

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：5 年/

相手国名：ケニア共和国

## 令和元（2019）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2016 年 10 月 3 日 から 2021 年 10 月 2 日 まで

JST 側研究期間<sup>\*2</sup>

2015 年 6 月 1 日 から 2021 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・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	2015年度 (10ヶ月)	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度 (12ヶ月)
<b>研究題目</b> ：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						
<b>研究項目 1</b> . 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 →				
<b>研究項目 2</b> . 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 →		
<b>研究項目 3</b> . 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 →			← 新品種の作出 →	
		← 安定交雑系統の作出 →			← 生産システムの実証 →	
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 →	

<b>研究項目 4. 野蚕遺伝資源の特性 解明</b>  4-1 在来野蚕の収集と生態解明  4-2 野蚕の遺伝的多様性の評価  4-3 フィブロイン遺伝子の同定と 塩基配列解読  4-4 野蚕繭糸の物性評価  4-5 シルク素材への加工性検討 と素材評価					
		← 生息既知の野蚕の生態調査 →			
		← 遺伝子解析・DNA バーコーディング →			
		← 遺伝子同定・配列解読 →			
		← 繭糸の物性解析 →			
	← 成形・加工の検討 →				

## 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

**製糸実験棟の新設に関して...** 昨年度末、NSRC (National Sericulture Research Centre) 敷地内に製糸実験棟の建設が完了した。当該施設に設置する製糸機械類は、本年度6月に日本から現地に輸送され、7月上旬に現地に到着した。ケニアに海上輸送する物品は、すべて、ケニアの Kenya Bureau of Standards (KEBS) による (実際は、KEBS から委任された日本国内の代理業者による) 船積み前の輸出前検査を受ける必要がある。製糸機械は特殊機械であることから、前例のない輸送品に対しては代理業者が検査を拒否する可能性があり、検査が受けられなければ輸送できないという心配があった。そこで、JST 中間現地調査(2019.2)時にケニア農業省高官 (農業研究局長 Prof. Hamadi Boga) に面会した際、輸出前検査の免除を例外措置として検討してもらえるよう依頼した (当該輸送品は政府間の合意に基づいて実施されている事業に関わる物品であることから、例外措置に該当するとの認識に基づく要望)。結果的には、日本国内の代理業者による輸出前検査が滞りなく行われ、混乱なく、船積みが行われた。



図 1-1 製糸機械の設置作業



図 1-2 NSRC 職員への製糸機器説明

2019年9月に設置完了の JICA ケニア事務所による完了確認を終え、NSRC 職員への機器取り扱い説明を行った後、担当する NSRC 職員 2 名への専門的な技術指導を数週間かけて専門家 2 名体制で行った。その後、指導した NSRC 職員 2 名を日本に短期研修として招聘し、農研機構の製糸実験施設でも、さら

に専門的な技術講習を約1ヶ月かけて行った。

製糸機械の熱源はボイラー（ケニア製）を使用し、それぞれの機械と蒸気配管でつないだ。今後、このボイラーシステムの維持管理体制をどのように構築していくかが課題になる。蒸気配管には多数のバルブが設置されており、バルブ調整を間違えると過度の蒸気圧が機械に加わって機械が破損する。ボイラーシステムを技術的に理解し、維持管理できる人材の確保が必要であり、この人材確保が課題である。設置時から熱心に手伝ってくれた職員にボイラー管理を委ねようと教育したが、当人は契約職員であったため、導入後、わずか半年で離職してしまい、移転した技術が途切れた。別項でも述べるが、パーマネントの正職員で、責任感がある、やる気がある職員が不在のままでは、プロジェクト終了と共に機械は止まってしまう。また、ボイラーの維持にも課題がある。導入した製糸機械は日本から輸送したが、ボイラーだけは、ケニア国内に製造企業が存在していることから、現地調達した。しかし、このボイラーは燃費が悪く、毎回、大量の燃料を消費する。さらに故障が多い。プロジェクト期間中はSATREPS経費で燃料代を賄うが、プロジェクト終了と共にボイラーを稼働することが困難になるだろう。

**飼育棟の建設開始に関して・・・** 2020年1月から製糸実験棟と向かい合う場所に、カイコ飼育実験棟の建設が始まった。小雨期と重なったこともあって基礎工事中に西側の掘削場所から大量の浸水があり、それらを排水して基礎を造成するのに苦勞した(図1-3, 4)。その後2020年7月の完成を目指して順調に建設を進め、遅れを挽回したものの、後述するコロナの影響で再度進捗に遅れが生じる見込みである。



図1-3 カイコ飼育実験棟建設現場。基礎工事の掘削中に大量の水がわき出てきた。



図1-4 基礎工事中の掘削場所にたまった水をバケツリレーで汲み出している

**若手研究者の育成に関して・・・** 日本人人材の育成においては、3人の若手研究者が本プロジェクトに参加している。それぞれ、クワ育種とカイコ育種の研究者（奥野正樹）、製糸の研究者（伊賀正年）、野蚕の研究者（吉岡太陽）である。3名とも、SATREPSからグローバル化対応を含めて貴重な経験を積んでいる。特に伊賀は、新設した製糸実験棟の機械の導入を通じて、日本では経験のできない、製糸機械の組み立てや調整に関する貴重な経験をした。また、吉岡太陽は、SATREPSプロジェクトがきっかけで始めた野蚕研究で、際だった成果を出し、*Nature Communications* に採択、本年度4月1日に発表され、プレスリリースを行うなど、若手育成は順調に進んでいる。

一方、ケニア側では、NSRCの研究者不足は深刻である。正職員以外で、プロジェクト開始からこれまでに教育してきた若手職員は、2019年度末時点で、製糸担当1名を除いて、全員が解雇された。カイ

コ飼育やクワ栽培においては、全員がいなくなった。正職員も高齢化が目立ち、ほとんどが 60 歳を越えている。NSRC の KALRO 正職員は高齢者が多く、若手が少ない。実際に手足を動かす実働者は若手であり、彼らのほとんどが、任期付き研究員やインターンシップの学生である。こうした若手が現場を任されているため、現場での日本側からの指導は、若手に偏ってしまう。ところが、若手は、離職や解任の確率が高い。若手は成長が早く、技術を習得し、任せられると思ったところに、突然いなくなる。せっかく、日本側が指導した内容が、人の異動とともに消えてしまうことが頻繁。解雇された職員の中には、日本に短期研修をした者も 2 名いて、蚕普及と養蚕研究に継続して携わる予定であったが、任期付職員は、他の研究機関等でパーマネントポジションが得られたため、NSRC を去った。このような状況を繰り返していると、いくら日本側がケニア側に技術を伝えても、NSRC 内に定着しない。

