

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」

研究課題名「生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：ケニア共和国

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間*1

平成 28 年 10 月 ? 日から平成 33 年 ? 月 ? 日まで

JST 側研究期間*2

平成 27 年 6 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 28 年 4 月 1 日)

*1 R/D に記載の協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者： 亀田 恒徳

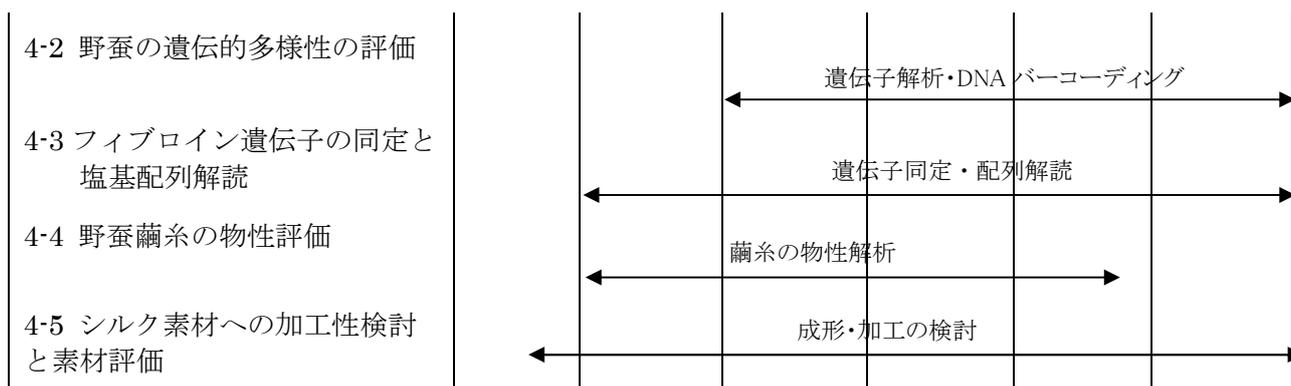
所属・役職 (国) 農業・食品産業技術総合研究機構・ユニット長

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H27年度 (10ヶ月)	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度 (12ヶ月)
研究題目 ：生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築プロジェクト						
研究項目 1 . クワのジーンバンク構築						
1-1 クワ遺伝資源の収集		← 遺伝資源コレクションの構築 →				
1-2 遺伝資源の特性評価			← 特性情報の集積 →			
1-3 DNAによるタイピング		← 全塩基解析・分子マーカー解析 →				
1-4 遺伝資源の管理体制構築		← 遺伝資源管理体制の確立 →				
1-5 特性データの管理体制の整備		← 特性データの管理体制構築 →				
研究項目 2 . クワの品種育成						
2-1 現有品種の地域適応性の調査		← 各地域での圃場整備と栽培評価 →				
2-2 主要養蚕地域に適合した既存品種・系統の選抜		← 地域適合系統を選出 →				
2-3 交配による新品種の開発		← 交配・選抜品種の系統化 →				
2-5 主要地域における標準的な栽培法の策定		← 生産設備の整備と栽培試験 →		← 栽培法策定 →		
研究項目 3 . カイコの品種育成						
目標形質のQTL解析		← 育種目標に関するQTLの解明とマーカー作出 →				
系統選抜と選抜系統の特性評価		← 安定交雑系統の作出 →			← 新品種の作出 →	
NSRCにおける繭及び生糸生産体制の確立		← 生産設備の整備と技術移転 →			← 生産システムの実証 →	
研究項目 4 . 野蚕遺伝資源の特性解明						
4-1 在来野蚕の収集と生態解明		← 生息既知の野蚕の生態調査 →				



(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

初年度のため該当なし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

生物遺伝資源の持続的利活用が地球規模課題になっている。本プロジェクトの目標は、未利用あるいは十分に利活用されていないケニアのクワ、カイコ、野蚕の利活用による農業／産業振興である。具体的には、ケニアの栽培・自生クワを調べ、ケニアの気候に最適なクワ品種の選定と、更なる品種育成を行う。また、ケニアで継代されてきた病気に強いカイコ品種と、日本で育種されたシルク生産性の高いカイコ品種を交配して、両方の特性を兼ね備えたカイコの実用品種を創り出す。さらに、ケニア在来の野蚕から新たなシルク素材としての利用価値を見出す。

達成目標は、高品質なシルクを量産する研究・技術基盤がケニアに構築されることである。これによって、ケニア独自の研究開発を先導する、気鋭の研究者を擁する蚕糸研究所が整備され、海外流通品と肩を並べる高品質のケニア産シルクが量産できる技術基盤が確立される。そして、この研究所を拠点にした生産者への技術普及や民間企業への技術移転等の社会実装が行われる。

