公開資料

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（２０１５年）度/研究期間：６年/

相手国名：ケニア共和国

# 令和２（２０２０）年度実施報告書

国際共同研究期間*1
２０１６年１０月　３日から（延長）２０２２年　３月３１日まで
JST 側研究期間*2
２０１５年　６月　１日から２０２２年　３月３１日まで
（正式契約移行日　　２０１６年　４月　１日）

*1 R/D に基づいた協力期間（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=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者：　亀田　恒徳

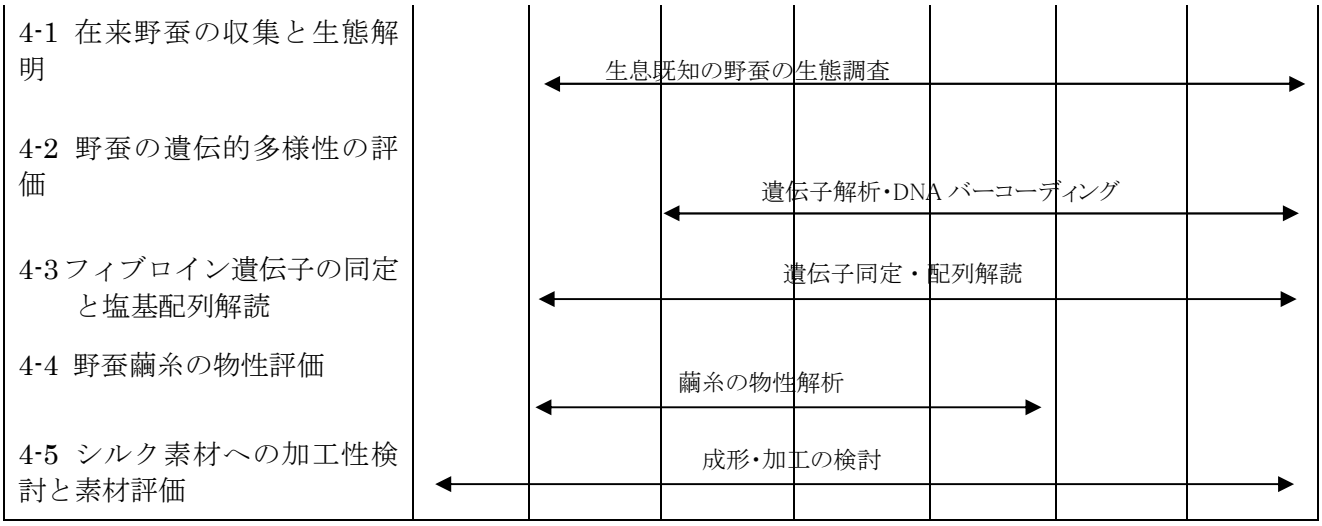
農業・食品産業技術総合研究機構・グループ長

## 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 | 2015年度（10ヶ月） | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **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 | | | | | | | |
| **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 | | | | |
| 2-4 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 | | | | | | | |
| 3-1 系統選抜と選抜系統の特性評価 | 育種目標に関するQTLの解明とマーカー作出 | | | | | | |
| | | 安定交雑系統の作出 | | | 新品種の作出 | | |
| 3-2 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 | | | | | | | |




(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)

2020 年度は新型コロナウイルスの感染拡大によって渡航ができなかったため、現地で行う計画の多くは、メールなどで連携を図りながらケニア人スタッフのみによって行われた。このため、プロジェクト期間を 2022 年 3 月末までに延長した。計画に変更はないが、クワやカイコの系統選抜、繰糸機器の点検や追加部品の設置など、日本人専門家や業務調整員が現地で行う予定であった活動が次年度に持ち越された。

## 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

**・プロジェクト全体のねらい**

プロジェクト全体のねらいは、これまで通り、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）生物研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した研究基盤を確立することである。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目指す。

**・成果目標の達成状況とインパクト等**

2020 年度は、新型コロナウイルスの感染拡大防止のために、双方からの渡航が困難となり、日本人専門家の渡航もケニア人研修生の来日も実現しなかった。そのような中でも、調査や飼育のデータやそれらを補足する写真などのやりとりを通して年度計画を進めた。年度前半にはカイコや野蚕の専門家であるケニア人ポスドクが現地に滞在していたことでカイコの飼育実験を計画通りに行うことができた。また、製糸実験棟に続き、飼育実験棟も完成した。ケニア人スタッフが旧飼育室から設備等を新棟に移し、稼働させている。個別の研究題目以外の本年度の成果の達成状況は以下の通りである。

**飼育実験棟の新設に関して･･･** 2019 年末に飼育棟の建設が始まり、2020 年 9 月 30 日付で建設完了、10 月 12 日に引き渡しが行われた。保証期間とその内容は、2021 年 3 月 30 日までの期間に、使用者の責に帰さない事由により不具合が生じた場合には修正する、というものである。図 1-1, -2 は、日本人スタッフの滞在中最後の現場視察の様子である（2020 年 3 月 16 日）。コロナ禍で 3 月末以降は調整員も含め日本人スタッフが現地へ渡航できない状況が続いているので、工事の様子や建設中の建物は、送られてくる写真でしか確認できていない。送られてきた写真や選択された空調機器の機種などから判明できた明らかな不具合については、こちらから指摘して改善された。しかし、専門家が渡航した後に判明する問題に対しては、保証期間を過ぎることもあり、JICA または NSRC (National Sericultural Research Centre; Thika)の予算で対処するしかない。現在既に挙げられている問題としては、(1) 1 つの流しに排水管が設置されていないのか、配管に問題があるのか、使用すると水が床にこぼれる。(2) 3 相スイッチがないため、これを使用している機器を移動できず、早急の工事を勧めたが、保証期間中は一般業者が工事を行うことが禁止されているとのことで、そのままになっている。(3) 繭切りや繭調査を行う調査計測室: Survey and measurement room と交配・産卵を行う蚕種製造室: Mating and egg production room に水道がなく、内部汚染繭や鱗粉が飛び散る蛾を扱う部屋で手洗いができない。これは設計段階から水道は設置されていなかった。(4) 飼育室への蟻の侵入。外部から扉 1 つ隔てて飼育室であり、扉の下には隙間もあるため、蟻の侵入自体を防ぐのは容易ではない。カイコは農薬に非常に敏感であり、殺蟻剤などを安易に使用することはできないため、建物外周に堀を築くか、室内の飼育棚などの脚を水を張った容器に入れて、蟻が登るのを防ぐしか方法がない。実際に観察できないので、どのような蟻が侵入しているのか確認できていない。(5) 桑貯蔵室の冷房を今後使用すると、かなりの電気使用量となる。などの問題が上げられている。このうち、(1)については、対応され、(3)、(4)については、21 年度に水道管と流しの増設とドア下部へのゴムの貼り付けで対応することになった。使用前の段階で各部屋を実際に見て、使いやすいように棚や支柱の設置などの整備を行いたかったが、渡航できないため難しい状況である。今後ケニア人スタッフがこの建物内で大量飼育のためのモデル飼育、蚕種製造と稚蚕飼育、養蚕農家等への配布事業を持続的に行えるようになるためには、ケニア人スタッフ側がこれまでの研修の成果や経験をもとに飼育を開始するより他に方法がないが、自律的に業務を継続する好機会でもあるとも言える。この建物の一室、野蚕飼育室: Rearing room for Wild silkworm では、野蚕の研究や飼育が行われる予定である。

**図 1-1. 南棟建設の様子（2020 年 3 月 16 日）**

日本人スタッフ最後の現場視察日。南棟の建設が先に開始された。

**図 1-2. 北棟の基礎工事の様子（同日）**

南棟から撮影。掘削して上がってくる水がまだ残っている。

**製糸実験棟の稼働に関して･･･** 順調に稼働が始まったが、2019 年度終盤、まだ日本人スタッフや調整員が現地に滞在していた期間にも、タンクに水が上がらない、ボイラーが壊れた、保存していた繭の一部が黴びた、などいくつかの問題が起きたが、その都度、対処してきた。2020 年度は、飼育毎に随時繭の乾燥・貯蔵が行われ、少なくとも２蚕期の繭の繰糸、繭検定、1 蚕期の生糸検定がケニア人スタッフにより行われた。2020 年 12 月に、繭乾燥機の温度が上昇して調節できない旨の連絡が来たので、繰糸担当の日本人スタッフが早急に検査・対処方法について図解入りで返信した。1 月末には電源を入れて検査する、とのことであったが現時点(5 月)でもまだ不具合が続いている。現地に機械操作に長けたケニア人スタッフが不在であるため遠隔指示が伝わらない。ボイラーシステムを含め各種繰糸・糸検査機器の維持管理では、人材の確保が引き続き問題である。

**図 1-3. ほぼ完成した2棟の飼育実験棟**

奥の木の左側に、道を挟んで建つ製糸実験棟の壁が見える。

**図 1-4. 蚕種製造室**

図 1-3 の写真の左（北）棟中央に位置する部屋。

**民間企業との連携について･･･** 本 SATREPS 課題の目標は、ケニアに養蚕の研究開発基盤を構築することであり、その先の社会実装までは目標としていない。社会実装によるケニアでの蚕糸関連産業の構築については、ケニア側の自助に任せることになっている。これまで日本側は、常にその先の産業化を見据えた研究開発基盤の構築を意識してきた。しかし、日本側が考えている基盤構築から産業化までの計画が、ケニア側の自助で実行できるかは不明である。SATREPS 終了で日本人研究者が日本に引き揚げてしまった後、構築した基盤が、基盤のまま終わってしまう可能性もある。こうした不安を払拭するために、本プロジェクトでは、早くから、民間企業の参入を促してきた。日本人研究者が現地で活動している期間中に民間企業に参入してもらうことで、構築する研究開発基盤の内容を日本人研究者から直接に民間企業に説明することができ、理解してもらい、それをベースにした事業計画を立案してもらうことができる。2019 年度に JICA の民間連携事業（SDGs ビジネス支援事業)に採択された日本の企業が、コロナ禍により 2020 年度中全く事業を開始できなかったことにより、ケニア農家で飼育した繭の性能評価と用途開発のための試験的な買取も延期の状態が続いている。