2020 年 3 月末までに、日本で長期研修員として東京大学および東京農工大学の博士後期課程で研修を受けていた 2 名の研究員が、学位の称号を受けてケニアに帰国した。2 名とも、KALRO の正職員であるが、うち 1 名は、「お茶研究部門」の所属を維持したまま日本で長期派遣されていた。そのため、学位取得後の帰国時に、まず、NSRC への所属替えの手続きが必要であった。幸い手続きは円滑に進み、NSRC 内に専用のラボまで用意してもらうことができた。もう 1 名は NSRC の次期所長候補として、順次カシナ所長から業務を引き継いでいく予定である。今後彼らが NSRC から異動することなく、長期間、安定してポジションが維持できるよう、ケニア側に約束させたい。

また、筑波大学の博士前期課程で学んでいる 1 名は、創薬コースに在籍しており、薬物を体内で運ぶキャリア担体としてのシルク利用について研究しており、その成果は課題 4 に帰属できる。さらに、ABE イニシアティブの難関を突破して、本年度から新潟大学農学部研究生として入学した NSRC 研究員もいる。本年度は、研究テーマの探索と、日本語学習を行い、修士入学試験を受験した上で、2020 年度から修士課程（博士前期課程）に進学する予定である。

ジョモケニヤッタ農工大学(JKUAT)との協力体制が弱いことについては、JST 年次報告会(H28 年 12 月 22 日 JST 東京本部)や第 1 回 PSC で指摘され、積極的な交流、特に JKUAT の学生を活用する機会を増やすことが求められてきた。昨年度、行弘リーダーが、JKUAT の Dr.Shadrack Muya (Dean of School of Biological Science) に連携を強く迫り、ゴノメタを中心とする野蚕の DNA バーコーディング解析を共同して行うことを取り決めたが、JKUAT 側の意欲は低く、あまり成果は上がっていない。一方で、JKUAT の School of Biomedical Sciences の生化学科に所属する学部学生 2 名が、野蚕シルクの利用に関して興味を持ち、卒業研究のテーマにしたいとの要望があり、亀田が指導員として加わり、Anaphe および Gonometa 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。彼らはケニア人であり、遺伝資源へのアクセスも可能である。

## 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養蚕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ての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、実行されるかは不明である。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。幸い、本プロジェクトに対する日本企業の期待は大きく、昨年度までに複数の企業から NSRC へサンプル販売の依頼があり、切り繭(乾燥した繭を切り開いて蛹を取り除いた繭殻)と生糸をサンプルとして輸出納品した。また、複数の日本企業が現地の視察をしている。我々にとっても、参入する民間企業が日本系企業であることは、意思疎通の面からも、また、日本の国費を投じてのプロジェクトであるという面からも、好ましいと思われる。

2019 年度の取組としては、日本の民間企業のケニア国内での事業活動を進めやすいように、JICA の民間連携事業の案内、および応募までの支援を行った。9 月までに、2 社がケニアを訪問し、NSRC の状況、シルク関連企業の訪問、農家の訪問、日本大使館訪問、コンサルタント会社の斡旋、そして JICA ケニア事務所にて民間連携事業応募に関する打合せを行い、そのための日程調整等の事前準備を行った。そして、複数社が応募した。

また、民間企業にとっては、ケニア産シルクの事業化の可能性について、社内、社外にどのように説明し、理解を得ていくかについても課題であった。そこで、本プロジェクトの活動内容やケニア養蚕の現状がイメージできる動画を作成した。ケニア側も、農家集団と NSRC が繭を買い取るという飼育委託契約を結ぶなどして、産業化に向けた取組を 2019 年度から本格的に始めている。クワの苗の配布、カイコの卵や稚蚕(3, 4 齢のカイコ)の配布、飼育技術指導などを行っている。

## プロジェクト全体の実施計画

プロジェクト全体のねらいは、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じ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。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。

### (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

本年度は「クワ遺伝資源の収集」に関しては、今年度は新たな収集はなかったが、これまでに収集した個体のうち 94 を系統化し対照の既存品種とともに同定用圃場に植え付けた。これらのうち、少なくとも 2 系統は新たに同定された新規遺伝資源と考えられた。他に既存品種の‘Embu’、‘Kikuha’等に類似の系統が多数認められたが、同一であるかの最終同定は、株が十分に成熟し品種特性を明確に示す 2020 年度に行うこととした。収集系統に既存品種に類似のものが多く原因に、日本人研究者が活動可能な範囲で収集を行ったため、ケニア全土に比べて範囲が限られていたことが考えられる。

【令和元年度実施報告書】【200529】

より多様な遺伝資源を得るための文献情報の検索や関連組織に依頼した調査等を行い、情報が得られた場合にケニア側研究者による収集が可能かなどを検討する。新規遺伝資源として同定された系統の一部は、既存の遺伝資源とともに保存用圃場に植え付けた(図 2-1)。さらに、既存品種の腋芽にコルヒチン処理を行い(図 2-2)、既に形態的に倍数体化しているとみられるシュートがいくつか得られた。そのうちいくつかは系統化できており、これらは「中間母本」として「在来品種」とともに遺伝資源として保存し、さらに今後、研究題目 2 で倍数性品種育成の母本として利用できる。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スタッフに継続して依頼中である。「遺伝資源の特性評価」については、本年度は特性調査マニュアルの改善点は特になかったので昨年そのまま進めた。既存品種では、新たに特性調査用圃場の植付けを行って株の養成を進め、次年度以降に開始予定の本格的な特性調査に備えた。日本国内での短期研修としてケニアスタッフ 2 名にクワの増殖法や特性調査に関する講義や実習を行った。クワの葉や実の形質の遺伝解析のために昨年播種した F1 実生の一部に開花個体が得られた(図 2-3)。葉の縮れた形質および細かい形質の変異体では F1 で変異形質が分離した。「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」)を用いたクワの全塩基解析について、全ゲノム配列情報を PacBio 社のロングリードシーケンサーを用いて構築し、Dovetail Genomics 社のシカゴメソッドを用いて拡張することで、既存の中国のクワゲノム配列情報と比較して大幅な改善を達成し、最終的に約 350Mb の全塩基配列を決定した。これに基づいてケニア研究者 Muhonja 氏と共同で、各種ストレスや除草剤耐性関連の遺伝子族(遺伝子ファミリー、同じ祖先遺伝子に由来して多様化した遺伝子のグループ)等について、他のクワや植物種との比較解析を引き続き進めた。さらに、Muhonja 氏と共同で、昨年までに行った ddRAD-seq 解析によって同定された SNP マーカーを利用したクワ 54 品種の系統解析について、本年度は葉の形態データと合わせて詳細な分析を進めた。系統樹(図 2-4)の解析等に基づいて、1)ケニア由来のクワ品種である「エンブ」はインド由来のインドグワの 2 品種との単系統性が確認され、共通の遺伝的背景をもつ可能性が示唆された。2)タイ由来のシャムグワの単系統性、およびシャムグワとインドグワの“1”以外の 2 品種との単系統性が確認された。3)日本の在来種では、相互に地理的に隔絶されたハチジョウグワ(伊豆諸島産)とシマグワ(南西諸島産)についてそれぞれ単系統性が確認された。ヤマグワ(日本本土等産)の一部に前述の 2 種のいずれかとの単系統性が確認された品種があり、これらの品種は雑種化が進んでいない可能性が示唆された。4)中国からの導入種であるカラヤマグワとログワの各品種と種間雑種、および、ヤマグワの“3”の単系統に含まれなかった品種については、明確な単系統性が確認されず、日本国内においてこれらの雑種化が進んでいることが示唆された。5)形態データの 1 つ LTR(leaf tip ratio : 葉身長に対する葉先長の割合)について、“3”の単系統に含まれた品種は他と比較し有意に高く、雑種化の程度の指標となる可能性が示唆された。これら成果は Muhonja 氏が筆頭著者として 2019 年度に原著論文(GENE 誌)および口頭発表(The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry: 第 25 回国際養蚕委員会大会)により公表した。Muhonja 氏はこれらの成果について博士論文の作成を行ない、昨年度に博士号を取得した。「遺伝資源の管理体制構築」については、新遺伝資源圃場の外周にもフェンスの設置が終了し、野生小型偶蹄類によるクワへの食害が無くなった。「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進めている。