達成状況としては、ケニア国内におけるクワ遺伝資源の収集計画、系統選抜に用いるクワ品種、地域適合評価の対象となるクワ品種と評価地域を決定した。また、日本産のカイコを用いてカイコ育種の準備を整えた。さらに、ケニアに生息している野蚕と比較的近縁の日本在来絹糸昆虫の絹糸タンパク質遺伝子の同定に着手した。

(2) 研究題目 1

(リーダー：山ノ内 宏昭)

① 研究題目 1 の研究のねらい

本課題では、ケニア国内に存在するクワ遺伝資源を収集するとともに特性情報を集積し系統的に整理して「クワのジーンバンク」を管理できる体制を構築することを目標にしている。

②研究題目1の研究実施方法

2014年に行ったFS(feasibility study)の結果や学術的な情報を元にクワ遺伝資源採集候補を検討した。また、クワ特性評価項目の検討と実施場所の検討を行った。

③研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

クワ遺伝資源の収集については、Meru近郊の農家において自家増殖して栽培している系統や、KibosやNairobi近郊の農家圃場にある偶発実生と思われる個体などが採集候補とした。

遺伝資源の特性評価に関しては、日本のクワジーンバンクの調査項目とFSでの調査を参考に、調査項目の選定とその調査方法の検討の作業を開始した。想定されるケニア国内の養蚕地域では日本の冬期間のような明確な落葉期間がわかりにくいことなど、また、必ずしも品種同定に有用でないと判断される形質は調査項目にしないなどの方針で検討を進めている。また、FS時に観察されたケニア特有の問題として、カイコ飼育に有害な赤土の土埃が葉に付着しているのが見受けられたことから、葉身の表面の形質を重要な項目として選定する事にした。

特性評価についてはThikaの国立蚕糸研究センター(NSRC)で行うことをKenya側との協議により決定した。Thikaは、現在クワ栽培農家が存在するNairobi近郊にあり、はっきりした年2回ずつの雨季乾季があって年間を通して最低気温約12~15度で最高気温約22~28度と安定しているなど、Nairobi近郊を含むケニア中央地域特有の気候条件を示すため、最初に特性調査を行うのに最適な地域と考えられる。詳細な気候データについては今後ケニア側から提供されるよう依頼する。NSRCでは十分な広さの桑園と基本的な研究施設と灌漑施設も準備が進められている。Thikaではこれまで国立養蚕場(National Sericultural Station)があり、非常に小規模ながらクワの遺伝資源の栽培管理と挿し木による増殖等を行っていたことから、技術移転も比較的容易であると考えられることから、特性評価の実施場所として適していると考えられた。

④研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

クワ遺伝資源の特性評価に関するケニア側との相談を通じて、評価技術の移転を開始した。クワ特性評価の実施場所の検討調査を通じて、栽培技術の指導も行った。

⑤研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

文献調査によってアフリカ大陸にのみに自生する野生種 *Morus mesozygia* (アフリカグワ) がケニア国内のKakamega Forest(カカメガ国立公園)に自生しているという情報が得られた。今後、と採取可能な地域や採集許可の取得についてケニア側と協議する。

(3) 研究課題2(リーダー:宮本 和久)

①研究題目2の研究のねらい

本課題では、ケニア国内数地域の環境条件を考慮して育種目標を設定し、地域目標毎に選抜を行って地域適合品種候補を数系統程度作出することを目標としている。

②研究題目2の研究実施方法

調査の対象地域はThika、Kakamega、Kibosの3カ所に決定した。また、育種母本にするクワは、1年目は雌クワからは‘Embu’をメインに数品種、雄クワからは‘Thailand’を使用することにして、交配

【平成27年度実施報告書】【160531】

材料とする枝を採取する株や時期の決定などをケニア側と相談しながら進めた。

③研究題目2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

系統選抜と選抜系統の特性評価に関して、FSで得た情報を精査した。その結果、‘Embu’がナイロビ近郊、ケニア山周辺、ケニア西部のどこでも非常に多く栽培されていることが分かった。‘Embu’は干ばつに強いとの現地の証言が得られ、明確な雨季と乾季のあるNairobiやThikaの気候に非常に適すると考えられる。それだけでなく、‘Embu’はより温暖なケニア西部でも最も良好な生育を示していた。さらに、灌漑等で水条件に問題が無く堆肥などの肥料を与えることで旺盛に生育することが分かった。これらの広い地域適応性や旺盛な生育は交配母本としてふさわしい特性と考えられるため‘Embu’を系統選抜に用いる雌品種の候補とした。ただし、leaf spot 病害に弱い点や、葉身に細かい縮皺がありカイコに有害な土埃が付きやすい恐れがあるなどの欠点が考えられた。