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

**研究運営体制に関して･･･** プロジェクト開始から現在まで一貫してNSRCの研究者･人材の不足は深刻であり、特にカイコ部門では、技術移転が困難な状況である。カイコ部門の研究者は所長の１名のみで、日雇いの労働者２名がクワやヒマの管理、採葉、カイコとエリサンの飼育を行っているのみであった。さらに本年度の終わりには、この２名のうちのカイコの担当者が、養蚕を開始した現地企業に雇われて移ってしまった。民間への技術移転の点では歓迎すべきことであるが、NSRCにとっては貴重な人材の損失であった。過去には、非常勤の博士研究者、複数の学部卒の研究補助員に養蚕の技術移転を行ってきたが、全て、NSRCを去っており、技術の継承がされていない。所長は忙しい中でカイコ飼育のほぼ全般を習得したが、所長や学術学会の会長としての職務で十分多忙で出張も多いため、継続的に飼育の指揮を執ることが不可能であり、今後異動の可能性も高い。カイコ部門で継続して勤務できる研究者の採用が急務であり、プロジェクトの成否に関わる問題である。この問題に関連して、ICIPE（International Centre of Insect Physiology and Ecology: 国際昆虫生理・生態学センター）の蚕糸部門で管理職まで務めたケニア人博士研究者が本プロジェクトのポスドクとして2019年10月から勤務している。カイコや各種野蚕、そして、それらのシルクの特性や製品化についての知識も持ち合わせており、2019年12月から2020年10月までのケニアでの勤務中には、20年3月末に日本人スタッフが帰国した後のカイコやエリサンの飼育、交配実験を主導し、随時結果の報告を行っていたために、コロナ禍での大きな痛手はなかった。しかし、彼女が2020年10月に日本に戻ってからは、十分な飼育が行えていない。2021年2月には、1つの維持系統が飼育箱内の蒸れによるカビの繁殖で絶えてしまった。彼女の年齢は40代後半であり、NSRCでは若手の部類に入る。KALROの職員になって蚕糸部門で活躍してもらうことが一番望ましいが、旧所属のICIPEや大学からの引き合いも予想される。将来的に何らかの形でNSRCに関わってくれれば、プロジェクト終了後もケニアの養蚕事業や野蚕研究の持続発展が期待できる。2021年度は本プロジェクトの現地コンサルタントとしてNSRCで業務に就いている。また、業務調整員も本年度末に再び交代し、多くのプロジェクトに関わってきた経験豊富な3人目の業務調整員が3月末にケニアに渡航し、業務を開始している。

**日本人若手人材の育成に関して･･･** 日本人研究者の人材育成では、3人の若手研究者が本プロジェクトに参加していたが、ポスドクであったカイコ育の研究者の就職が決まり12月末で退職した。今後は、ケニアと日本の総合調整役を担ってきた経験も活かされると期待する。製糸と野蚕の若手研究者2名は引き続き活発に研究を進めている。製糸担当者は、日本で採用されたケニア人ポスドクが日本で研究している際に繰糸、繭・糸検定の研修を中心になって行い、ケニアの繰糸実験棟にある機器の故障にも遠隔で迅速に対応している。野蚕の担当者は農研機構で研究を行っていたケニア人博士前期課程大学院生への技術指導も分担しており、若手研究者の育成は順調に進んでいる。

**人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)に関して･･･** ケニア側は、昨年度クワの分子系統解析の研究で博士の学位を取得して帰国した研究者が、クワのジーンバンクにおける各種クワの特性調査、地域適応性や交配等によって作出されたクワの特性調査や選抜などを中心になって行っている。彼女はこれらの調査や圃場管理の進捗報告を定期的に行い、日本人スタッフとの緊密な連携を維持している。さらに、彼女は卒論研究の学生の指導も開始し、意欲的に研究を推進する様子が窺える。プロイディアナライザーについては、日本でケニア人ポスドクや大学院生を含めて当該機器の利用研修も12月に行ったことから、早期の設置が望まれるが、当該年度には購入に至らなかった。現在は、JICA本部が購入の是非を決定するのを待っている状況である。またケニアの茶業研究所の所属で、上記研究者と同時期に来日し、

野蚕シルクの成形加工と物性解明で博士の学位を取得した研究者は、無事にNSRCへの異動が認められ、現在シルクの材料科学の研究室創設の準備中である。本年度日本に滞在中のケニア人若手研究者2名のうち1名は、筑波大学の博士前期課程を2021年3月に無事修了して帰国した。彼は、薬物を体内で標的組織・器官に安全に運ぶドラッグデリバリーシステムにおけるキャリアーとしてのシルク利用について研究し、シルクのナノ粒子化に成功した。この成果により修士研究発表会では「Outstanding Presentation Award」を受賞し、論文の作成も順調に進んでいる。2021年度はNSRCでResearch Assistant（非常勤）として勤務を再開予定で、上述の日本で学位を取得した職員とともにシルクの材料科学の研究室の創設作業に加わることになっている。もう1名は、ABEイニシアティブの研修生として来日し、新潟大学で日本語研修などの研究生期間を経て2020年4月に博士前期課程に入学した。クワの生育過程や加工工程における外的要因が葉に含まれる成分に与える影響を栄養学の観点から研究しており、2022年3月に修了予定である。2021年度5-6月には彼女の現在の研究に関連する内容も盛り込んだクワ研修をつくばで行う予定である。これら修士の学位を取得した1名および在学中の1名は、KALROの常勤職員ではないため、NSRCでの養蚕事業や研究を継続して発展させていくためには、帰国後の彼らの適切な処遇が肝要である。

ジョモケニヤッタ農工大学（JKUAT）のSchool of Biomedical Sciencesの生化学課に所属する学部学生2名が、20年度も引き続き卒論研究を行っており、亀田がアナフェおよびゴノメタの素材化に関するテーマの設定、研究計画などの指導を行った。9月には研究を終え卒業し、うち1名は「ゴノメタシルクの水溶液化とフィルム作製」でJKUATをトップ（ファーストクラス）で卒業した。

### (2) 研究題目1：クワのジーンバンク構築（リーダー:山ノ内 宏昭）

#### ①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

COVID-19の影響で日本人スタッフがケニアに渡航できず、ケニア現地でもケニア人スタッフの出勤や活動が制限された影響と、それに対する対応は「③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」に記述する。

「1-1 クワ遺伝資源の収集」については2020年度は新たなクワ品種の収集はなかったが、これまでに収集し系統化した94系統は既存品種（対照用）とともに同定用圃場に植え付けて育成中である。2020年度はCOVID-19の影響で日本人スタッフが渡航できなかったこともあり、新たに同定された系統はなかった。コルヒチン処理は既存の10品種に実施し、切り戻し処理を複数回行い、そのうち6品種で形態的特性から区分キメラのない倍化したとみられるシュートを選出することができた。アフリカグワを収集してNSRCに保存するための手続きはケニア人スタッフに継続して依頼中である。

「1-2 遺伝資源の特性評価」については、ケニアで利用している特性調査マニュアルには本年度改善すべき箇所は特になかったので、昨年度と同じものを利用して進めた。なお、「③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」に詳述するが、COVID-19の影響で年度当初は適切な圃場やクワの管理ができず、調査の遅れが生じたが、メールやSNS等による現地の状況の情報共有と日本人スタッフからの指示の体制ができ、ケニア人スタッフのみで調査等が実施できている（図2-1、2-2）。日本で実施しているクワの葉や実の形質の遺伝解析については、新たに見出した葉身が極端に細い形質を持った変異系統‘細葉’の交雑実験を行い、劣性の1遺伝子に支配されることが推定され（図2-3）、この

結果は日本育種学会で公表した。また、葉身が極端に縮れる突然変異品種‘66-21-M’ （図 2-4）に野生型品種の花粉を受粉させたところ、得られた F1 個体で変異形質（極端に縮れる）と野生型形質（ほとんど縮れない）の個体が 1：1 に分離し、この変異形質は優性の 1 遺伝子に支配されている可能性が示唆された。

「1-3 DNA によるタイピング」については、農研機構遺伝資源センターに保存されているアフリカ産品種 ‘エンブ’（‘Enbu’)について、構築した高精度ゲノム配列をゲノム配列情報が新規に公開された中国のクワ(Morus alba)とシンテニー解析(ゲノム配列上の遺伝子の並び順の比較解析)、遺伝子配列セットの比較解析(Gene Ontology および KEGG Orthology の比較解析、‘Enbu’特異的遺伝子の探索等)等を行い、論文作成を進めた。また、ddRAD-seq により得たクワ 54 品種間の 2,229 個の SNP データからクワ品種判別に利用可能なマーカー候補の探索を行い、‘Enbu’を含む 33 品種について、各品種に特異的に存在する可能性がある SNP マーカー候補をそれぞれ 1 つ以上特定した。なお、マーカー候補を特定できなかった 21 品種のほとんどは雑種化が進んでいると思われる品種であった。これらの各 SNP マーカーの DNA タイピングにより、該当品種であるかの判別が可能になると考えられるが、33 品種のいずれであるかを判別する場合にはすべてのマーカーをタイピングする必要があるため、更に複数品種の判別が可能な SNP マーカー候補の組み合わせを探索した結果、‘Enbu’を含む 13 品種の判別が可能と見込まれる 8 個の SNP マーカー候補を特定した(8 個の SNP マーカーの遺伝子型の組み合わせにより 13 品種のいずれであるかを判別可能)。なお、13 品種のうち 11 品種は系統解析において単系統性が確認された品種であった。8 個のマーカーには、シャムグワ(Morus rotundiloba)およびシマグワ(Morus acidosa)の種判別が可能と思われる 3 個のマーカー(該当種であるかの判別が可能)が含まれている。今後、特定した SNP マーカー候補から検証対象とするマーカーを選抜した上で、DNA タイピングによる検証を実施する予定である。

「1-4 遺伝資源の管理体制構築」については、上記のようにメールや SNS 等によるケニア人スタッフからの報告を受けて、メールやウェブ会議等での日本人スタッフからのアドバイスによって、ケニア人スタッフの管理技術の向上に努めた。

「1-5 特性データの管理体制の整備」については、データ保存用のパソコンを決定し、エクセルファイルに採集地、採集年月日等の情報の入力を継続している。

**②研究題目１のカウンターパートへの技術移転の状況**

「1-1 クワ遺伝資源の収集」に関連して、日本国内で、ケニア人留学生に対してのプロイディアナライザーによる解析法に関する研修を民間企業に依頼し実施した。プロイディアナライザーによる解析は、コルヒチン処理による倍数体化の効率的な選抜、確認において必要な技術である。

また、今回の COVID-19 の問題により、日本人スタッフが現地にいなくてもメール等を利用して方針や方法を具体的にアドバイスすれば、ケニア人スタッフだけである程度以上のレベルで栽培管理や調査ができる習熟度に達していることが示唆された。

**③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**

COVID-19 の影響で日本人スタッフがケニア現地に出張できず、日本人スタッフによる現地の直接的な確認とその状況を受けて直接現場で指導するということが全くできないという状況が生じた。また、ケ

ニア人スタッフも出勤等のケニア国内での行動が制限された。このことによって、年度当初は圃場やクワの管理について適切な時期を逸するなど問題が起きた。

これを解決するため、日本とケニアのスタッフ間でメールやSNS、ウェブ会議によって、主にNSRCのケニア人スタッフからの現地の状況の報告を受け、日本人スタッフが指示やアドバイスを行なうという体制を作った。8月以降には、ケニア人スタッフからクワ関係全般について頻繁に報告書が添付ファイルとして送られてきており、日本ケニア両スタッフで情報が共有できている。

「1-2 遺伝資源の特性評価」に関わる栽培管理や特性調査等については、前年までに実施された日本での研修と現地での日本人専門家の指導により習得した技術、およびケニア側からの報告を受けての日本人スタッフの適切なアドバイスによって、ケニア人スタッフのみで実施している（図2-1、2-2）。

その他COVID-19の影響とは別に、「1-1 クワ遺伝資源の収集」について、最終的な収集目標数の目安があったほうが良いという観点から、ケニアの在来品種の記録等がないかを改めて調査した。独自に行った文献調査では、東アフリカに大航海時代にイギリス等から養蚕用に導入された記録以外は在来品種の記録は見つけられなかった。ケニア人スタッフを通じてケニア国立博物館の複数の植物学者に確認したが、知見は得られなかった。結果的にケニアの在来品種の記録は見つけられなかった。なお、ケニア国立博物館の複数の植物学者から、クワ科ではないが‘giant yellow mulberry’（*Myrianthus holstii*）という果樹を紹介されたので、果実用クワ品種育成時の対照として利用するため、ケニア人スタッフによってNSRCに導入した。