図 2-1. 保存用圃場に列植されたクワ遺伝資源



図 2-2. コルヒチン処理法の指導状況



図 2-3. F1 で雌花を付けた個体(左)および雄花を付けた個体(右)

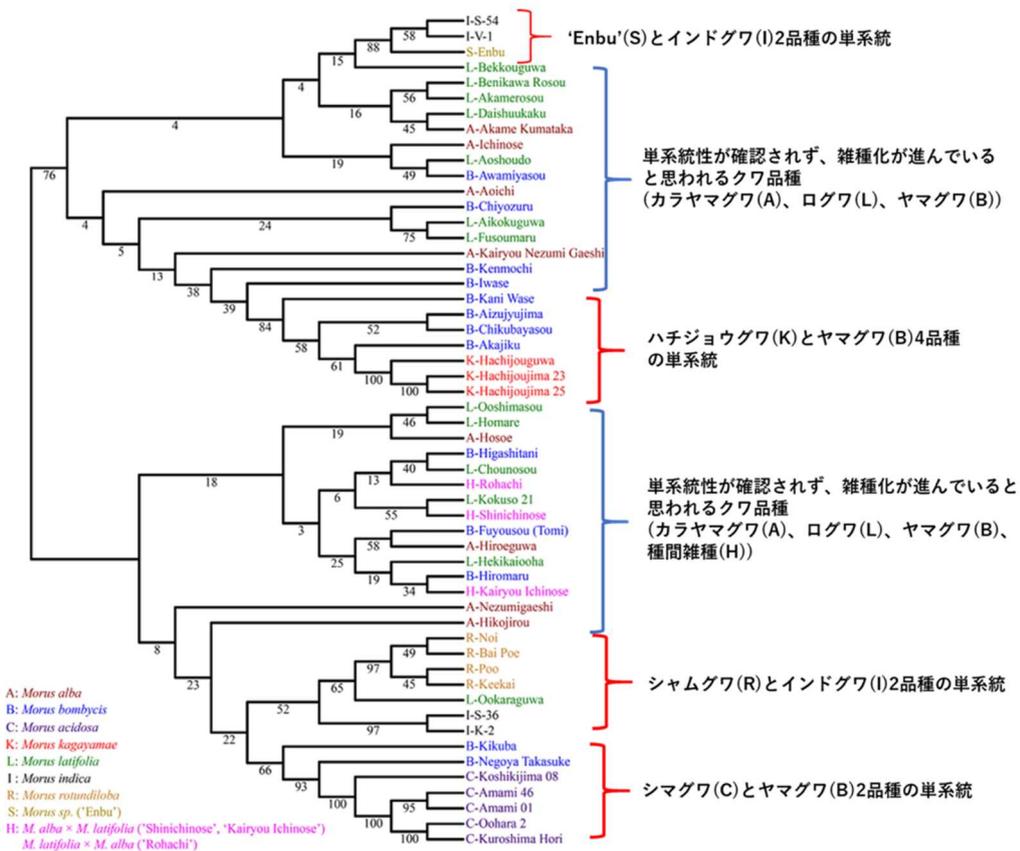


図 2-4. クワ 54 品種の系統樹

## ②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

ケニア NSRC 圃場でのジーンバンク構築は日本に招聘した KALRO 職員のうち、平成 29 年に 6 名、平成 30 年に 4 名、令和元年に 2 名の短期研修員に、また平成 29 年に 2 名の長期研修員に対して、日本においてクワ遺伝資源の増殖と特性調査に必要な方法を実習した。さらにケニアにおいても適時実習を行い、特に平成 30 年からは日本人専門家により栽培管理についての指導も含めカウンターパートナーの NSRC および KALRO 職員へ継続的に指導を行なっている。さらに日本で指導を受けた ムホンジャ リナ氏が東京大学大学院新領域創成科学科先端生命科学の博士課程を終え、博士（生命科学）の学位を取得（図 2-5）して帰国し、現地での指導に当たっている。



図 2-5 2020 年 3 月に東京大学大学院で学位を取得したムホンジャ リナ(左)

## 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

コルヒチン処理で育成した倍数性系統に、ケニアのどの在来品種よりも大きな果実が得られる系統が見つかった。副産物利用としての果実用品種の開発という新たな展開が期待できる。

## ④研究題目1の研究のねらい（参考）

本課題では、ケニア国内に存在するクワ (*Morus spp.*) 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。

## (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

「各地域の圃場整備と栽培評価」については、昨年度 Kakamega で認められたデバネズミ被害は殺鼠剤による駆除等の対策によって今年度の被害は非常に少なかった。Kibos では今年始めからコナカイガラムシの被害が認められたが、殺虫剤の散布や降雨による脱落で被害を抑えることができた。これらのことにより、3 試験地とも栽培試験が計画どおり実施できる環境が整えられた（図 3-1）。日本での中期滞在ケニア研究者のクワの病気の診断や防除に関するトレーニングについては、今年は学位取得に集中することにしたため実施しなかった。「地域適合性系統の選出」に関しては、全ての試験地で日本スタッフの指導の下にケニアスタッフによる形質調査や収量調査を開始した。今年度はまだ株が若いいため各品種本来の形質を示しきっていないため、地域毎の各品種の特性や収量性に

