研究打ち合わせのための滞在費も含む)
	() 国 (地域) 側	内容 金額
	() 国 (地域) 側	内容 金額

10-2 セミナー

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会 アジア・アフリカ学術基盤形成事業 シーラカンス・シクリッドの集団遺伝研究会
	(英文) JSPS AA Science Platform Program Research Seminar on population genetics of coelacanth and cichlids
開催時期	平成23年1月18日 ~ 平成23年1月18日(1日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 東京工業大学 すずかけ台キャンパス
	(英文) Tokyo Institute of Technology, Suzukakedai campus, Yokohama, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 岡田典弘・東京工業大学大学院生命理工学研究科・教授
	(英文) Norihiro Okada, Tokyo Institute of Technology, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	2/4	0/0
	14/14	
〈人/人日〉		
〈人/人日〉		
合計 〈人/人日〉	2/4	0/0
	14/14	

A. セミナー経費から負担

B. 共同研究・研究者交流から負担

C. 本事業経費から負担しない(参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。)

セミナー開催の目的	本事業発足から 2 年間が経過した時点での日本側研究者の成果報告を主な目的とする。また、若手研究者すべてに口頭発表の機会を与え育成に努める。本事業の研究手法の基軸となるのが集団遺伝学的解析であるので、基本的な解析技術の原理と実際的な応用方法を九州大学の館田教授にセミナーしていただく。		
セミナーの成果	日本側研究者が自身の研究の進捗状況を確認しあうことによって、本事業全体がどのように進展しているかを理解することができた。また若手研究者の、研究成果をプレゼンテーションする能力を向上させることができた。加えて、館田教授のセミナーが集団遺伝学的な基礎知識を備えた上での解析技術の習得につながったと考えている。本事業の最後の 1 年間の研究推進を見据えて各人の研究方向性を十分に議論することができた。		
セミナーの運営組織	責任者: 岡田典弘・東京工業大学生命理工学研究科・教授 世話人: 二階堂雅人・東京工業大学生命理工学研究科・助教		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 旅費	金額 106,915 円
	() 国 (地域) 側	内容	金額
	() 国 (地域) 側	内容	金額

10-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

① 相手国との交流

派遣先		日本	タンザニア		計
派遣元		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
日本 <人/人日>	実施計画				
	実績				
タンザニア <人/人日>	実施計画	1/30			1/30
	実績	1/21			1/21
<人/人日>	実施計画				
	実績				
合計 <人/人日>	実施計画	1/30			1/30
	実績	1/21			1/21
② 国内での交流		1/2 人/人日			

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣時期	用務・目的等
Tanzania Fisheries Research Institute, Researcher I, Hillary D. Mrosso	日本・横浜・ 東京工業大 学	平成 22 年 11 月 17 日～12 月 7 日	研究技術の習得
関西学院大学・ 教授・今井一郎	日本・横浜・ 東京工業大 学	平成 23 年 2 月 15 日～2 月 16 日	研究打ち合わせ

1 1. 平成22年度経費使用総額

	経費内訳	金額 (円)	備考
研究交流経費	国内旅費	152,635 円	
	外国旅費	2,494,160 円	
	謝金	0 円	
	備品・消耗品購入費	1,491,403 円	
	その他経費	172,212 円	
	外国旅費・謝金に係る消費税	107,498 円	
	計	4,417,908 円	
委託手数料		500,000 円	
合 計		4,917,908 円	582,092 円を返納

1 2. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額 (円)	交流人数<人/人日>
第1四半期	11,226 円	0/0
第2四半期	1,275,500 円	2/27
第3四半期	182,612 円	1/21
第4四半期	2,948,570 円	4/10
計	4,417,908 円	7/58