**図2-1. ケニアでの既存遺伝資源の管理状況**

**図2-2. ケニアでの収集遺伝資源候補の管理状況**

図 2-3. 変異系統‘細葉’の雄花の開花

図 2-4.　交配実験に用いた変異品種‘66-21-M’（右）
およびその元品種‘一ノ瀬’（左）

(3) **研究題目 2：クワの品種育成**　（リーダー:山ノ内 宏昭）

①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

COVID-19 の影響を受け、「(2)研究題目１： クワのジーンバンク構築」と同様の問題が生じたが、「(2)研究題目１： クワのジーンバンク構築 ③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」に記載した状況まで解決が図られている。

「2-1 現有品種の地域適応性の調査」については、現地での特性調査や収量調査は、NSRC のスタッフが Thika、Kakamega、Kibos の３試験地で直接得た情報をメールや SNS での日本人スタッフとも共有し、これをもとに日本人スタッフがメールやウェブ会議でのアドバイスを行い、それに基づいて NSRC のスタッフが中心になり、各現地スタッフも含めたケニア人スタッフのみで進められている（図 3-1)。2020 年度当初は適切な管理時期を逸するなど問題があったが、8 月以降は前述のメールでの添付ファイルや SNS によって、データや写真等も含めて日本ケニア両スタッフで状況が共有できるようになり、調査および管理が順調に遂行されている。

なお、特に Kakamega においては、収量調査予定日の直前の段階で、降雹によって葉および枝条先端部が折損する被害を受け、調査は次回のシーズンに延期となったが、降雹による被害程度の品種間差のデータを得ることができた（図 3-2)。また、深刻な問題とはならなかったが、デバネズミの被害が再発した。Kakamega ではデバネズミの発生に対して常に準備をしておく必要がある。

「2-2 主要養蚕地域に適合した既存品種・系統の選抜」については、「2-1 現有品種の地域適応性の調査」と同様の対応で、現時点では covid-19 の問題をある程度解消して進められている。ただし、年度開始時は COVID-19 の影響で適切な圃場やクワの管理ができず調査の遅れが生じたことで試験の回数が減ってしまい、20 年度の結果だけでは不十分なので延長期間中に新たに得られる結果をもってまとめることとする。

「2-3 交配による新品種の開発」については、ケニアでの最初に交配で得られた実生から選抜した 3 個体について増殖して系統化を開始した。この作業は日本人スタッフとの協議ののちケニア人スタッフ

のみで遂行された（図 3-3）。これらの３系統は 21 年度から３か所の試験地に対照品種とともに植付けて、2 次選抜試験に移行する。2 回目に交配した組み合わせについても、同様な協力体制によって、ケニア人スタッフによる交雑実生の初期選抜（図 3-4）と、各試験地へ配布する個体の増殖を行っている。3 回目の交配も同様な体制でケニア人スタッフによって行い、播種して実生の育成を行っている。2-4 主要地域における標準的な栽培法の策定」についても、「2-2 主要養蚕地域に適合した既存品種・系統の選抜」と同様な理由で 20 年度の結果だけでは不十分なので延長期間中に新たに得られる結果をもってまとめることとする。

**②研究題目２のカウンターパートへの技術移転の状況**

「研究題目１」と同様に、日本人スタッフが現地で直接指示等をしなくても、メール等で方針や方法を具体的にアドバイスを行えば、ケニア人スタッフだけである程度以上のレベルで栽培管理や調査ができる習熟度に達していることが示唆された。

**③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**

COVID-19 の影響があり、その対応を行なったが、内容ついては「研究題目１」における記述と同様である。

「2-1 現有品種の地域適応性の調査」について、Kakamega において降雹の被害があった。Kakamega に適応する品種の要件が一つ明らかになり、さらに降雹による被害程度の品種間差のデータが得られたことによって、適切な桑品種を選定すれば、降雹があった際にも被害を軽減できる栽培体系が構築できる可能性が示唆された。

**図 3-1. ケニア人スタッフによる現有品種の地域適応性試験の状況**

図 3-2. Kakamega での降雹被害
多くの枝条で先端が折損している。

図 3-3. 2 次選抜（系統選抜）用苗木の育成
最初の交配の実生由来。ケニア人スタッフにより実施。

図 3-4. 交雑実生の初期選抜
2 回目の交配の実生。ケニア人スタッフにより実施。

(4) **研究題目 3：カイコの品種育成（リーダー：山本 公子）**

本課題では、強健性と生産性を重点目標に育種を進め、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。

ケニアでは日本の実用 4 元交雑品種である「錦秋 x 鐘和」および「朝日 x 東海」を用いて、ケニアの環境に適したカイコ品種育成のために、品種内交配によりそれぞれ 2 および 4 系統、計 6 系統を累代飼育し、最長 17 世代まで選抜を進めてきた。選抜は、生糸の生産性と農家での飼育のしやすさを目標に、繭重・繭層重・繭層歩合・孵化や発育の揃い・登蔟性等を指標に、継続して NSRC で行っている。

①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

2019 年度成果で、カイコに強い病原性を示し世界中の養蚕業において致命的な影響をもたらすウイルスである Bombyx mori nucleopolyhedrovirus (BmNPV)に対してそれぞれ抵抗性と感受性を示す日本の品種を用いた連鎖解析により、第４染色体に BmNPV 抵抗性に関わる因子が存在する可能性が示された。しかしこの抵抗性／感受性は BmNPV のみに対応するものであり、その他の病原である黒きょう病菌や微粒子病に対する抵抗性／感受性とは連鎖していなかった。つまり様々な病原全般に対する強健性とは異なり、BmNPV に特化した抵抗性であった。ケニアの NSRC では、本プロジェクト開始時には BmNPV の被害があったが、現在はウイルスが一掃され、汚染地域からカイコを持ち込まない限り BmNPV の被害を受ける恐れはない。また、カビや細菌などに対する全般的な強健性は毎回の継代維持において、病蚕や内部汚染繭を除去することによる選抜が行われている。加えて、毎日の作業時や各蚕期終了後の消毒を徹底することで感染の抑制に努める。

また、BmNPV がカイコに感染した後のカイコ体内の BmNPV 増殖に関わる内的因子の探索では、膜タンパク質の１つである Tetraspanin 遺伝子の関与が示された。ゲノム編集により Tetraspanin 遺伝子をノックアウトしたカイコでは BmNPV の経皮接種による増殖量がゲノム編集を行っていない無処理区での増殖量に比較して低かった。通常の飼育環境での BmNPV の感染は、経皮ではなく病蚕の皮膚が破れ、ウイルス多核体を含む血液がクワの葉に付着し、周辺のカイコがこれをクワとともに摂取することによる経口感染が一般的である。そこで 2020 年度は、Tetraspanin ノックアウト系統で、ウイルスの経口接種による増殖量を検討したが、無処理区との間で感受性に差が見られなかった。すなわち Tetraspanin は BmNPV が口から侵入して腸から体腔内に移行した後の、一次感染や二次感染以後における脂肪体などの組織へのウイルス粒子の接着・侵入に関わる因子である可能性が示された。

生産性に関しては、日本の高収量繭系統を用いて高収量繭の原因領域を決めるため ddRADseq/QTL 解析を行ってきた。その結果 2019 年度には、繭重及び繭層歩合で染色体番号 1 番に原因領域を示すピークが見つかり、繭重について領域の絞り込みを行っていた。第 1 染色体は性染色体であり、雌雄差を見ている可能性も考えられたため、2020 年度は、データを雌雄に分けて、メス内およびオス内での再解析を行った。その結果、雌雄混合では差が見られた繭重と繭層重について、メス、オス内で行った解析では染色体番号 1 番に lod 値の特異なピークは見られなかった。繭重は、内部の蛹と繭層を一緒に測定する重量であり、一般にメス蛹の体がオスに比べて大きく重いことから、繭重にも雌雄差が現れる。一方繭層重は、多少メスの値が大きいものの大きな雌雄差は見られないため、結果として繭重に占める繭層重の割合である繭層歩合は、オスが大きな値を示すことになる。繭重・繭層重・繭層歩合などの繭収量は、大まかには品種によって規定されるため、日本の交雑種をもとにしている NSRC での選抜維持系統

は、F2、F3、と代を重ねるごとにある程度は強健性や繭収量は低下するものの、その後も選抜を行いながら維持することで性能の低下を防ぐことが可能であると考えられる。

ケニアで選抜を繰り返して継代している６系統の飼育開始から現在までの繭成績の変遷を、繭重、繭層重、繭層歩合について比較した。繭層歩合については変動なく維持されているが、繭重と繭層重は代を重ねるごとに漸減した後安定する、という近交弱勢の一般的な経過よりもむしろ、その時々の飼育環境に左右されていた。例えば、その時期の飼育に適切な卵がない場合、古い卵を用いることがある。その代では孵化率も悪く繭成績も落ち込むが次の代では復活して良い成績を示した。また、餌となるクワの質は非常に重要で、良く施肥管理された実験区のクワを与えた際には、朝日 x 東海当代である第１世代を上回る成績を示した。これらの成績から、平均 1.8g 以上の繭重を維持することが可能ではないかと考えられる。一方で、繭生産性を上げるには餌となるクワの品質管理が非常に重要であることが示唆された。現在維持している系統は ICIPE の 3 系統を含めると 9 系統となる。設備、人員ともに不足している NSRC が今後これら多くの系統の選抜維持を続けながら、農家等への配布事業や技術指導を行っていくのは難しいと思われるので、次年度中にこれらの成績を見ながら、KSK を４系統から 2 系統程度に選抜または統合により絞り込む必要がある。ICIPE I および II は KSK や ATK に較べて繭成績が多少劣り、特に繭層歩合は低い。これらは KSK や ATK に比較して催青期間が 2 日ほど短く 5 齢期間も 1 日ほど短いため全般に生育期間が短く蚕体が小さくなるためと思われた。

繭成績で多少劣る ICIPE の品種ではあるが、KSK や ATK との交雑で有意な雑種強勢が示されれば、今後交雑一代雑種として農家への配布に利用できる可能性がある。そこで KSK、ATK および ICIPE II 間での交雑を行い、それらの繭成績等を検討した。対照として、同じ系統同士での交配を Sib-mating として区別した。最終的な生産物となる繭層重は 5 齢起蚕時（５齢に脱皮したばかりの状態）の体重を反映している区が多く、5 齢以前の飼育も重要であると言える。sib-mating の中にも高い値を示すものもあるが、高い値を示す区は交雑に多く見られる傾向があった。雑種強勢のもう 1 つの特徴として強健性がある。４齢期に各区の幼虫の頭数を 120 頭に揃えて飼育し、繭を作るまで生き残った頭数を比較する結繭率により検討した。sib-mating の中には、ICIPE II G7 Co のように非常に低い値を示した区もあったが、交雑区との間に大きな差は見られなかった。以上のことを総合すると、長い年数を隔離して維持され、遺伝的に比較的離れていると期待されていた ICIPE との間でも目立った雑種強勢の効果は見られず、KSK と ATK 間での交配でも同様であった。まだ飼育の経験や技術の浅い NSRC で交雑を作製して配布事業を行う煩雑さや系統の取り違えの危険性を考慮すると、現有の系統を維持しつつ、それらを配布事業に用いることが持続性のある方法と考えられる。なお、ICIPE I は 2018 年以後 NSRC で継代がされていなかった。2020 年度に新たに ICIPE から分譲を受けて現在飼育を行っているので、2、3 世代の順化の後、2021 年度に KSK および ATK と同様に交雑実験を行う予定である。なお、これら交配卵の飼育、幼虫や繭の調査および２度目の交配実験では、交配・採卵もすべてケニア人ポスドクの Nguku 博士とケニア人スタッフのみによって実行された。