【令和元年度実施報告書】【200529】

よって地域適応性が明確になるのは来年以降になると考えられる。現段階では、Kakamega で ‘Unknown 2’ と ‘V-1’ が枝条の揃いと枝条伸長が良好であること、Kibos で ‘Ithanga’ と ‘Thika’ がコナカイガラムシの被害が少ないなどの品種特性が観察された。「交配・選抜品種の系統化」については、最初の交配によって得られた F1 系統を 3 地域に植付けて栽培を開始した。いずれの試験地でも 90%以上の活着を示し、Thika (NSRC)と Kibos では選抜を開始できた。‘Kanva-2’ と ‘S-54’ の後代で節間が短く、中型葉で枝条の揃いが良い個体が多いことが観察された。日本では短期研修者に 2 名に対してクワの育種技術のケニアスタッフへの研修を行った。「栽培法の策定」については、昨年度からのそれぞれの地域の土壌の酸性度に応じた石灰の投入や窒素、リン酸、カリ成分のバランスの良い施肥によって今年度も安定してクワ生育が良くなり、leaf spot 病の発生も抑えられる事が認められた。しかし、コナカイガラムシの発生については多肥栽培により誘引された可能性も示唆され、今後の検討課題の一つとなった。



図 3-1. 現有品種の地域適応性試験の状況 NSRC (Thika) (左)、Kakamega (中央)、Kibos (右)での収量試験の作業状況。

#### ②研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

ケニアにおいて適時実習を行い、特に平成 30 年からは日本人専門家により品種育成についての指導も含めカウンターパートナーの NSRC および KALRO 職員へ継続的に指導を行なっている。

#### 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

研究題目 1 において、倍数体化しているとみられる系統が得られており、これらは今後の倍数性品種育成の母本として利用できる。

#### ④研究題目 2 の研究のねらい (参考)

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、各地域で栽培試験による選抜を行って地域適合品種候補を作出することを目標にしている。

(4) 研究題目 3：「カイコの品種育成」

リーダー：山本 公子

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

ケニアでは錦秋鐘和および朝日東海を用いて、カイコ品種育成のため、高品質の糸を算出するカイコ品種を作るための実験を継続して行っている。ケニアにおいては、2 品種（錦秋×鐘和、朝・日×東・海）の実用交雑 F1 から別々に 5 系統を累代飼育し、最長 F19 世代まで選抜を進めた。選抜は、生糸の生産性と農家での飼育しやすさを目標に、繭層重、繭層歩合、繭の大きさ、繭層密度、発育の揃い、登簇性等を指標に継続して NSRC で飼育を行なっている。

この研究題目の目標である、強健性カイコをケニアにおいて作出するための前段階として、日本において強健性の因子を探るために、外的および内的要因から探索を行った。外的因子としては病原体を経口接種して死亡率を調べることにより、内的因子としては体内に注入してその増殖度を調査することにより、進めることにした。病原体としては養蚕業において致命的な影響をもたらすカイコに病原性を示すウイルスである *Bombyx mori* Polyhedrovirus (BmNPV) を用いた。これまでに複数の品種への感受性の調査を経口接種実験により行い、抵抗性品種と感受性品種を得ていたことから、今年度はこれらの F2 世代を作成して BmNPV を経口接種して、BmNPV 感染に対して抵抗性を示す因子の解析を dd-Rad 解析で行った。その結果、第 4 染色体上に存在する可能性があることが示唆された（図 4-1）。また感受性品種については、黒きょう病菌 *Metarhizium anisopliae* やカイコ微粒子病 *Nosema bombycis* などの病原菌を接種してそれぞれの病原体に対する抵抗性について他の品種と比較した結果、他のカイコ品種と同等程度の抵抗性を示すことが明らかとなった（図 4-2、4-3）。

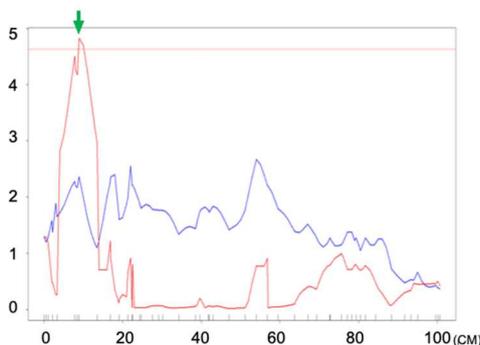


図4-1. 抵抗性品種の第4染色体におけるBmNPV抵抗性因子の解析  
赤：因子が複数あるとして計算した場合  
青：因子が単数であるとして計算した場合  
16 CM辺り（緑矢印）に抵抗性を示す因子があることが示唆される。

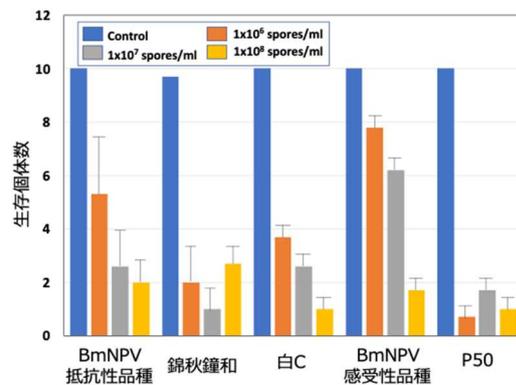


図4-2. 黒きょう病菌に対する各品種の感受性差異

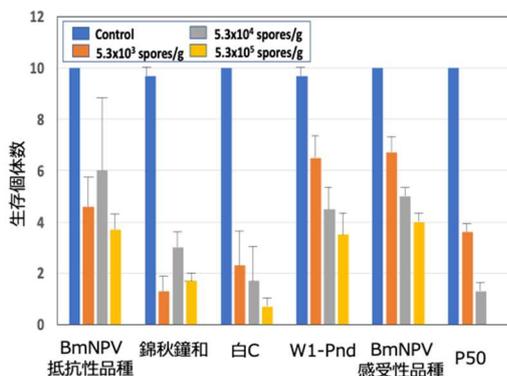


図4-3. 微粒子病菌に対する各品種の感受性差異

つまり、感受性品種は BmNPV に特化して感受性を持つ系統ということが判明した。来年度は、これら抵抗性品種と感受性品種の両品種に BmNPV を経口接種し、体内における BmNPV の分子数を定量することにより、両品種間における BmNPV の増殖差異を調べる。このことにより、BmNPV 抵抗性の外的因子はカイコの品種間における BmNPV の増殖程度に依るものなのか、BmNPV の増殖に対する両品種の強度によるものか判別できる。

