

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と利用に資する研究」

研究課題名「高栄養価作物キヌアのレジリエンス強化生産技術の開発と普及」

採択年度：令和元年度（2019年度）／研究期間：5年

相手国名：ボリビア多民族国

令和3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間*1

2021年6月19日から2026年6月18日まで

JST側研究期間*2

2019年6月1日から2025年3月31日

(正式契約移行日2020年6月3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：藤田 泰成

国際農林水産業研究センター・生物資源・利用領域

プロジェクトリーダー

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	2019年度 (10ヶ月)	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
1. 遺伝資源の整備とゲノム育種基盤の構築	既存遺伝資源のリスト化	種子増殖と表現型解析	保存系統の決定	遺伝子型決定とデータベース構築	遺伝資源保管システム完成	
1-1. 遺伝資源の収集・整備およびこれを用いた育種基盤の構築	近縁野生種の探索	種子増殖と表現型解析	種子増殖と表現型解析	種子増殖と表現型解析	種子更新プログラム完成	
1-2. 遺伝子同定を加速するためのNAM集団の構築	世代促進および親個体の遺伝子型決定	NAM集団(F ₂)の完成	形質調査とデータベース構築	NAM集団保管システム完成		
2. 早生およびレジリエンス強化に関わる育種素材の開発	早生遺伝子の同定	マッピング集団(F ₃)完成	マーカー完成	早生品種母本の育成	早生大粒形質の選抜	有用母本の開発
2-1. 早生品種母本の育成	有用形質の評価系の構築	形質評価系の完成	有用遺伝子の同定	有用遺伝子の同定	有用遺伝子機能解析	遺伝子の機能説明
2-2. 有用遺伝子の同定と機能説明	環境ごとの問題点の抽出・適正品種の選定	有用生物資源の同定	有用生物資源の同定	有用生物資源の同定	有用生物資源の同定	有用生物資源の同定
3. 持続的高生産を実現する栽培体系の開発	試験地の決定、現地栽培試験の体制構築	品種×環境相互作用の解析、各栽培体系の持続可能性の評価	環境ごとの問題点の抽出・適正品種の選定	圃場試験の実施(輪作、間作、耕畜連携、土壌侵食防止)	持続可能な栽培技術体系の開発	
3-1. 安定多収技術の開発	試験地の決定、現地栽培試験の体制構築	有用生物資源の探索・評価	有用生物資源の探索・評価	有用生物資源の探索・評価	有用生物資源の探索・評価	
3-2. キヌア生産に資する有用生物資源の探索・活用	試験地の決定、現地栽培試験の体制構築	意思決定支援モデル構築のためのデータ蓄積	意思決定支援モデル構築のためのデータ蓄積	意思決定支援モデル構築のためのデータ蓄積	意思決定支援モデル構築のためのデータ蓄積	
3-3. 意思決定支援システムの開発	試験地の決定、現地栽培試験の体制構築	モデルサイト(1か所)における実証	モデルサイト(1か所)における実証	モデルサイト(1か所)における実証	モデルサイト(1か所)における実証	
3-4. 耕畜連携技術の改善	未利用資源の飼料化・家畜の栄養状態の検証	未利用資源の飼料化・家畜の栄養状態の検証	未利用資源の飼料化・家畜の栄養状態の検証	未利用資源の飼料化・家畜の栄養状態の検証	未利用資源の飼料化・家畜の栄養状態の検証	
4. アルティプラノにおける普及ネットワークの構築	モデルサイトの検討	ベースライン調査	SNS普及システムの提案	プラットフォームの形成	普及システムに関する評価	普及システムの改良プラットフォームの完成
4-1. 普及システムの開発	モデルサイトの検討	ワークショップの開催	ワークショップの開催	SNSによる情報提供ワークショップの開催	SNSによる情報提供ワークショップの開催	普及マニュアルの完成
4-2. 普及システムによる農業技術の移転	モデルサイトの検討	ワークショップの開催	ワークショップの開催	ワークショップの開催	ワークショップの開催	200戸への技術移転

(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)