2019 年 12 月 10 日 NSRC に起こった洪水の後から、ヤモリあるいは虫により夜間産卵中の蛾や卵が食べられたり、蟻がインキュベーター内に入り込み稚蚕や蛾を食べたり、蚕架で飼育中の幼虫を食べたりといった被害が相次いだ。それ以前には起こらなかったことで、今後新飼育棟においても同様の被害が懸念されることから、適切な対策が必要となる。

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

飼育に関わるマニュアル等は 2019 年度に現地で随時パワーポイントなどで作成して飼育担当者に説明し、印刷したものを飼育室引き出しのフォルダーに収納してきた。それらは、インキュベーターの浸酸処理の方法、各濃度浸酸液の調整方法、越年卵・冷浸卵・即浸卵の各種保護方法と原理、各蚕期越年卵の温度移行予定表、蚕座紙・防乾紙からの各飼育容器のサイズに合わせた切り出し方法、繭形質仕分け表、などである。本年度の飼育では通常の選抜・維持に加えて交配実験が加わり、3-4 月と 8-9 月期にそれぞれ、23 および 34 区画が通常飼育に加わった。限られたスペースで少量多区画を飼育するため、ケニア側で工夫して、中央に仕切りをつけた木枠を 20 台ほど作製し、１枚の蚕箔を２区画に分けて飼育した。上蔟も回転蔟のボール蔟を木枠内に横置きに固定して同様に行った（図 4)。現地で直接指導できないために困ったこととして、幼虫の雌雄鑑別があった。交配実験区では、5 齢起蚕で雌雄別の体重測定を行うことにした。現地では、蛹の鑑別は繭調査や交配に先立って行っていたが、幼虫の雌雄鑑別ができる現地スタッフが 1 人もいなかった。4 月初旬で日本ではまだカイコの飼育時期ではなかったため、実物を使って写真撮影を行うことができない。そこで、シリコンゴムでできたカイコの模型を使って、鑑別する際の指の位置などを写真に撮ってもらい、幼虫の鑑別部位の模式図と共に現地に送り、現地からは、いくつかのカイコの鑑別部位の写真が送られてきたが、雌雄が判断できるほど鮮明な写真は数枚しかなく、それらに対して判断をつけて返信した。現地に専門家がいれば、実際にやって見せて指導でき、確認も容易であったので残念であるが、２度目の交配実験では問題なくケニア人スタッフのみで鑑別を行うことができた。

③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

本年度行った交配実験は、コロナの影響で全てケニア人スタッフの手によって、飼育と調査が行われ、２度目の調査については、交配から全てが行われた。日本側からの指示があったものの、ケニア人スタッフによって、蚕箔を区画分けした飼育や上蔟法について、彼ら自身で工夫して、飼育や調査を完了することができた。

**図 4. 大量の交配実験区の飼育を行うための工夫**

左；蚕箔を木枠で二分した。 中央；木枠内に回転蔟用の段ボール蔟を設置し、大量の交配区の上蔟幼虫が混ざらないように工夫。

右；1 つのキャリアで倍の 20 区が飼育可能に。

(5) **研究題目４：野蚕遺伝資源の特性解明（リーダー：行弘 研司）**

本課題は以下（１）（２）および（３）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。

在来野蚕の収集と生態解明については、主にゴノメタについて調査を開始している（ケニア側が採集や調査、日本側は指導・助言）。本種はアフリカのサバンナ地域に主に生息する鱗翅目カレハガ科に属する大型絹糸虫である。その繭からは、カイコのシルクより野趣に富み、ヤママユガ科の野蚕のシルクよりも洗練されたシルクが得られる。本種の利用は衣料素材にとどまらず、他の工業材料としての利用開発を目指している。そのためには「供給の安定」と「品質の安定」の２つの「安定」が不可欠である。野外での繭の採集では環境の変動により、供給量が安定しない。さらに、乱獲が加わるとゴノメタの遺伝的多様性が失われ、そこから生じる近交弱勢による障害が発生し、ゴノメタの集団に決定的なダメージをあたえ、材料の確保ができなくなる。その回避手段として、日本で伝統的に行われている野蚕の飼育を参考にした。天蚕（てんさん）という野蚕は、半野外飼育法（野外で木にネットをかけて飼育する方法）によって飼育している。この半野外飼育の導入によって「供給の安定」は解決する。残るはもう一つの「品質の安定」の解決である。ケニアにはゴノメタが複数種生息している。複数種生息していることによる、種の異なるゴノメタが作る繭の互いの混在が「品質の安定」を大きく損なわせる。そこで、まずは、何種類のゴノメタがケニアに生息しているかを正確に把握することが、品質安定化の第一歩と考えた。種の多様性を調べるのに有効となるのが DNA バーコードによる種の判別である。これと同時に野蚕の遺伝的多様性の評価についても DNA バーコーディングが有用な技術となる。

また、さらに、DNA バーコード技術をケニア側が習得し、今後将来に渡って DNA バーコードによるモニタリングを継続していくことができれば、ゴノメタの多様性の維持を確認できる。たとえば、何らかの原因である地域で半野外飼育しているゴノメタの多様性低下が確認された場合、その地域に野外から個体を導入して多様性を回復させるという手段が取れる。このように、多様性度の評価は生物多様性を維持しつつ継続的遺伝資源を利用する上で欠かせない。また、ゴノメタ種間で餌となる植物に違いがあることが知られている。効率的飼育を実現する上で、種に最適な餌となる植物を確認することは必要である。形態的差異、特に幼虫についての記載が乏しい現状を鑑みると分子マーカーの活用が最良である。

上述の目標を達成するためには、DNA レベルの遺伝的多様性評価がケニア国内で行える環境作りが必要になる。そこで、DNA バーコードをもとにした DNA タイピングを行える施設として、①実験設備が比較的整っている JKUAT、②SATREPS イネプロジェクトが拠点として KALRO ムエアに整備した研究施設、③分析機器が比較的充実している KALRO カベテ(Kabete)の研究施設、の３箇所を候補にしていたが、機材の充実と距離的問題から KALRO カベテを第一候補とし、NSRC 内の実験施設の充実に合わせて重心を移す方向で検討している。ただし、飼育棟は、完成はみたものの、実験資材（微量高速遠心機、サーマルサイクラー、電気泳動装置一式、冷凍庫、冷蔵庫）の購入等は 2021 年度に持ち越すことになっている。

シルクの加工・物性評価に関する研究では、筑波大学の修士課程に長期留学していたケニア人学生が未分解シルクのナノ粒子化に成功した。この成果は筑波大の修士発表会で優秀発表賞を受賞し、2021 年度に国際学会等での発表を予定している。

また、農研機構に特別研究員として雇用していたDr. Nguku がケニアで活動中にゴノメタから無機物の付着を伴わない透明な繊維の回収技術を開発した。物性の制御も可能であり、天然繊維よりも優れた物性を有する繊維を生産することが期待できる。

知財化も積極的に進めている。ミノムシのシルクの塩基配列を知財化したいが、それだけでは特許要件を満たせない。そこで、塩基配列の解読後、その遺伝子配列をカイコに遺伝子組換え技術で遺伝子導入を行い、ミノムシのフィブロインのタンパク質を含む組換えカイコシルクの作製に成功し、糸物性が向上することを見出した。こうした成果を含めて特許を出願し、海外をも含めた権利化を 21 年度中に果たすつもりである。

**①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**

日本国内における日本人若手研究者による野蚕研究も、本プロジェクトの中で大きく進展している。ミノムシの 1 種、オオミノガの幼虫（ミノムシ）の糸の構造と物性に関する研究については、ミノムシ糸の物性が世界最強と言われているクモの糸に勝ることがわかり、さらに、強さのメカニズムを解明した。この結果は *Nature Communications* から 2019 年 4 月 1 日に発表された。その後、オオミノガのシルクの遺伝子発現の特性について次世代シーケンサーを用いて解析を行い、その結果を 2020 年度、論文として投稿発表した。

**②研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況**

DNA タイピングができるケニア研究者の育成も進めている。2019 年 11 月から、Dr. Nguku を農研機構の特別研究員として採用し、遺伝子研究設備が充実している環境で技術指導を行い、その後、同年 12 月下旬から、日本からの派遣としてケニアに行き、ゴノメタの採取と組織サンプル調製を開始した。

2020年度の実施計画におけるDNAタイピングに関わる技術移転についてはケニア滞在中に当初想定していたゴノメタに加えてギョウレツケムシ科のアナフェおよびヤママユガ科アゲマのサンプルを入手した。両種とも複数の地域からサンプルを得ており遺伝的多様性の評価の進捗に貢献することが期待される。

Nguku 博士の再来日後、今後ケニアで得られると期待される DNA 配列データの解析に関わる研修として、DNA シーケンサーから得られた塩基配列データの解析に供するためノイズ等を除去するなどの編集、編集された配列データを用いた相同性探索による種同定などの研修を実施した。

2020 年度の実施計画にある DNA タイピングに関わる一連の技術移転については、初期段階は達成されたが、コロナウイルス流行に伴う渡航制限および現地でのロックダウンにより DNA バーコーディングの現地野蚕類への適用は滞っており、2021 年度の課題となっている。

また、野蚕繭糸の加工（新素材開発）については、将来、ケニア在来野蚕に由来するシルクについては、ケニア国内にて、ケニア人によって、自主的にシルク新素材開発ができるようにすることを目指している。昨年度まで、若手ケニア研究者の育成を目的とした長期研修を日本国内で行い、昨年３月に東京農工大で博士学位を取得した。帰国後、NSRC にシルク素材を研究する研究室を立ち上げ（図 5)、日本で学んだ技術をケニアで実践する取り組みを開始した。ゴノメタやアナフェのシルクの素材加工について、JKUAT の学生と共に研究を行った。今後、さらに高度な研究を行うためには、構造解析を行うためのFT-IR分析装置や、力学物性を測定するための引張試験機が必要であると考え、本邦調達によるNSRCの施設整備を進めている。分析機器は 2020 年２月に納入され、これから空輸でケニアに送る予定であ

る。

図 5. シルクの新素材開発を行うために NSRC 内に新設されたバイオマテリアル研究所

③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

2019 年度に DNA バーコーディングの対象としてアナフェは NSRC 構内に食樹が自生しており、それらの樹においてアナフェ幼虫の群れを確認され、異なる生息域に由来する個体間の遺伝的差異の検討が可能となったが、ゴノメタ については、その地のある Mwingi と近接した地点で形態的な差異を示す種が未詳の材料が得られた。この場合は、種同定という DNA バーコーディングの本来の役割を発揮するとともに、両者の近縁性の検討も行え、材料開発へのシードになるかもしれない。