一方、内的因子の原因となる遺伝子についても同時に検討した。ルシフェラーゼを導入した BmNPV をカイコの培養細胞に接種して、発現量が増加したカイコ由来の遺伝子をマイクロアレイ解析で選抜した。その後、再度、培養細胞に BmNPV を接種してそれぞれの遺伝子の発現量が増殖した遺伝子を Real time PCR 法で定量することにより選抜した。候補遺伝子として 3 遺伝子が候補として残った。それぞれ、転写因子である Ets 遺伝子、細胞接着因子である Integrin 遺伝子、膜タンパク質の一つである Tetraspanin 遺伝子である。これらの遺伝子を転写活性化因子様エフェクターヌクレアーゼ (TALEN)法を用いて削除したゲノム編集カイコを作成した。その結果、Ets 遺伝子、Integrin 遺伝子を削除したカイコ個体は得られなかったことから、これらの遺伝子が存在しないとカイコは致死に至ることが判明した。一方、Tetraspanin 遺伝子を削除した個体を数は少ないものの確保することができ、Tetraspanin 遺伝子の欠損部位の違いにより、TG1、TG2 の 2 系統のカイコが得られていることが判明した。これらのカイコに BmNPV を注入して体内における BmNPV の増殖量について Tetraspanin を削除してないカイコを Wild type (WT)として比較した (図 4-4)。その結果、TALEN 法で Tetraspanin を削除したカイコにおける BmNPV の増殖量は削除してない個体に比べて低かった (TG 1 :  $p=0.023$ , TG2:  $p=6.54E-7$  t-test)。このことは Tetraspanin が内的因子として BmNPV の抵抗性因子として機能していることを示している。次年度では、TALEN 法で Tetraspanin を削除したカイコ個体をさらに増殖させて、経口接種により BmNPV を取り込ませ、外的因子との関係を調べる計画を立てている。以上の実験により、カイコの強健性に関する因子の解明が進むと考えられる。

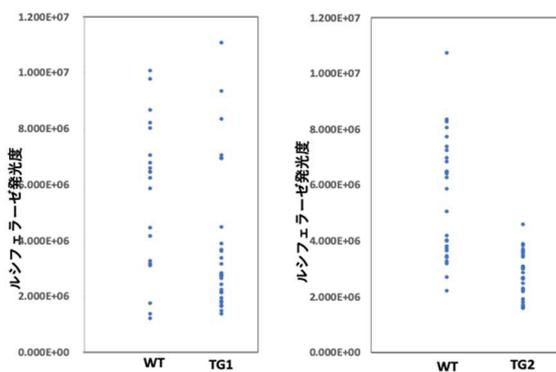


図4-4. ゲノム編集によってTetraspanin遺伝子が機能しなくなったカイコにおけるBmNPV増殖量の差異

また強健性を獲得する上で別の要因である高温耐性についても解析を行った。高温耐性に関与するゲノム領域を決定するため、高温耐性を示す系統と通常系統を親として F1,F2 (94 個体)を作製し、高温にさらした上で生存もしくは死亡個体に分けて個別に DNA を回収し、親個体と共に ddRADseq に供した。F2 に対して、生存した場合には「1」、死亡の場合は「0」のスコアを付与し

て QTL 解析を行った。しかし原因領域を示す高い LOD 値を示す領域は見つからなかった (図 4-5)。

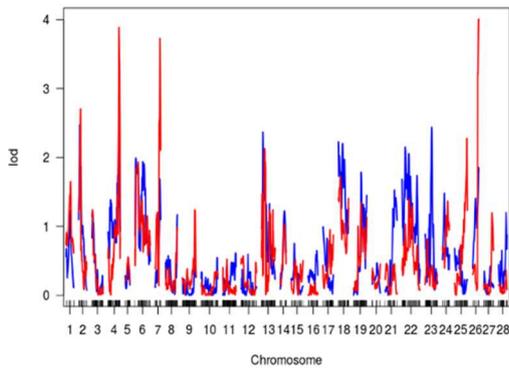


図4-5. 高温耐性のサンプルを用いたddRADseq/QTLの結果。横は染色体番号、縦はLOD値を示す。赤はsim法、青はcim法で解析した結果の値

この研究題目のもう一つの目標である生産性に関して日本では、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 解析を行った。その結果繭重で QTL 解析を行った場合、染色体番号 1 番に原因領域を示すピークが見つかった (図 4-6)。当該候補領域をさらに絞り込むため図 4-7 に示す領域にプライマーペアを設計し、アンプリコンシーケンスを行っている。

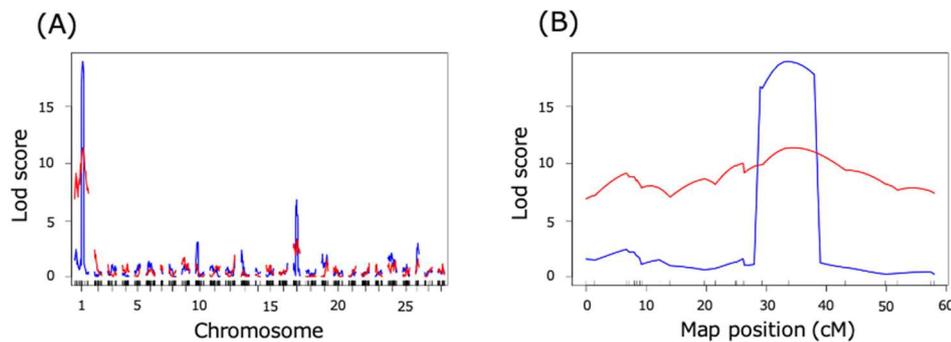


図4-6. (A) 他収量系統でQTLを行った結果  
(B) (A)で得られた結果の染色体番号1の拡大図。縦軸、横軸ともに(A)と同じ。

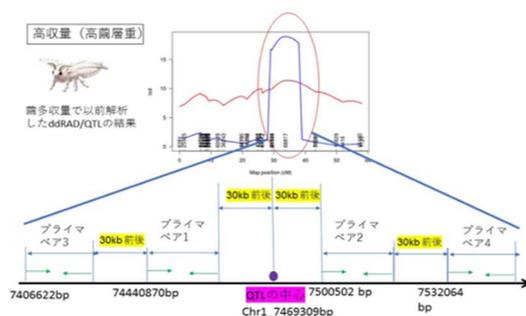


図4-7. 繭多収量の原因領域をさらに狭めるためのアンプリコンシーケンスの実施模式図。  
図4-6 (B)により統計的に決まったQTLの中心部を中心として対照に2組ずつ合計4領域を増幅するプライマーを設計した。