特になし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本 SATREPS プロジェクトは、令和2年6月2日(以下、日時は、原則として、日本時間で表記)に R/D を締結し、JST の研究プロジェクトとしては、同年6月に開始した。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響により、JICA と国際農研の事業契約は当初予定より大幅に遅れ、翌年の令和3年2月3日になってようやく締結された。その後、同事業契約に基づき同年6月19日に業務調整員がボリビアに着任し、同日に本プロジェクトは、国際共同研究プロジェクトとして正式に開始した。

この日を契機にして、予定されていた機材の調達の準備やプロジェクトの開始に必要な日雇い雇用などのための海外送金の準備を開始し、同年9月の播種シーズンから、オンラインとメールなどのやりとりにより、現地でのプロジェクトを開始した。正式に国際共同研究が開始した令和3年6月より、現地でのキックオフミーティング開催の機会をうかがっていたが、新型コロナウイルス感染症の状況を考慮して、現地での開催を断念し、同年11月19日にオンラインでキックオフミーテ

ィングを開催した。

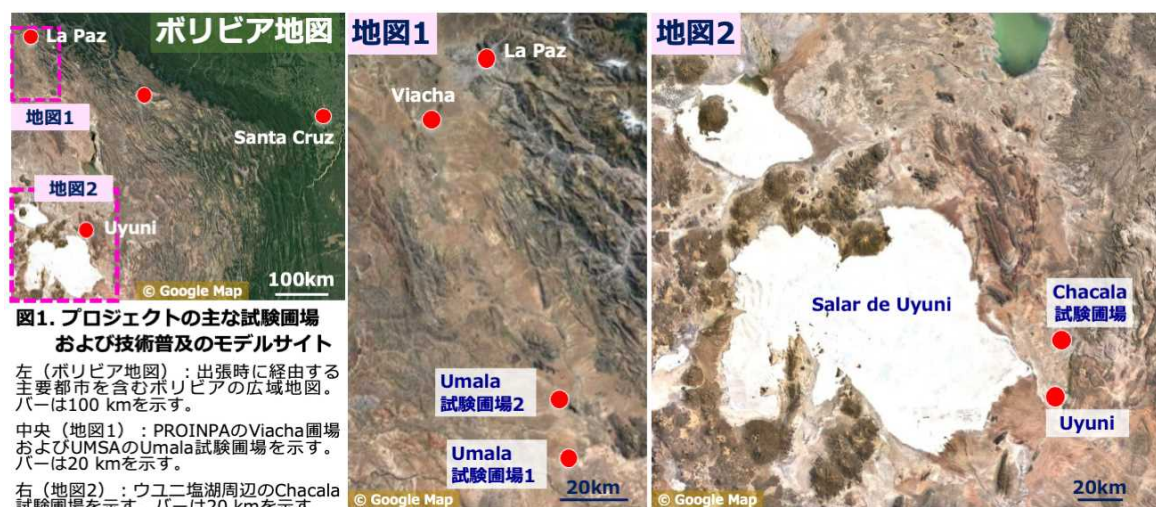
令和2年9月から11月にかけて、ボリビアのキヌアの主産地である高地高原地域が干ばつや異常低温、季節外れの霜や雹などに見舞われたが、今年度も令和3年9月から12月初旬にかけての播種シーズンに、干ばつや異常低温、季節外れの霜や雹などの天候不順による被害に見舞われた。また、その後の記録的な大雨により、畑や道路が浸水する被害もあり、ボリビアの高地高原全域のキヌア栽培の収量は、平年の半分程度にまで落ち込んだ。そして、これら一連の天候不順により、本年度のキヌア栽培試験も少なからず影響を受けた。二年続けての記録的な天候不順によるキヌア栽培への大打撃により、本プロジェクトで取り組むキヌア栽培のレジリエンス強化生産技術の開発が待ったなしの状況であることを実感した。

日本側研究チームは、本年度も、コロナ禍により国内外において移動の制約を受けたが、国内でできる基盤研究に力を置き活動を行った。研究題目1や2では、有用キヌア系統を開発するための基盤研究を行い、研究題目3では、現地で実施するドローンによる解析や栽培技術に関する基盤研究に加えて、国内で飼育されているリヤマと近縁のラクダ科家畜であるアルパカを用いた基盤研究を実施した。これらの国内基盤研究の成果を、今後の現地での活動に最大限活かしていく予定である。特に、対象低利用作物（孤児作物）のゲノムを決め（Yasui et al., DNA Res. 2016, 23:533-546）、さまざまな遺伝子型や表現型をもつ遺伝的に均質な自殖系統を作出して整理し（Mizuno et al., DNA Res. 2020, 27:dsaa022）、その遺伝子機能を解析する実験系を開発する（Ogata et al., Front Plant Sci. 2021, 12:643499）という非モデルの低利用作物研究における新しい先端的な取り組み（藤田・永利, アグリバイオ 2022, 6:396-400）が高く評価されており、世界の植物科学研究者が本プロジェクトのキヌアの基盤研究の今後の新展開に期待している（Bazihizina et al., New Phytologist 2022, <https://doi.org/10.1111/nph.18205>）。