## 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）

今後のプロジェクトの進め方としては、終了後に向けてケニア人スタッフだけで養蚕事業が継続できるようにすることが最重要である。期せずして、2020 年度はコロナ禍でケニア人スタッフのみで各種業務を進めねばならなかった。メールや SNS で進捗や調査結果を共有、問題点を指摘、次に行う作業の時期や内容を指示する等の日本側からのサポートはあったものの、ケニア人スタッフのみで業務を回せたことは彼らには大きな自信になったと思われる。最終年度もいつ渡航できるのか不明であるため、軌道修正が必要な点は特にないが、渡航できないままプロジェクト期間が終了する可能性も念頭に置いて、プロジェクトの仕上げを渡航を待たずにメールや SNS で進めておく必要がある。この点では、新たな業務調整員が 2021 年 3 月末から赴任しており、機器や設備の不具合や修理、業務の進捗、PTC や PSC の開催について調整してくれており、大変心強い。ケニア、日本側共にプロジェクト完了に向けて始動した。

社会実装では、養蚕に適したクワ系統の増殖、蚕種製造、養蚕を開始する農家や企業への指導体制など、社会実装に向けた整備を完了しなければならないが、すでに数年前から養蚕を開始した農家グループや企業が現れており、順次対応が進んでいる。今後さらに社会実装が進めば、大量の蚕種製造と技術指導のためのスタッフ不足が大いに危惧されるため、引き続き正職員の補充を KALRO に訴えていかなければならない。先の企業はアメリカを市場にすることを目標に、繭・シルクの販売に注力したいと精力的に活動を行っている。安定して品質の良い繭を生産できるようになれば、ケニア側のニーズであるコーヒー、茶に加わる新たな輸出農産物として産業が育つことになる。本プロジェクトの 5A という生糸基準は、日本がヨーロッパやアメリカに輸出していた時代に洋装やストッキングの原料糸として決めたものであり、現在の取引では用いられていない。また、5A という高品質の生糸に繰糸するには、繰糸者の熟練が重要であり、ケニア人スタッフの更なる繰糸技術の向上が必須である。現在の繰糸担当者２名は 2019 年度に日本で研修を受け、渡航した日本人担当者から新設された繰糸機での指導も受けたが、機械の故障などのため継続して繰糸技術を向上させることが難しい状況である。また、故障に対応できるほどには機械に習熟していない。再度日本人スタッフが渡航して、繰糸技術の習熟、機械の点検・修理や備品の設置を指導しながら行う必要があり、渡航再開が待たれる。担当者は、１名は非常勤、もう１名は定年を控えており、技術継承にも懸念が残る。また、社会実装の進展に伴って、KALRO として国の養蚕事業を明文化することは、国家戦略の Vision 2030 にも取り上げられていることから重要である。このため、『National Policy for Development of Sericulture Industry』の草案が練られている。

2020 年度は研修も行うことができず、2021 年度も目処が立たない。そこで、すでに ABE イニシアティブで来日しているケニア人修士学生をつくばに招聘してクワの研修を計画した。彼女は NSRC では非常勤の technical assistant であったが、クワ葉や果実の食用および飼料としての栄養学について新潟大学で研究しているので、クワ研修に果実の性状調査、成分分析などを盛り込んだ。これまで、クワ、カイコ、繰糸の研修は行ってきたが、クワ葉や果実の性状についての研修は行ったことがなかった。NSRC ではクワ葉の乾燥粉末茶の製造、生葉の野菜としての活用、果実酒やジャムの製造にも意欲的であり、クワの葉茶はすでに製品化できるレベルである。このようなことから繭・生糸生産だけでなくクワ葉や果実といった副産物の産業化にも期待が高まっている。

民間企業との連携では、本プロジェクトの目標は、ケニアに養蚕の研究開発基盤を構築することであり、その先の社会実装までは目標としていない。しかしながら、プロジェクト終了後に社会実装が進ま

ずに、基盤のままで減衰してしまうことを危惧して、開始当初から日本の民間企業の参入を促してきた。2019 年度には２社が JICA の民間連携事業に応募し、１社が SDGs ビジネス支援事業（案件化調査）に採択された。しかし、コロナ禍で調査事業を開始できないままになっている。本プロジェクトの期間内に渡航可能となり、調査活動を支援して好感触を持ってもらい、ビジネス化が実現することを期待している。

## 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）

（1）プロジェクト全体

**・新型コロナウイルスによる影響**

2019 年度末から始まった渡航中止から始まり、2020 年度は全期間にわたって渡航できなかった。影響については、2019 年度の報告書にも書いた通りであり、NSRC の職員も継続して出勤制限があり、カイコの飼育量も減らさざるを得ない状況であった。直接の指導ができない中で、カイコの最優良の１系統が飼育容器の加湿によるカビで失われたことが大きな痛手であった。メールで原因を説明したが、その場で問題点を指摘して説明しないと理解は難しいものである。

**・ケニア側の人材育成について**

日本人専門家が現地で直接指導できない状況下で、飼育などの担当者の更新があり、技術の継承に問題が残る。継続して勤務してくれる正規職員の配置が課題である。さらに、ここ数年の間に、7 名の正規職員が定年を迎える。ケニアが自立して養蚕事業を軌道に乗せていかなければならない重要な時期であり、技術継承の点から、早めの人員配置が必要である。また、2019 年 11 月から本プロジェクトのポスドクとして、農研機構で採用されたケニア人の Dr. Nguku は、ICIPE の職員として養蚕やシルクの知識・技術を有しており、彼女のケニア滞在中は日本人専門家が渡航できないために、カイコの交配実験や飼育、野蚕のサンプリングで大いに活躍してもらった。日本滞在中も多くの新たな実験手法や技術を吸収して帰国後はプロジェクトの現地コンサルタントとして活躍している。しかし、以前の雇用先の ICIPE からは復職の依頼が来ており、この点でも、日本、ケニア側の両方が彼女に頼っていた部分が大きく、最終年度は NSRC が彼女に頼らずに自立するための準備期間とも言える。

**・アフリカの蚕糸業の発展について**

国際養蚕委員会（ISC: International Sericultural Commission、事務局：インド）では、アフリカの加盟国は長年エジプト、チュニジアとマダガスカルだけであったが、2016 年にケニア、2019 年にウガンダが加盟した。アフリカ各国で養蚕への関心が高まっている。中国が各国へのインフラ等の支援とともに養蚕を行う国を求めており、ケニアにも、桑畑から養蚕、繰糸、縫製までのシルクの一大産地を築くべく、中国広州の企業が Eldoret の広大な経済特区で養蚕事業を開始した。ウガンダは以前 JICA のプロジェクトで東京農工大学が中心となって養蚕事業の援助を行なった。現在、国家としても養蚕の復活に努めている。他にも、イラン人の起業家がウガンダで、韓国人の起業家がルワンダで養蚕の会社を経営している。また、ICIPE が Master Card の資金提供を受けて、エチオピアで養蚕と養蜂分野の若手企業家育成事業を進めており、養蚕の中心はカイコではなくエリサンのようだが、やはり蚕糸業への関心が高まっていると言える。このようなことから、アフリカの蚕糸業の振興に向けてアフリカ蚕糸学

会、あるいはアフリカ蚕糸連合のようなネットワークを構築し、互いに知識・技術を高めて、アフリカで高品質の繭、生糸、絹製品やシルクの加工品が生産されるような発展が望ましい。今後本プロジェクトの成果として、ケニアに蚕糸業が定着すれば、リーダー的な立場でアフリカの蚕糸業を牽引していけると期待する。

**・プロイディアナライザーの購入について**

クワのコルヒチン処理による倍数体の誘発実験で、実際の倍数性を検討するために、プロイディアナライザーの購入を計画していた。しかしケニアには代理店が１つしかなく、価格が想定していた予算額よりもかなり高額になるため、現在 JICA 本部で可否を検討中である。早期の納入により、倍数性の検証ができるようになることを希望している。

(2) 研究題目１：「1-1 クワ遺伝資源の収集」

（リーダー：山ノ内宏昭）

**・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用**

今年度はCOVID-19パンデミックにより日本スタッフがケニアに渡航できず、ケニア現地でもケニア人スタッフの出勤や活動が制限される等の問題が生じ、年度当初はケニアでの栽培管理や調査等が適切に行えなかった。しかしこの問題は、メール、SNS、web会議等を活用して現地の情報をケニア人スタッフから得てそれに対して日本人スタッフがアドバイスを提案することで、ある程度解決することができた。

ただし、これは昨年度までにケニア人スタッフを日本に招いて技術的な研修を行い、また日本人スタッフがケニアに滞在して現地で指導等を行ってきたことによって、ケニア人スタッフのクワの栽培管理への理解や技術的習熟度が高い状態になっていたからと考えられる。

(3) 研究題目２：「クワの品種育成」

（リーダー：山ノ内宏昭）

**・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用**

「(2) 研究題目１：「1-1 クワ遺伝資源の収集」と同じ。

(4) 研究題目３：「カイコの品種育成」

（リーダー：山本公子）

**・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用**

コロナ禍で専門家が渡航できない状況が続いており、共同での作業を通しての直接の指導ができていない。特に最終年度を控え、プロジェクトの完了と今後の養蚕の継続と農家等への普及のために、NSRCでの飼育と蚕種保護について、これまで残してきた書類を整理、加筆することが必要である。

(5) 研究題目４：「野蚕遺伝資源の特性解明」

（リーダー：行弘研司）

**・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用**

事前の情報収集が不可欠であることは当然であるが、対象となる情報の範囲を定める際にこちらの知識に過度に依存することは問題を生じる。相手側の慣習等を知り、こちら側の常識にとらわれずに柔軟に思考し対応することが肝要である。

逆に、相手国側の方に、こちらの手法を実践していただき、共有部分と乖離した部分を認識していただくことは極めて有益である。今回、Dr. Nguku に渡航滞在していただき、課題遂行に関して実験方法などを研修していただいたことはその好例であり、情報と知識の共有が図られ、意思疎通の円滑が促されたものと考える。

## Ⅳ．社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1)成果展開事例

・日本の企業・事業者に本プロジェクトの成果を積極的に紹介してきた。興味を示した企業が、事業として成立するかどうかを調査するために、JICA 民間連携事業に応募し、１社が採択された。コロナで渡航できない状況が続いているため、事業はまだ開始していないが、ケニアのシルク生産に関する協力準備調査をケニアにて実施予定である。

・ケニア国内で養蚕を開始しようという企業が現れ、2020 年度に２か所に桑園を整備し、3 回の飼育を行った。NSRC ではクワ苗の販売、クワの仕立ての指導、飼育指導などを行なっており、本プロジェクトでケニア人スタッフが習得した知識・技術が非常に役に立っている。特に、NSRC でカイコ担当であった日雇いのスタッフが現在この企業で働いており、確実な技術移転が行われたと言える。桑園の整備と飼育施設の建設は個人の農家や農家グループでは、事業の開始から複数を作ることは難しいため、このようなところが先鞭をつけて、ケニア各地に広がり、成功事例となルことを期待する。今後は売り先の確保が課題である。

・プロジェクトを通して培った技術をもとに、NSRC は農家、農家グループにもコンタクトをとっており、エリサン飼育を含め、養蚕を村単位で始めようという Sericulture Villages が４か所、農家グループが２か所形成された。今後も引き続きカイコとエリサンの蚕種または若齢幼虫の提供、繭の回収と乾燥を NSRC が行っている。

(2)社会実装に向けた取り組み

ケニアでの養蚕プロジェクトの進展により、ウガンダ政府の養蚕部署担当者からも蚕種の提供（販売）についての問い合わせが日本と NSRC のカイコ担当者にあった。日本から蚕種を郵送するのでは孵化が郵送中に始まってしまうため、実質不可能である。話が進展すれば、NSRC から送ることになるだろう。