## ②研究題目 3 カウンターパートへの技術移転の状況

ケニアにおいて適時実習を行いながら、実用交雑 F1 品種の後代を累代飼育し、設定した選抜指標

【令和元年度実施報告書】【200529】

に基づき目標とする形質の安定発現系等の選抜を継続するように、カウンターパートナーの NSRC および KALRO 職員へ継続的に指導を行なっている。

### 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

プロジェクト開始当初はケニア品種と日本の実用品種間で日本において QTL 解析を進める予定だったがケニアの品種を日本に持ち込めなくなったので、日本の品種間で QTL 解析を行い得られた情報を用いてケニアでケニア品種に応用可能かを解析する必要性が生じている。

### ④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

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。

### ⑤研究題目 3 の研究実施方法（参考）

QTL 解析の標準的な手順を以下に示す。

1. 比較するカイコ系統からゲノム DNA を抽出し ddRADseq を行い、得られたデータを参照ゲノムデータにマッピングする
2. マッピングしたデータを用いて、genotype データを取得
3. 2. で取得したマーカーデータを用いて連鎖地図を作成
4. 連鎖地図のデータと量的形質データを入力データとして QTL 解析を実施して責任領域を決定

## (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

### 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

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。

野蚕繭糸の加工（新素材開発）についても、将来、ケニア国内での、ケニア人による、自主的なシ

ルク新素材開発ができるようになることを目指して、若手ケニア研究者の育成を長期研修として日本国内で行った。以前から農研機構にて継代維持されてきたエリサンを用いて、エリサンのシルクタンパク質（フィブロイン）を未分解（高分子量）のまま抽出し、フィルム化する新規加工プロセスを開発した。高分子量フィブロインで作製したフィルムは、従来のカイコフィブロインフィルムでは必須の不溶化処理を行うことなく、水に不溶性のフィルムが得られた。一方で、同程度の高分子量フィブロインで作製した水溶液キャストフィルムは水に可溶になることを見出した。両者の違いは、フィルム中での分子の秩序性に関係していることが分かった。この知見は、今後のシルクの素材化に大きく貢献するものである。また、天然エリサン繊維の構造と物性の解析手法を習得し、天然繊維を理解し、新たな発見もした。こうして得られた加工法と自然理解に関する成果は、2報の国際論文として発表することができた。

また、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。この結果が *Nature Communications* から 2019 年 4 月 1 日に発表された。同時に、プレス発表を行い、SATREPS の成果として、アピールした。さらに、オオミノガについて絹糸腺部位ごと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た解析でも成果がまとまり、*Insect Science* に投稿し、現在、印刷中である。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の PCT 出願を行った。

## 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 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、分析機器が比較的充実している KALRO カベテ(Kabete)の研究施設を選定した。

また、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. Everlyn 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、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行い、組織サンプルからの DNA 調製を KALRO カベテ(Kabete)の研究施設で開始した。

コロナウイルス問題が終結したのち、ケニアにおける技術移転を前記の Nguku 博士に加えて、学位を取得しケニアに帰国した研究員 2 名にも対象を広げて行う予定である。

また、天然エリサン繊維の構造と物性の解析手法を習得し、天然繊維を理解し、新たな発見をして得られた加工法と自然理解に関する成果は、2報の国際論文として発表した若手研究者は、ケニアに帰国したのち、ケニア遺伝資源の野蚕シルクの加工研究を開始する。

## 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

ゴノメタとならんでアフリカの野蚕として著名なアナフェは幼虫が集団をなして活動し、最終的には集団で営繭することが知られている。しかし、その生態とともに絹タンパク質にかかわる情報は乏しかった。ところが、このアナフェが NSRC 敷地内に生息することが確認され、比較的容易に試料が得られることが判明した。このことにより、アナフェに関わる研究の進捗が期待される。

#### ④研究題目 4 の研究のねらい (参考)

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。

#### ⑤研究題目 4 の研究実施方法 (参考)

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。

## 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)

カウンターパートである NSRC では、養蚕業の農家普及についても精力的に活動が始まっており、研究所のあるティカ周辺の Kabati の農家グループだけではなく、ケニアのナイバシャなどの西南部地域に対してもプレゼンテーションの機会を得て、普及活動を行っている。また Ruai で養蚕を開始した大規模農業グループへ NSRC が苗木販売を開始し、飼育の指導を行なっていること、さらに、養蚕を始める農家のためのトレーニング施設の建設を予定していることなど、NSRC 主導による桑の普及に始まり、養蚕業の将来的な普及が見込まれる状況になったことによりケニアへの技術移転状況は確実に前進している。先の農業グループは、アメリカを市場にすることを目標に、我々のプロジェクトでも懸案していた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。このことから安定して繭を市場に供給できるようになれば、ケニア側のニーズであるコーヒー、茶に変わる新たな輸出農産物として産業が育つことになる。本プロジェクトの最終目標である 5A という高品質の生糸生産であるが、良質な桑によるカイコの飼育、飼育によって得られた高品質の繭、清潔な環境での繰糸、また繰糸に関わる高い技術を必要とする。それらすべてを同時並行して遂行する必要があるが、繰糸技術に関しては練度を上げる環境が製糸実験棟の完成によりケニア側に整ったが、該当職員の練度

【令和元年度実施報告書】【200529】

の上昇が必須である。現在は2名の短期研修者が繰糸作業を継続しているので当面の職員はいる。しかし、長期的な今後の雇用の見通しは立っていないのが実情である。

興和株式会社（愛知県）が、ケニアを対象国として、JICAの2019年度第2回SDGsビジネス支援事業（案件化調査）に採択された。案件名は、「養蚕農家の管理体制確立及び養蚕業の再興に関する案件化調査【アフリカ課題提示型】」。同社が行う調査は、本SATREPSによって整備されたNSRCを拠点とするケニア養蚕体制の実情を含む。この調査結果を踏まえて、事業化に向けた取り組みが開始されることで、本SATREPSの成果の社会実装、より一層、確実なものになると期待している。

### 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

2020年1月頃から日本でもコロナウイルスの感染者が出始め、農研機構からの海外出張が見合わせとなった。この間、クワ担当の山之内専門家、小山専門家、製糸担当の伊賀専門家がケニアへ出張予定であったが渡航できなかった。製糸棟のボイラーから製糸機械へとつながる蒸気配管に取り付けるための減圧弁を日本からケニアに送ったが、取り付けに至らなかった。引き続きNSRC職員が蒸気圧に配慮しながら運転を行うことが期待される。