‘Thailand’は雄品種で多くの地域で栽培されていた。枝数が多く節間が短い長所があるが、葉が小さい欠点が認められた。しかし、葉身が平滑で光沢があるため、‘Embu’と交配することによって、両者の欠点を補う系統が得られることも期待できる。以上のことから、ケニアでの系統選抜には雌品種としては‘Embu’、雄品種としてはThailand’を交配母本とすることにした。

ケニアには遺伝資源として同定／命名されたクワが合わせて11品種存在する。しかし、これらの地域適応性等は調べられていない。そこで、11品種の中からFSの観察結果などを参考にして5品種を選んで育成系統の地域適応性評価を行った。選んだ5種は、在来品種3種（Embu、Ithanga、およびThika）と比較的最近導入された2品種（V-1、Thailand）である。今後さらにケニア側と協議して品種の追加や削除をして最終的な調査品種を決定する。

さらに、地域適応性評価を行う地域の選定を行った。地域の選定は、本プロジェクトで想定される主要な養蚕地域を選んだ。FSの結果や、大まかな気候情報を参考にした。1つはNairobiやThikaを中心とする年間を通して温暖であるが雨季と乾季のある“ケニア中央部の地域”（仮称；Nairobi、ケニア中央州：Thika、Kiambuが含まれる、およびケニア東部州のケニア中部州に近い地域のみ：Embu、Meruなどを想定）である。もう一つは、年間を通して比較的高温の温暖多雨である“西部の地域”（仮称：ニャンザ州：Kibos、Kisumuを含む、と西部州：Kakamegaを含む）である。“ケニア中央部の地域”については遺伝資源収集・保存の中心となるThikaを育種選抜の拠点とした。“西部の地域”では通年クワが生長できるので、年間を通じたクワの生産力がより高いと想定されることから、特に重要性が高いと考えられる。このことを勘案し、互いにやや離れた地域であるニャンザ州のKibosと西部州のKakamegaを拠点とすることにした。この両地点の気候や土壌条件の違いはケニア側から詳細なデータを得る。

④研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

クワの系統選抜や地域適応性評価の検討で得た情報をケニア側に伝えることで情報共有を図った。育種の第1段階である交配はThikaで行い、実生の育成と個体選抜用の苗の育成までを行うこととし、個体選抜、系統選抜用の苗の育成、および系統選抜は各地域で行うプランの原案を作成した。ケニア側と協議して最終的なプランを決定する。

⑤研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初の計画通り。

研究題目3（リーダー：山本公子）

①研究題目3の研究のねらい

強健性と生産性を重点目標にカイコの育種を進め、日本の交雑種に匹敵する生産性とケニア在来品種並の強健性を有する品種を作出することを目標としている。

②研究題目 3 の研究実施方法

交配・選抜のためのカイコ飼育の準備に着手し、日本の実用品種とその後代の飼育を開始し、予備データとして、それぞれの繭層重等のデータを得た。

③研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

繭層重等のデータを得た（表 1, 2）。また、市販の実用品種は遺伝的にヘテロ性が高いことから、ゲノム情報の育種利用を容易にするため、兄妹交配によるゲノムの均質化を進めた。これらが人工飼料による飼育と継代が可能なことを確認した。さらにデータを取得した個体からゲノム DNA を抽出し、来年度に予定した次世代シーケンサーによる QTL 解析の準備を整えた。

④研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

2014 年の FS 以来継続しているカイコ育種および繭生産のためのカイコ飼育の基盤となる NSRC における飼育施設、用具の整備や飼育技術の移転について、日本側のケニア訪問時（2015 年 8 月、2016 年 1 月～2 月）や NSRC の Dr. Kasina センター長の来日時における打合せ・現地指導を通じ、現地での研究施設の準備が進むとともに、ケニア側によるカイコの飼育棚の試作が行なわれた。

⑤研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

研究題目 4 （リーダー：行弘研司）

①研究題目 4 の研究のねらい

本課題は以下のことを目標としている、(1) ケニア在来野蚕を網羅的に探索し、それらの繭糸の特性を明らかにする、(2) 繭糸を構成する絹タンパク質遺伝子を単離・同定する、(3) 野蚕繭糸をフィルムやスポンジ、チューブなどに加工した場合の加工性や物性についても評価し、非繊維材料としての利用可能性を探る。

②研究題目 4 の研究実施方法

カイコ (*Bombyx mori*) 以外の絹糸を吐く鱗翅目昆虫を野蚕と呼ぶが、ケニアですでに利活用されているか有望と思われる種に近縁な、日本国内に生息する種について、絹糸タンパク質遺伝子の探索を試験的に開始した。