また、今後のケニアにおける蚕糸業の進展を想定して、KALRO が『National Policy for Development of Sericulture Industry』を策定中である（II.に記載）。

## Ⅴ．日本のプレゼンスの向上（公開）

コロナ禍のため業務調整員、日本人専門家とも現地で活動を行っていない。

## Ⅵ．成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

## 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。） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2019 | Linah Muhonja, Hiroaki Yamanouchi, Ching-chia Yang, Seigo Kuwazaki, Kakeru Yokoi,Tsunenori Kameda, Hideki Sezutsua, Akiya Jourakuc*, Genome-wide SNP marker discovery and phylogenetic analysis of mulberry varieties using double-digest restriction site-associated DNA sequencing, Gene, 2019, 726, 144162 | https://doi.org/10.1016/j.gene.2019.144162 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2019 | Kelvin O. Moseti, Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda*, and Yasumoto Nakazawa* Aggregation State of Residual α-Helices and Their Influence on Physical Properties of S. c. ricini Native Fiber, Molecules, 2019, 24, 3741 | doi:10.3390/molecules24203741 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2019 | Kelvin O. Moseti, Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda,* and Yasumoto Nakazawa*, Structure Water-Solubility Relationship in α-Helix-Rich Films Cast From Aqueous and 1,1,1,3,3,3-Hexafluoro-2-Propanol Solutions of S. c. ricini Silk Fibroin, Molecules, 2019, 24, 3945 | doi:10.3390/molecules24213945 | 国際誌 | 発表済 | |

論文数 3 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 3 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。） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda, Kohji Tashiro, Noboru Ohta, Andreas K. Schaper; Transformation of Coiled α-Helices into Cross-β-Sheets, Biomacromolecules, 2017, 18, 3892-3903 | 10.1021/acs.biomac.7b00920 | 国際誌 | 発表済 | 分野トップレベルの雑誌に掲載 |
| 2018 | Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda, X-ray Scattering Analyses Quantitatively Revealed Periodic Hierarchical Structure of Polyalanine b-sheet and Non-polyalanine Amorphous Domains in Antheraea assamensis (Muga) Silk, J. Silk Sci. Tech. Jpn., 2019, 27, 95-101 | https://doi.org/10.11417/silk.27.95 | 国内誌 | 発表済 | |
| 2018 | Yoshioka, T., Tsubota, T., Tashiro, K., Jouraku, A., Kameda, T., A study of the extraordinarily strong and tough silk produced by bagworms, Nature Communications, 2019, 10, 1469 | https://doi.org/10.1038/s41467-019- | 国際誌 | 発表済 | 分野トップレベルの雑誌への掲載（プレスリリース） |
| 2019 | Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA, Hexagonal Packing of Nanofibrils in Bombyx mori Silkworm Silk Revealed by Small-angle X-ray Scattering Analysis, J. Silk Sci. Tech. Jpn., 2020, 28, 127-133 | https://doi.org/10.11417/silk.28.127 | 国内誌 | 発表済 | |
| 2020 | Takuya Tsubota, Taiyo Yoshioka, Akiya Jouraku, Takao K Suzuki, Naoyuki Yonemura, Kenji Yukuhiro, Tsunenori Kameda, Hideki Sezutsu, Transcriptomic analysis of the bagworm moth silk gland reveals a number of silk genes conserved within Lepidoptera. *Insect science,* 2020, 0, 1-16 | DOI: 10.1111/1744-7917.12846 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2020 | Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda, Hexagonal Packing of Nanofibrils in Bombyx mori Silkworm Silk Revealed by Small-angle X-ray Scattering Analysis, J. Silk Sci. Tech. Jpn., 2020, 28, 127-133 | https://doi.org/10.11417/silk.28.127 | 国内誌 | 発表済 | |
| 2020 | Ching-chia Yang, Kakeru Yokoi, Kimiko Yamamoto, Akiya Jouraku, An update of KAIKObase, the silkworm genome database, Database, 2021, 2021, baaa099 | 10.1093/database/baaa099 | 国際誌 | 発表済 | |

論文数 7 件
うち国内誌 3 件
うち国際誌 4 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2016 | Kenji Yukuhiro,Hideki Sezutsu,Takuya Tsubota,YokoTtakasu, Tsunenori Kamda and Naoyuki Yonemura, Insect Silks and Cocoons: Structural and Molecular Aspects. in "Extracellular Composite Matrices in Arthropods", Springer pp515-555 | | 書籍 | 発表済 | 昆虫の絹タンパク質研究の最前線に関する総説 |
| 2016 | 行弘研司, SATREPSによるケニアの在来野蚕の調査, 昆虫DNA研究会ニュースレター, 2016, 26号, p27-28 | | 会報 | 発表済 | ケニア在来野蚕の紹介 |
| 2017 | Tsunenori Kameda, Silk from new sources - Food for thought (Interview), Indian Silk, February-April 2018, Vol.8 (56 old), No.10-12, p.20-21 | | 雑誌 | 発表済 | |
| 2018 | 木内信, カイコ育種と遺伝資源利用の海外展開, 蚕糸・昆虫バイオテック, 2018, 87(2), p89-90 | | 雑誌 | 発表済 | |
| 2019 | 亀田恒徳、行弘研司、木内信、SATREPS ケニア養蚕プロジェクトとケニアにおける野蚕利用の現状、日本野蚕学会報「野蚕」, 2020, No84, p6-7 | | 会報 | 発表済 | |

著作物数 5 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）

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 |
|---|---|---|---|
| 2017 | 国内学会 | 横井　翔（農研機構・生物機能利用研究部門）、次世代シーケンサーやゲノム情報を利用した利用した昆虫研究、2017年度生命科学系学会合同年次大会、2017年12月6日 | 招待講演 |
| 2017 | 国内学会 | 横井　翔・上樂　明也・桑崎　誠剛・岡田　英二・飯塚　哲也・亀田恒徳・山本　公子（農研機構・生物機能利用研究部門、JST/JICA-SATREPS）、ddRAD-seq/QTL解析による、繭多収量性に関与するゲノム領域の探索、蚕糸・昆虫機能利用学術講演会、名古屋大学、2018年3月20日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Muo Kasina (NSRC, Kenya), Makoto Kiuchi (NARO, Japan), Mary Musyoki (NSRC, Kenya), Joseph Mulwa (NSRC, Kenya). Yearlong performance of Eri (Samia ricini) silkworms in Kenya. 8th International Conference on Wild Silk Moths, Guwahati, India, Jan. 22-24, 2018 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | Kelvin O. Moseti (KALRO, 東京農工大), 吉岡太陽（農研機構）, 亀田恒徳（農研機構）, 中澤靖元（東京農工大）、Water-stable Samia cynthia ricini Silk Gland Fibroin Films for Biomedical Applications、つくば医工連携フォーラム2018、茨城県つくば市、2018年1月26日 | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Kelvin O. Moseti (KALRO, 東京農工大), 吉岡太陽（農研機構）, 亀田恒徳（農研機構）, 中澤靖元（東京農工大）、Fabrication and Characterization of Transparent, Flexible and Water-insoluble, Non-mulberry Silk Fibroin Films、The Fiber Society's Spring 2018 Conference、タワーホール舟堀（東京）、2018年6月12日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | Kelvin O. Moseti (KALRO, 東京農工大), 吉岡太陽（農研機構）, 亀田恒徳（農研機構）, 中澤靖元（東京農工大）、Fabrication of Transparent, Flexible and Water-insoluble, Non-mulberry Silk Fibroin Films、平成30年度繊維学会年次大会、タワーホール船堀（東京）、2018年6月13日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | Kelvin O. Moseti (KALRO, 東京農工大), 吉岡太陽（農研機構）, 亀田恒徳（農研機構）, 中澤靖元（東京農工大）、Solvent- and drawing-dependent transitions in silk gland fibroin materials、つくば医工連携フォーラム2019、つくば市（茨城県）、2019年1月17日 | ポスター発表 |
| 2018 | 国内学会 | 勾坂　晶・奥野正樹・宮本和久・村上理都子・田中博光・渡部賢司（農研機構）・Mary Mwari（ケニア国立蚕糸研究セ）・Everlyn Nguku (ICIPE)・Muo Kasina（ケニア国立蚕糸研究セ）・亀田恒徳（農研機構）、カイコ核多角体病ウイルス（BmNPV)のケニア産カイコ品種ICIPE I, IIの体内における増殖特性、平成31年度蚕糸・昆虫機能学術講演会、東京農工大学（東京）、2019年3月23日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 奥野正樹・勾坂　晶・宮本和久・村上理都子・渡部賢司（農研機構）・Mary Mwari（ケニア国立蚕糸研究セ）・Everlyn Nguku (ICIPE)・Muo Kasina（ケニア国立蚕糸研究セ）・亀田恒徳（農研機構）、ケニア産カイコ品種ICIPE IIのカイコ核多角体病ウイルス抵抗性に関する遺伝特性調査、平成31年度蚕糸・昆虫機能学術講演会、東京農工大学（東京）、2019年3月23日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 奥野正樹・勾坂　晶・宮本和久・村上理都子・渡部賢司（農研機構）・Mary Mwari（ケニア国立蚕糸研究セ）・Everlyn Nguku (ICIPE)・Muo Kasina（ケニア国立蚕糸研究セ）・亀田恒徳（農研機構）、Bombyx mori nucleopolyhedrovirus経口接種に対するケニア産カイコ品種ICIPE 特性、第63回日本応用動物昆虫学会大会、筑波大学（つくば）3月26日 | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 亀田恒徳、吉岡太陽, K.O.Moseti, 素材化に適した未知未利用シルクの探索, 日本繊維学会、6月6日 | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | Kelvin O. Moseti, Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA, Yasumoto NAKAZAWA (2019) A mild dissolution strategy for cocoon silk from the non-mulberry silkworm, Samia cynthia ricini. 令和元年度繊維学会年次大会（タワーホール船堀、東京）(2019/06/05-07) | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 小山 朗夫, 山ノ内 宏昭, 奥野 正樹, 亀田 恒徳, Eluid Gatambia, Muo Kasina<br>ケニア共和国におけるクワ栽培の現状と今後の発展方向<br>第66回日本シルク学会研究発表会　p19<br>2019. 11 | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Ritsuko Murakami (National Agriculture and Food Research Organization), Masaki Okuno (National Agriculture and Food Research Organization), Aki Sagisaka (National Agroculture and Food Research Organization), Kenji Watanabe (National Agriculture and Food Research Organization), Kazuhisa Miyamoto (National Agroculture and Food Research Organization), Muo Kasina (National Sericulture Research Centre), Tsunenori Kameda (National Agriculture and Food Research Organization) 、Responses of susceptible silkworm strain to Bombyx mori nuclear polyhedrosis virus by inoculation with Beauveris bassiana, Metarhizium anisopliae and Nosema bombycis. The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry、Tsukuba Japan、19th-22nd Nobvember 2019 | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Aki Sagisaka (National Agriculture and Food Research Organization), Masaki Okuno (National Agriculture and Food Research Organization), Kazuhisa Miyamoto (National Agriculture and Food Research Organization),, Ritsuko Murakami (National Agriculture and Food Research Organization), Hiromitsu Tanaka (National Agriculture and Food Research Organization), Kenji Watanebe (National Agriculture and Food Research Organization), Hideki Sezutsu (National Agriculture and Food Research Organization), Muo Kasina (National Sericulture Resarch Centre), Tsunenori Kameda (National Agriculture and Food Research Organization)、 Functional analysis of a BmTetraspanin, which is increased in the gene expression in response to Bombyx mori nucleopolyhedrovirus (BmNPV) infection、The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry、Tsukuba Japan、19th-22nd Nobvember 2019 | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Muhonja L, Yamanouchi H, Yang CC, Kuwazaki S, Yokoi K, Kameda T, Sezutsu H, Jouraku A、 Phylogenetic analysis of mulberry varieties based on genome-wide SNP data using double-digest restriction site-associated DNA sequencing、The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry、Tsukuba Japan、19th-22nd Nobvember 2019 | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Peter M. Munguti, Derya Aytemiz Gultekin, Hidetoshi Teramoto, Sokaku Ichikawa, Tsunerori Kameda, Development of Silk Nanoparticles from Sericin Silk Protein, Aiming at Novel Drug Delivery System by Nanotechnology, The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry、Tsukuba Japan、19th-22nd Nobvember 2019 | ポスター発表 |
| 2019 | 国際学会 | Yamanouchi H.Variation of mulberries (Morus spp.), The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry、Tsukuba Japan、19th-22nd Nobvember 2019 | 口頭発表 |