一方、ボリビア側研究チームもコロナ禍により国内外の移動の制約を受けていたが、オンライン会議やメールなどを通して、両国チームで議論しながら現地での活動を実施した。しかし、正式に国際共同研究を開始してから、現地での打合せが行われていなかったため、困難な状況も多々あった。例えば、コロナ禍のため、渡航できなかった間に、本プロジェクト形成の初期から関わってきた主要な3名のメンバーが急逝したが、それによりプロジェクトにどの程度の影響があり、その後再び態勢が整えられたかなどは、リモートのやりとりだけでは、十分にわからなかった。このため、ボリビアへの渡航の機会をうかがい、令和4年1月に、日本側代表と課題代表あわせて5名の海外出張が承認され、同年3月にボリビアへ渡航した。多くの方々の協力の下、5名とも無事ミッションを遂行し、帰国することができた。ボリビア側のカウンターパート機関であるサン・アンドレス大学（UMSA）とアンデス農業研究普及機関（PROINPA）および国内共同研究機関の課題代表メンバーが一堂に会し、さまざまな打合せを行い、第1回 Technical Comittee (TC) を実施した。また、計12カ所の試験圃場などにおいて、研究プロジェクトの進捗を確認し、併せて遺伝資源調査や限界地域調査を実施した。さらに、在ボリビア日本大使館やJICAボリビア事務所に加えて、カウンターパート機関の本部にも表敬訪問を行い、本プロジェクトへの支援態勢を確認した。

全体を通じて、ボリビア・日本双方の学生や若手研究者のグローバル化対応を見据えた人材育成などは実施してきたものの、人的交流としては、日本研究チーム5名のボリビアへの渡航のみにとどまった。本年度は、コロナ禍の制約のため、十分に進められなかったが、規制の緩和に応じて、

今後人的交流を積極的に進めて行く予定である。また、本年度は、コロナ禍による規制の状況に応じてではあるが、現地での活動は、ある程度実施することができた。コロナ禍の影響による遅延などがみられる研究題目もあったが、第1回TCで報告したように、実際に実施できた活動をベースにして考えるとほぼ予定通りの成果が得られた。また、令和4年3月11日には、UyuniのChacalaの圃場(図1、地図2)で、PROINPAが技術講習会(Dia del Campo)を実施しており、社会実装に向けた取り組みも、本年度、大きな一歩を踏み出した。さらに、本年度は、社会実装に向けた各種ベースライン調査も実施しており、基盤研究から社会実装までを包括する本プロジェクトが、コロナ禍の制約の中、実質的に活動を開始できた一年となった。これらの成果をより効果的に発信するために、本年度中の試験運用を経て、令和4年4月より本SATREPSプロジェクトのホームページを公開する予定である。



(2) 研究題目1: 「遺伝資源の整備とゲノム育種基盤の構築」
 京都大学 (リーダー: 安井康夫)

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

研究題目1では1-1) 遺伝資源の収集・整備およびこれを用いた育種基盤の構築、および1-2) 遺伝子同定を加速するためのNested Association Mapping (NAM) 集団の構築について以下のように実施し、成果を得た。

1-1) 遺伝資源の収集・整備およびこれを用いた育種基盤の構築

本年度は、PROINPAの担当者とメールやオンライン会議で連絡を取り、キヌア遺伝資源の採集を開始した。PROINPAの担当者は、ボリビア国内で18個体のキヌア栽培種(*C. quinoa*)に加えて17個体の野生種(*C. quinoa ssp. melanospermum*)から種子を採集した。また、令和3年3月に行われたボリビアと日本の合同チームによる遺伝資源調査において、4個体の栽培種に加えて、17個体の近縁野生植物(未同定種も含む)から種子を採集した。これらの種子を用いて、次年度に発芽・栽培試験を実施する予定である。これまでに、PROINPAの担当者との連携により現地でキヌア遺伝資源の採集を実施する体制が整ったため、ボリビアにおけるキヌア遺伝資源の構築へ向けた研究基盤は、本年度でほぼ確立できたと考えている。