ケニアでも2020年3月13日に初の感染者が確認されて以降、感染拡大を阻止する対策として、感染国からの入国停止、学校等教育関連施設の休校、貨物機以外の国際線の運行停止、夜間外出禁止令、都市間の移動制限等、次々と大統領府からの発表があった。NSRCはナイロビ都市区域外となり、通勤に支障をきたす職員が少なからずいたこと、都市間の移動制限が発令された際にたまたま地方へ帰郷していた職員が戻れなくなった、など多くの問題が発生した。これらについては、特別通勤の許可を取る、公用車での移動許可を取得して、遠方から戻れない職員を迎えに行くなど順次対応し、現在も越境者については随時公用車による送迎を行なって対処していると聞いている。専門家だけでなく調整員も現地を離れているため、メールでのやりとりによってクワ、カイコ、エリサンの維持と実験、野蚕の収集等を継続しているが、日本にいる専門家が実物を見て細かい指示を出すことができないために、サンプリングの日時や量にばらつきが出て再試や補足実験が必要となり、処理に遅れが出るなど、業務の遂行に支障が出ている。また、飼育棟の建設が現地で行われているが、コロナの影響で作業員が出勤できない時期もあったため、竣工の遅れが懸念されている。工事の進捗がわかるように随時写真を送ってもらっているが、やはり細かいところが見えず、実感が難しい。これらの問題については、ケニア、日本双方の担当者が辛抱強く綿密にメールでやり取りする以外に対処方法がなく、ほぼ毎日、時には1日に10通以上のメールが大量の写真とともにやりとりされることもある。今回のメールでのやり取りでは隔靴搔痒の感はあるものの、こちらから依頼する調査項目も非常に多く、大変な業務をケニア側でこなしてくれたことに感謝したい。また、図や表で原理から解説したり、方法や注意点を細かく記述して送る機会が多く、ケニア側の担当者にも必要に迫られて勉強する機会が多く、直接見せたり口頭で説明するよりも、書類として残る、という良い点もあったと思いたい。

#### ◆ケニア側の人材育成について

ケニアでは、様々な作業を非正規などの低賃金労働者に頼りがちで、また研究者などの正規職員は命令を出すのみ、労働は非正規に任せるといった不文律がある。そのため、NSRC 所長自らが手を動かして手本を見せるように心がけており、高齢の職員の意識も徐々にではあるが変わってきている。現在は日本とケニアが密に連絡を取ることで、進捗状況などの把握に努めている。日本に博士後期課程学生として長期留学していた2名、および博士前期課程学生として長期留学中の1名に対しては、すべての実験を本人がやるように習慣づけているため、今後は改善が期待できる。

進捗管理は重要で、毎週月曜日、NSRC の関係者が集まり、各課題ごとに進捗を報告し、確認するという習慣が定着してきた。日本人専門家が現地に滞在している時は、一緒に参加して、内容の確認をしている。



ケニア現地(NSRC)で毎週月曜日に行われているミーティングの様子

#### (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

桑園の管理や土壌改良技術の指導は、クワ専門家による短期的なケニア滞在を繰り返しても効果が現れなかった。長期間、ケニアに滞在して、指導する体制にする必要があると考え、1年の半分以上をケニアに滞在してもらえるクワの専門家をH30年度より新たに雇用して、課題1, 2の体制を整えた。これにより、現地の職員、不定期雇用者などにも桑園の管理、桑の育種、土壌改良などの技術移転が円滑に行われたことにより、ジーンバンクの管理技術が格段に向上した。

また、同専門家には、日本で行う短期研修の講師も担当してもらい、7月と8月は日本でクワの管理と育成についての技術指導を依頼した。これによって、日本で行う短期研修が、ケニアで有効に作用しているかを検証することができた。クワについての研修は増殖法や調査法などの単なる技術習得のみならず、一定の期間のクワの栽培管理や連続した経過観察を経験させた短期研究者の受け入れにより、ケニアでの栽培管理をケニア単独で継続できるように体制が整いつつある。

#### (3) 研究題目2 : 「クワの品種育成」

リーダー：山ノ内 宏昭

クワの育種には、長い年月が必要とされる。長期間の安定した雇用が保障された有能な職員が当該課題の研究に就くよう、日本側から強く要請する必要がある。一例をあげると、現在ケニアで試みているコルヒチンによるクワの倍数体の作成がある。この手法により、カイコが食べるの葉の収量が多い品種改良につながり、さらには、人間が食べることのできる桑の実（果実）のを大きな品種に改良することが可能になる。しかしながら、本手法は一度の処理だけで短期間で完成するものではなく、コルヒチン処理で染色体倍化に成功しても、倍化した枝だけを選抜する作業や、選抜して増殖した株の特性が安定して現れるか（先祖返りがおきないか）など、継続的な観察と維持管理作業が必要とされる。この選抜過程、および維持管理は専門知識を有した上で判断が必要となるので、一朝一夕にはいかない。現状は、指導を受ける側の NSRC 職員は、すべて非正規雇用職員である。職員のパーマネント採用を日本側から強く要請したが、うまくいっていない。しかしながら、若手研究者による日本での学位取得が終わった今、その研究者によるマネジメントが期待されている。

#### (4) 研究題目 3 : 「カイコの品種育成」

リーダー：山本 公子

カイコの品種育成は木内専門家により選抜の基準が設けられ、またカウンターパートの責任者である Kasina 所長により系統維持用の飼育、また商品としての繭を生産する商用飼育の部署に分けられていた。退職した木内専門家に代わり、門野専門家が赴任し、飼育の継続ができるように取り計らわれている。飼育施設の狭さ、管理技術の甘さ、職員の飼育練度の低さ、飼育大半を非正規雇用職員に依存してしまうことにより、商用飼育に関しては未発達のままである。しかしながら、日本人専門家と NSRC 職員により系統選抜が行われた結果、系統維持用の飼育は日本人専門家不在時でも問題なく運用されており、ケニアでの養蚕技術定着への足がかりとしては成功を収めている。農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）生物研においても、商用飼育（大量飼育）と系統維持飼育（小規模飼育）は別物とされ、商用飼育は大規模にカイコの飼育が必要となることから、病気の発生や餌の不足などが日本でも農家において問題とされやすい。通気性の良い環境、清潔な環境が不可欠とされるため、日本人専門家を中心となり、清掃の徹底を図っているものの、非正規雇用職員に任せきりの状況ではうまくいきにくいと考えられる。職員の意識改革により状況が変化し、数人の正規雇用職員と非正規雇用職員が協力して、大量飼育に関わることで、人手が増えつつあり、飼育環境への配慮も随分改善している。

#### (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

ケニアとの共同研究は昨年度、大幅に方針が変更されたため、現在は現地で DNA タイピングできるように体制を変えている最中である。また、ケニア在来野蚕の絹糸の素材開発にも JKUAT の学生などのケニア人が主として活動し始めおり、ようやく着手できるような体制が作られた。日本サイドは総力をあげて、素材化の目処をつけ、プロジェクト終了までには、広く宣伝できる新素材が開発できると期待している。