| | | |
|---|---|---|
| 招待講演 | 1 | 件 |
| 口頭発表 | 14 | 件 |
| ポスター発表 | 3 | 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/<br>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<br>/口頭発表<br>/ポスター発表の別 |
|---|---|---|---|
| 2015 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），田代孝二（豊田工大），亀田恒徳（農研機構），高速時分割放射光X線回折測定より明らかにした家蚕とタサール蚕破断挙動の決定的な相違点より考察するシルクの構造と伸縮特性の関係性，日本野蚕学会第21回大会，東京農業大学グリーンアカデミー（東京），2015/11/28. | 口頭発表 |
| 2015 | 国内学会 | 山本公子（農研機構），飯塚哲也（農研機構），中島健一（農研機構），上樂明也（農研機構），宮本和久（農研機構），行弘研司（農研機構），山ノ内宏昭（農研機構），吉岡太陽（農研機構），木内信（農研機構），亀田恒徳（農研機構），ゲノム情報を利用したカイコ育種の試み，第38回日本生化学会大会合同大会，神戸ポートアイランド（兵庫），2015/12/01. | ポスター発表 |
| 2016 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構），田代孝二（豊田工大），シルク繊維の引張り過程における構造変化と力学挙動の関係，第65回高分子年次大会，神戸国際会議場（兵庫），2016/05/25. | ポスター発表 |
| 2016 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構），田代孝二（豊田工大），応力ひずみ曲線の異なる二種類のシルクの延伸時構造変化の比較から考えるシルクの構造と物性の関係性，平成28年度繊維学会年次大会，タワーホール舟堀（東京），2016/06/08. | 口頭発表 |
| 2016 | 国内学会 | 行弘研司・瀬筒秀樹・鮫島真一・横山 岳・三田村敏正　日本列島に生息するテンサンの系統関係—ミトコンドリアCOI遺伝子上の塩基多型にもとづく解析結果—　日本野蚕学会第22回大会　岩手県盛岡市　2016年10月28日 | 口頭発表 |
| 2016 | 国内学会 | 行弘研司・瀬筒秀樹　ヤママユガ科絹糸虫フィブロインのC末側における保存性について　日本野蚕学会第22回大会　岩手県盛岡市　2016年10月28日 | 口頭発表 |
| 2016 | 国内学会 | 行弘研司・瀬筒秀樹・鮫島真一・横山 岳・三田村敏正　日本列島に生息するヤママユの系統関係— ミトコンドリアCOI 遺伝子上の塩基多型に もとづく解析結果— 日本蚕糸学会第87回大会学術講演会　茨城県つくば市　2017年3月22日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 行弘研司・瀬筒秀樹・鮫島真一・横山岳・三田村敏正 日本列島に生息するヤママユの地理的分化 第１４回昆虫DNA研究会研究集会 千葉県千葉市千葉県立中央博物館　2017年5月13日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 亀田恒徳（農研機構），吉岡太陽（農研機構），田代孝二（豊田工大），Andreas K. Schaper（ドイツMarburug大学）、クロスβシート構造を持つ素材をシルクで作り出す、第64回日本シルク学会、茨城県つくば市、2017年5月18日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構），田代孝二（豊田工大），Andreas K. Schaper（ドイツMarburug大学）、ホーネットシルクの素材化における特異な構造形成、平成29年度繊維学会年次大会、東京、2017年6月7日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 亀田恒徳（農研機構），吉岡太陽（農研機構）、ホーネットシルクの素材化と利用、平成29年度繊維学会年次大会、東京、2017年6月7日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 青木敬生（東京農工大），亀田恒徳（農研機構），吉岡太陽（農研機構），中澤靖元（東京農工大）、組織工学材料への応用を目指した野蚕シルクフィブロインフィルムの構造-物性解析、平成29年度繊維学会年次大会、東京、2017年6月8日 | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | 亀田恒徳（農研機構），吉岡太陽（農研機構）、Fibrous Silk with Coiled Coil Superstructure Produced by the Larvae of Hornets and Its Application to Useful Materials、The 7th Alpbach Workshop on: Coiled-Coil, Fibrous and Repeat Proteins、アルプバッハ（オーストリア）、2017年9月6日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 行弘 研司，梶浦 善太，瀬筒 秀樹,鮫島 真一 ,三田村 敏正 ,横山 岳　日本列島に分布するヤマユ 日本列島に分布するヤマユ（Antheraea yamamai ）2亜種の遺伝的変異　日本遺伝学会第89回大会　岡山県岡山市北区津島中111岡山大学津島キャンパス　2017年9月13日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 行弘研司 ,梶浦善太 ,瀬筒秀樹 ,鮫島真一 , 三田村敏正4, 横山岳 ヤママユ（Antheraea yamamai）亜種間の遺伝的多様性 日本野蚕学会第23回大会　東京都世田谷区桜丘１－１－１　東京農業大学　2017年10月7日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 横井翔（農研機構・生物機能利用研究部門）、次世代シーケンサーやゲノム情報を利用した利用した昆虫研究、2017年度生命科学系学会合同年次大会、2017年12月6日 | 招待講演 |
| 2017 | 国際学会 | Tsunenori Kameda and Taiyo Yoshioka (NARO, Japan) . Fibrous silk with coiled coil superstructure produced by the larvae of hornets and its application to useful materials. 8th International Conference on Wild Silk Moths, Guwahati, India, Jan. 22-24, 2018 | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Taiyo Yoshioka and Tsunenori Kameda (NARO, Japan). Synchrotron X-ray analysis revealed a decisive structural difference between Bombyx mori and Muga siks resulting in the different mechanical property. 8th International Conference on Wild Silk Moths, Guwahati, India, Jan. 22-24, 2018 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、アミロイド線維様・コイルドクロスβ-シートから成る新しいシルク素材、つくば医工連携フォーラム2018、茨城県つくば市、2018年1月26日 | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 横井翔・上樂明也・桑崎誠剛・岡田英二・飯塚哲也・亀田恒徳・山本公子（農研機構・生物機能利用研究部門、JST/JICA-SATREPS）、ddRAD-seq/QTL解析による、繭多収量性に関与するゲノム領域の探索、蚕糸・昆虫機能利用学術講演会、名古屋大学、2018年3月20日 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 奥野正樹（農研機構・SATREPS），宮本和久（農研機構），勾坂晶（農研機構），村上理都子，渡部賢司（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、ケニア産カイコ2品種におけるBombyx mori necleopolyhedrovirusの経口接種に対する感受性特性調査、平成30年度 蚕糸・昆虫機能利用学術講演会ー日本蚕糸学会第８８回大会ー　名古屋大学大学院生命農学研究科　2018/3/20 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、放射光X線を用いた力学挙動と構造変化の同時測定により分かってきたシルクらしさのポイント、平成30年度蚕糸・昆虫機能利用学術講、名古屋大学（愛知）、2018年3月20日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、シルクはなぜ強くて伸びるのか？放射光X線解析で分かってきたシルクらしさ、第65回日本シルク学会研究会、群馬大学（群馬）、2018年4月27日 | 口頭発表 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2018 | 国際学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構），田代孝二（豊田工大）、Structural change and its effect on the mechanical property of silk induced by tensile deformation、The Fiber Society's Spring 2018 Conference、タワーホール舟堀（東京）、2018年6月12日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、シルクの力学特性における階層構造の役割、平成30年度繊維学会年次大会、タワーホール船堀（東京）、2018年6月13日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | 山ノ内宏昭（農研機構）、Chimerism in mutant woody crops、FAO/IAEA International Symposium on Plant Mutation Breeding and Biotechnology、オーストリア(ウィーン)、2018年8月30-31日 | ポスター発表 |
| 2018 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構），田代孝二（豊田工大）、放射光X線解析から分かってきたシルクの高タフネス性発現における階層構造の役割、第67回高分子討論会、北海道大学（北海道）、2018年9月13日 | 招待講演 |
| 2018 | 国際学会 | 吉岡太陽（農研機構），亀田恒徳（農研機構）、Relationships between protein amino acid sequence, hierarchical structure and mechanical deformation behaviour of Antheraea assamensis (Muga) silk、The 6th Asia-Pacific Congress of Sericulture and Insect Biotechnology (APSERI-2019)、マイソール（インド）、2019年3月3日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 奥野正樹、匂坂晶、宮本和久、村上理都子、Mary Mwari(NSRC)、Everlyn Nguku(Icipe)、Muo Kasina(KALRO)、亀田恒徳、ケニア産カイコ品種 ICIPE IIのカイコ核多核体病ウィルス抵抗性に関する遺伝特性調査、日本蚕糸学会第89回大会、東京農工大小金井キャンパス、H31年3月22日・23日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 匂坂晶、奥野正樹、宮本和久、村上理都子、Mary Mwari(NSRC)、Everlyn Nguku(Icipe)、Muo Kasina(KALRO)、亀田恒徳、カイコ核多核体病ウィルス(BmNPV)のケニア産カイコ品種 ICIPE IIの体内における増殖特性、日本蚕糸学会第89回大会、東京農工大小金井キャンパス、H31年3月22日・23日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 吉岡太陽（農研機構）、亀田恒徳（農研機構）ミノムシの糸の産業利用の可能性、日本蚕糸学会第89回大会、東京農工大小金井キャンパス、H31年3月22日・23日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 亀田恒徳、いろいろな昆虫が作るシルクから新素材ーミノムシやスズメバチのすごいシルクー、スーパーコンポジット研究会、第１０回討論会、３月１４日 | 招待講演 |
| 2019 | 国際学会 | 亀田恒徳、ケニア養蚕普及支援によるSDGsへの貢献、筑波会議、１０月 | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Tsunenori KAMEDA and Taiyo YOSHIOK, Silk Materials from Various Insects, INTERNATIONAL SILK CONFERENCE2019, トレント、イタリア ， 7月１４日 | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 坪田拓也, 吉岡太陽, 上樂明也, 鈴木誉保, 米村真之, 行弘研司, 亀田恒徳, 瀬筒秀樹、オオミノガ絹糸腺におけるトランスクリプトーム解析. 令和2年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会、信州大学、長野県）(2020/03/06-07) | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 吉岡太陽, 亀田恒徳, 坪田拓也, 上樂明也, 田代孝二、ミノムシの糸の強さの解明. 令和元年度繊維学会年次大会（タワーホール船堀、東京）(2019/06/05-07) | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA (2019) Why is bagworm silk so strong and tough? Frontiers in Silk Science and Technologies -Torento Innovation Conference on Materials Engineering 2019 (3rd TICME Conference 2019) (2019/6/12-15) (Univ. of Trento, Italy) | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA (2019) Relationship beween hierarchial structure and mechanical property of bagworm silks. Mini-International Symposium on Fibrous and Bio-based Materials in Tokyo 2019 (2019/4/25) (Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute, Tokyo) | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA (2019) Relationships between protein amino acid sequence, hierarchical structure and mechanical deformation behavior of Antheraea assamensis (Muga) silk. The 6th Asia-Pacific Congress of Sericulture and Insect Biotechnology (APSERI-2019) (2019/4/2-4) (Mysore, India) | ポスター発表 |
| 2019 | 国際学会 | Tsunenori KAMEDA, Taiyo YOSHIOKA, Norihiko FUKUOKA, Akimune ASANUMA (2019) Development of cutting-edge technologies for using bagworm silk in industrial applications. The 6th Asia-Pacific Congress of Sericulture and Insect Biotechnology (APSERI-2019) (2019/4/2-4) (Mysore, India) | 口頭発表 |
| 2019 | 国際学会 | Taiyo YOSHIOKA, Tsunenori KAMEDA (2019) Strongest and toughest new silk: Bagworm silk! The 6th Asia-Pacific Congress of Sericulture and Insect Biotechnology (APSERI-2019) (2019/4/2-4) (Mysore, India) | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 吉岡太陽, 亀田恒徳 (2019) 強くタフなシルクを与えるアミノ酸配列の条件. 第68回高分子討論会 特定テーマ 生体機能”超越”のためのポリマーサイエンス 依頼講演 （福井大学、福井）(2019/09/25-27) | 招待講演 |
| 2019 | 国内学会 | 吉岡太陽, 亀田恒徳 (2019) ミノムシシルク. 第68回高分子学会年次大会（大阪府立国際会議場、大阪）(2019/5/29-31) (パブリシティ賞受賞) | 口頭発表 |
| 2019 | 国内学会 | 吉岡太陽, 亀田恒徳 (2019) ミノムシの糸の産業利用の可能性. 平成30年度蚕糸・昆虫機能利用学術講 （名古屋大学、愛知）(2019/03/22-23) | 招待講演 |
| 2020 | 国内学会 | 産業に有用な機能性タンパク質をシルクで作る（2020）化学工学会、オンライン (11/20) | 招待講演 |
| 2020 | 国内学会 | 上樂明也, 桑崎誠剛, 楊靜佳, 山本公子, 飯塚哲也, 岡田英二, 宮本和久, 木内信、ddRAD-seq によるカイコの系統解析、令和3年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会、オンライン）(2021/03/19) | 口頭発表 |