③研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当該昆虫（非公開）の終齢幼虫から採取した後部絹糸腺から抽出した全 RNA に対して次世代シーケンサーを介した RNAseq 解析を実施した。得られたショートリードの塩基配列についてカイコの絹糸タンパク質アミノ酸配列を query として tblastX による相同性を検討したところ、カイコで知られている 3 種の絹糸タンパク質、フィブロイン H 鎖、同 L 鎖、P25 をコードする塩基配列がいずれも高い頻度で検出された。比較的分子量の小さいフィブロイン L 鎖と P25 については、対応する mRNA の全長の解読ま

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

でに至った。一般に非常に分子量の大きいフィブロイン H 鎖に関しても N、C 両末端アミノ酸配列の特定により、フィブロイン H 鎖の特性を有していることを確認して同定に至った。

④研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

該当事項なし

⑤研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当事項なし

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

本プロジェクトの正式な開始はこれからである。専門家派遣が可能になり次第、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）が蓄積してきた遺伝資源管理手法をケニアに導入して遺伝資源管理システムを確立するとともに、最先端の分子遺伝学的手法を利用したクワとカイコの品種育成を行い、持続的な養蚕発展のための遺伝資源管理と品種育成を通じた研究基盤を確立する。具体的には、1）ケニアにおけるクワのジーンバンクシステムを構築し、2）ケニアの環境に適応したクワ品種の育成、および、3）カイコ品種の育成を行う、とともに、4）野蚕糸の特性解明と特異遺伝子の単離を行うことを目的とする。これらの研究成果ならびに研究の過程における技術移転とキャパシティー・ディベロップメントにより、ケニアにおける養蚕技術の飛躍的向上を図り、高品質生糸の生産を可能にすることを旨とする。また、我が国で進められている遺伝子組換えカイコを利用した、新たな形質を持つ生糸の生産や医薬品等の有用物質生産に用いるカイコの品種改良にも本研究の成果を適用し、生産性の向上等を図る。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

国際共同研究はこれから開始されるため、現時点では該当事項はない。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

国際共同研究はこれから開始されるため、現時点では該当事項はない。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

国際共同研究はこれから開始されるため、現時点では該当事項はない。相手国も本事業に関する広報を開始していない状況。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

別添参照。

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名, タイトル, 掲載誌名, 巻数, 号数, 頁, 年		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

④ その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

・プロジェクトの成果について、研究開始からこれまでに行われた学会発表を、時系列に並べてください。

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
			招待講演 0件 口頭発表 0件 ポスター発表 0件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
H27年度	国内学会	吉岡太陽(生物研)共著者3名、野蚕とハチ(有剣類)に共通するシルク繊維化機構と素材化応用、平成27年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会日本蚕糸学会第85回大会、北海道大学、9月26～27日	口頭発表
H27年度	国内学会	亀田恒徳(生物研)2名、放射光X線測定で分かった野蚕糸と家蚕糸との違い、日本野蚕学会、東京農業大学、平成27年11月28日	口頭発表
H27年度	国内学会	山本公子(生物研)9名、ゲノム情報を利用したカイコ育種の試み、日本分子生物学会、神戸ポートアイランド、平成27年12月1～4日	ポスター発表
			招待講演 0件 口頭発表 2件 ポスター発表 1件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1											

国内特許出願数 件
 公開すべきでない特許出願数 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1											

外国特許出願数 件
 公開すべきでない特許出願数 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

JST成果目標シート

研究課題名	生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築
研究代表者名 (所属機関)	亀田 恒徳 (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構)
研究期間	H27採択(平成28年4月1日～平成33年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ケニア共和国／ケニア農業・畜産研究機構、ジョモ・ケニアッタ農工大学

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 海外からの養蚕技術協力要請などに応える人材の育成 日本企業へのクワや絹などの生産物の供給
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 分子遺伝学を利用した木本植物および昆虫の育種技術の開発・確立
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ケニアにおける野蚕等アフリカ在来の生物遺伝資源へのアクセス カイコ、野蚕等の新規有用遺伝子(群)の知財獲得
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ジーンバンクシステム構築や養蚕技術研究開発・指導に関わる研究者の人材育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 国際交流を通じた国内の養蚕関連技術水準の維持・向上 東アフリカのリーダー格であるケニアとの交流強化
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> クワおよびカイコの育種マニュアル クワの遺伝的多型に関する論文 カイコのQTL解析に関する論文 アフリカ在来野蚕の探索と野蚕絹の分子遺伝学的評価に関する論文

上位目標

技術革新によりケニアにおける養蚕が振興し、海外輸出が可能な高品質シルクの生産が可能となって農家の所得が向上するとともに外貨獲得に貢献する。

ケニアの自然環境および栽培・飼育環境に適応したクワおよびカイコの新品種が育成され、繭の生産性と品質が大幅に向上する。

プロジェクト目標

クワジーンバンクの構築と地域に適合したクワおよびカイコの新品種素材を作出し、高品質シルク生産技術の研究基盤を確立する。