JKUAT での、学生を囲んでのディスカッションの様子

#### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

##### (1) 成果展開事例

新菱冷熱工業株式会社が、本 SATREPS に合わせて、ケニア向け仕様として開発した養蚕機械「自動毛羽取り装置 MayuClear<sup>®</sup>」が研究拠点の NSRC で使用された。その成果が 2019 年 9 月 4 日にプレスリリースされた。日刊工業新聞や建設工業新聞に掲載された。

2019 年 8 月 28 日に横浜で開催された TICAD7 での「STI for SDGs についての日本アフリカ大臣対話」（文科省主催）において、本 SATREPS 課題が、日アフリカの共同研究事例として紹介された。

##### (2) 社会実装に向けた取り組み

アフリカ産シルクに興味を持つ日本企業は多い。ただ、興味はあっても、日本で得られるアフリカの内部情報は乏しく、なかなかアフリカとの接点を見いだせないでいたというのが実情のようだ。本 SATREPS プロジェクトにより、日本の公的研究機関の職員がケニアに滞在するようになったことで、日本企業にとっての現地調査や情報収集が容易になったようだ。これまでに複数の民間企業が日本から訪れ、NSRC を含めた現地の調査をしたが、いずれの訪問も、我々のプロジェクト専門員の現地での支援があったからこそ実現した視察である。本 SATREPS が日本の企業に対してのビジネスチャンスの拡大に貢献していることは間違いない。視察後は、試験用として数十から数百キロのマユを KALRO に発注する。こうした発注が、KALRO の養蚕部門に外部資金をもたらすだけでなく、活気を与える。

一帯一路政策も手伝ってか、中国のケニア進出がめざましい。養蚕でも中国企業のケニア進出が計画されているが、ケニア人独自も養蚕業に興味をもち、世界進出を図っている。中国の動きを警戒する声も多数あるが、中国進出がケニアの養蚕関連企業を刺激し、市場拡大のきっかけとなりつつあり、本 SATREPS プロジェクトにとっても好機になっている。

#### V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本プロジェクトを広く一般に紹介するため、ケニアにおける活動内容に関する動画を業者に委託して作成した。日本語及び英語のバージョンがあり、専門業者による撮影・編集のため、洗練された出来映えになっている。この動画については、近日中に公開することを予定している。

さらに 2 月以降にはコロナウイルス感染拡大の影響で渡航が困難になったことから、日本人専門家が不在の間にも現地での技術指導が容易に進められるように、接ぎ木によるクワの苗木育成法についての動画を国内で農研機構のスタッフのみで作成した。現地からの要望があればクワの栽培、育種など、よ

り幅広い内容について技術指導のための動画を作成する予定である。

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	国際学会	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, Akiyo Jourakuc*, Genome-wide SNP marker discovery and phylogenetic analysis of mulberry varieties using double-digest restriction site-associated DNA sequencing. Gene, 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 $\alpha$ -Helices and Their Influence on Physical Properties of S. c. ricini Native Fiber, Molecules, 24, 3741	doi:10.3390/molecules24203741	国際誌	発表済	
2019	Kelvin O. Moseti, Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda,* and Yasumoto Nakazawa*, StructureWater-Solubility Relationship in $\alpha$ -Helix-Rich Films Cast From Aqueous and 1,1,1,3,3,3-Hexafluoro-2-Propanol Solutions of S. c. ricini Silk Fibroin, Molecules, 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 $\alpha$ -Helices into Cross- $\beta$ -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
2019	Taiyo Yoshioka, Tsunenori Kameda, "X-ray Scattering Analyses Quantitatively Revealed Periodic Hierarchical Structure of Polyalanine $\beta$ -sheet and Non-polyalanine Amorphous Domains in Antheraea assamensis (Muga) Silk", J. Silk Sci. Tech. Jpn.2019.03.27, pp.95-101		国内誌	発表済	
2019	Yoshioka, T., Tsubota, T., Tashiro, K., Jouraku, A., Kameda, T., A study of the extraordinarily strong and tough silk produced by bagworms, Nature Communications 10, 1469	https://doi.org/10.1038/s41467-019-09350-3	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 (2020) Small-Angle X-ray Scattering Analysis Revealed a Hexagonal Packing of Nanofibrils in Bombyx mori Silkworm Silk, J Silk Sci. Tech. Jpn		国内誌	in press	

論文数 4件  
うち国内誌 2件  
うち国際誌 2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 Yukihiro, Hideki Sezutsu, Takuya Tsubota, Yoko Takasutsunenori Kamdaand Naoyuki Yonemura, Insect silks and cocoons: Structural and molecular aspects in extracellular Composite Matrices in Arthropods, Springer p515-555.	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, 27ページから28ページ	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, 2018.8, vol.87, 2, 89ページから90ページ	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」No84 2020.3 pp.6-7	総説	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/QLT解析による、繭多収量性に関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、タワーホール船堀(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 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 第66回日本シルク学会研究発表会 p19 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 Agriculture and Food Research Organization), Kenji Watanabe (National Agriculture and Food Research Organization), Kazuhisa Miyamoto (National Agriculture 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 Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae and Nosema bombycis. The 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry, Tsukuba Japan, 19th-22nd November 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 Research 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 November 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 November 2019	口頭発表
2019	国際学会	Peter M. Munguti, Derya Aytemiz Gultekin, Hidetoshi Teramoto, Sokaku Ichikawa, Tsunenori 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 November 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 November 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/ 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
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 Marburg大学), クロスβシート構造を持つ素材をシルクで作出す, 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 Marburg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, 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/RTL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 nucleopolyhedrovirus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—日本蚕糸学会第88回大会— 名古屋大学大学院生命農学研究所 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ラしさのポイント、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ラしさ、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、タワーホール船堀(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、勾坂晶、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イ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イルス(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 -Toronto 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 between 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

招待講演	5 件
口頭発表	33 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 0 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 (「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
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

1 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
2017	2017/6/3	信濃毎日新聞	岡谷から線系機、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 (開催国)	参加人数 (相手国からの 招聘者数)	公開/ 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種の新ヤ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

7 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 ・カウンターパートファンドについて ・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 (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3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"> <li>海外からの養蚕技術協力要請などに応える人材の育成</li> <li>日本企業へのクワや絹などの生産物の供給</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
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"> <li>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</li> <li>カイコ、野蚕等の新規有用遺伝子(群)の知財獲得</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際交流を通じた国内の養蚕関連技術水準の維持・向上</li> <li>東アフリカのリーダー格であるケニアとの交流強化</li> </ul>
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"> <li>クワおよびカイコの育種マニュアル</li> <li>クワの遺伝的多型に関する論文</li> <li>カイコのQTL解析に関する論文</li> <li>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</li> </ul>

## 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。