| | | |
|---|---|---|
| 招待講演 | 6 | 件 |
| 口頭発表 | 34 | 件 |
| ポスター発表 | 6 | 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 | 登録番号（未登録は空欄） | 登録日（未登録は空欄） | 出願特許の状況 | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 1 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 | 登録番号（未登録は空欄） | 登録日（未登録は空欄） | 出願特許の状況 | 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 | PCT/JP2017/037327 | 2017/10/16 | 遺伝子組み替えミノムシ絹糸 | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 | C12N 15/09 (2006.01), D01B 7/00 (2006.01), A01K 67/04 (2006.01), D01B 7/06 (2006.01), C07K 14/435 (2006.01) | | | | | | 米村真之・飯塚哲也・中島健一・坪田拓也・鈴木誉保・瀬筒秀樹・亀田恒徳・吉岡太陽 | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構　生物機能利用研究部門内 | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

外国特許出願数 1 件

公開すべきでない特許出願数 0 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<br>（「○○の開発」など） | 受賞者 | 主催団体 | プロジェクトとの関係<br>（選択） | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 2018/1/26 | 研究奨励賞 | Water-stable Samia cynthia ricini silk gland fibroin films for biomedical applications | Kelvin O. Moseti | つくば医工連携フォーラム2018 | 1.当課題研究の成果である | 相手国側からの留学生が当課題研究内容にて受賞 |
| 2020 | 2021/3/25 | Outstanding Presentation Award of Student Workshop in University of Tsukuba | Development of Silk Nanoparticles for a Potential Delivery System by Using Intact Sericin | MUNGUTI PETER Muindi | 筑波大学 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | 相手国側からの留学生が当課題研究内容にて受賞 |

2 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<br>（選択） | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 2017/6/3 | 信濃毎日新聞 | 岡谷から繰糸機、ケニアへ | 27面（地域） | | |
| 2017 | 2017/9/22 | 信濃毎日新聞 | 高原調（コラム欄名） | 39面（第一社会面） | | |

2 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<br>（開催国） | 参加人数<br>（相手国からの招聘者数） | 公開/<br>非公開の別 | 概要 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2016 | 2017/3/22 | 「ケニアで野蚕 来た！見た！触れた？」 | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | 2016年12月の現地調査で観察することができた2種の非ヤママユガ科野蚕の紹介 |
| 2016 | 2017/3/22 | なぜ、今、ケニアで養蚕 ？ | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | ケニアの経済事情、気候風土と、養蚕に期待する理由、適合性等について |
| 2016 | 2017/3/22 | ケニア養蚕プロジェクトについて | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | SATREPSについてと、本研究プロジェクトの中身、状況、計画について |
| 2016 | 2017/3/22 | ケニアのクワと改良への試み | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | SATREPSプロジェクトでのクワジーンバンク構築、クワ選抜・育種についての現状と計画について |
| 2016 | 2017/3/22 | ケニアでの進行状況 | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | 土壌調査について |
| 2016 | 2017/3/22 | 製糸の現状と今後 in ケニア | 筑波産学連携支援センター 本館3 階 B会場(日本) | 50人 | 公開 | NSRCおよびICIPEの製糸体制の今と今後について |
| 2018 | 2018/8/30 | 養蚕革命！東アフリカで高品質シルクを開発 | 東京ビッグサイト西3ホール(日本) | 50人 | 公開 | JSTフェアにて本プロジェクトの概要および得られたデータなどについて紹介 |
| 2020 | 2020/10/30 | ケニアでカイコを飼う | 一財大日本蚕糸会蚕業技術研究所会議室（日本） | 25人 | 公開 | ケニアおよびNSRCの紹介と、本プロジェクトの概要とそのうちのカイコ育種課題について |
| 2020 | 2020/12/21 | Flow Cytometry & Mulberry Breeding | Online | 20人（8人） | 非公開 | ケニアと日本のプロジェクトメンバーに対して、倍数性と作物育種の概要を一般作物とクワで説明、核型分析の原理と概要を解説 |

9 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2016 | 2017/2/17 | First Project Technical Committee (PTC) meeting for the ‘project for development of sericulture research by applying biological resources and molecular genetics in the republic of Kenya | 30人 | 主要メンバーの自己紹介、プロジェクトの背景、進捗状況、本年の計画 |
| 2018 | 2018/6/26 | 1ST Sericulture Project Steering Committee (PSC) Meeting | 30人 | ・プロジェクトの進捗報告<br>・カウンターパートファンドについて<br>・人材について |
| 2018 | 2019/2/7 | Second Project Technical Committee (PTC) meeting for the ‘project for development of sericulture research by applying biological resources and molecular genetics in the republic of Kenya | 30人 | プロジェクトの進捗状況 |

3 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<br>(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～令和4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 |

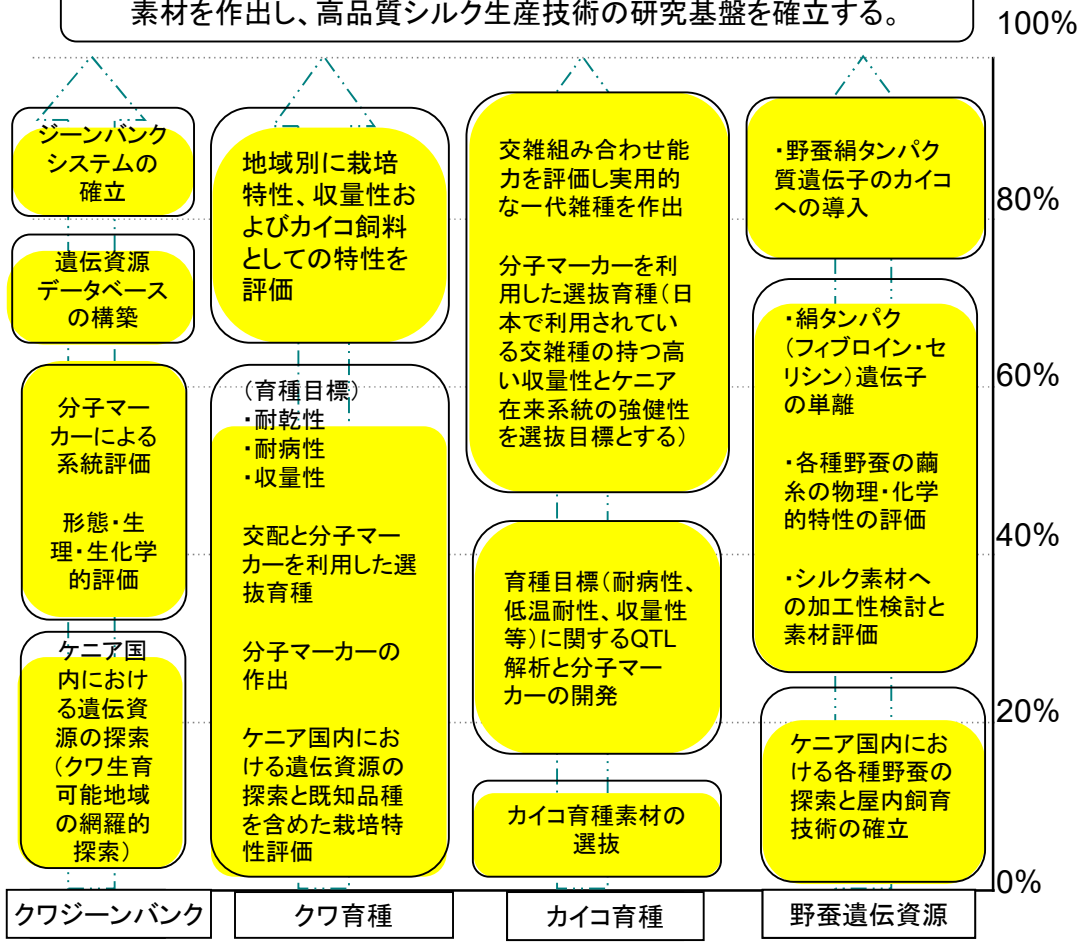
## 付随的成果

| | |
|---|---|
| 日本政府、社会、産業への貢献 | ・海外からの養蚕技術協力要請などに応える人材の育成<br>・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 | ・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 | ・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<br>・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 | ・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 | ・国際交流を通した国内の養蚕関連技術水準の維持・向上<br>・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） | ・クワおよびカイコの育種マニュアル<br>・クワの遺伝的多型に関する論文<br>・カイコのQTL解析に関する論文<br>・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。