【令和3年度実施報告書】【220531】

1-2) 遺伝子同定を加速するための NAM 集団の構築

研究題目 2 と連携して、現地カウンターパートとメールやオンライン会議で密に連絡を取り、NAM 集団の親個体を決定した。その後、PROINPA の Viacha 試験場 (図 1、地図 1) で同集団の雑種第一世代 (F₁) の育成を開始した。NAM 集団では、軸となる 1 つの共通親と複数の品種との F₁ から、交配組み合わせごとに Recombinant Inbred Line (RIL) 集団を作製する (すなわち NAM 集団は共通する親を持つ RIL の集合体である)。この時、共通親との交配に使用される系統は、各 RIL の創始系統となることから、founder と呼ばれる。NAM 集団では共通親のゲノムによって founder のゲノム領域が分断化されるため、もともとの founder 集団が持っていた集団構造が解消される。このため、高い精度での相関マッピングが可能である。また、一方で各 RIL の後代から有望な育種素材を見つけることも可能である。これらの点をふまえ、合同研究チームとしては、NAM 集団の共通親として、PROINPA において開発された優良品種である大粒性品種を用いることとした。また、NAM 集団の founder 系統として、合計 6 系統を用いることとし、本年度に F₁ を作出することができた。UMSA の担当者が、これらの親個体のゲノム DNA を抽出しており、現在、次世代シーケンス解析の発注を準備中である。また日本国内においても南部高地型キヌアを共通親として、17 系統を founder とする NAM 集団を育成しており、F₂ から F₄ 世代まで育成を進めている。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

次々に改良されていく遺伝子型決定法についての技術移転を行った。安価に多数のサンプルを扱うことが可能な ddRAD 法だけでなく、今後、Mig-seq 法などについても技術移転を行う予定である。

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

La Paz の南東 50 km 程の比較的温暖湿潤な La Paz 川沿いにおいて、Ajara (*C. quinoa ssp. melanospermum*) と思われる野生種を発見した。これまでに温暖湿潤地帯 (地域) に生育する Ajara の系統の中にはべと病耐性を示すものがあることが知られており、今回見つかった野生種も重要な遺伝資源と考えられる。今後、La Paz 川沿いの Ajara の分布状況を調査するとともに、種子の採集を検討する。

④研究題目 1 の研究のねらい (参考)

研究題目 1 ではキヌアの遺伝資源を整備し、ゲノム育種基盤の構築を目指す。

⑤研究題目 1 の研究実施方法 (参考)

研究題目 1 では「1-1) 遺伝資源の収集・整備およびこれを用いた育種基盤の構築」と「1-2) 遺伝子同定を加速するための NAM 集団の構築」を実施する。1-1) では 300 系統を目標としてキヌアおよびその近縁野生種を収集し、持続可能な遺伝資源保管システムを構築する。また保存系統の遺伝子型と表現型を実装したキヌア遺伝資源統合データベースを構築する。1-2) では、消費者に人気のある大粒品種を軸とした NAM 集団を育成することにより、迅速な遺伝子同定と育種素材開発の

基盤を構築する。

(3) 研究題目 2 : 「早生およびレジリエンス強化に関わる育種素材の開発」

国際農林水産業研究センター（リーダー：永利友佳理）

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

研究題目 2 では 2-1) 早生品種母本の育成、および 2-2) 有用遺伝子の同定と機能解明について以下のように実施し、成果を得た。

2-1) 早生品種母本の育成

プロジェクト開始時より、日本とボリビア双方の研究チームにおいて、個別に早生品種母本の育成を進めてきた。日本では、早生系統と大粒系統の交配により作製した RIL 集団の育成を行っている。本年度は、国際農研において、昨年度までに準備した 2 種類の交配集団の F₅ 世代の植物（計約 350 系統）についての詳細な表現型解析を実施した。開花時期や収穫時期など特に注目している主要な形質について表現型解析を行い、すべての系統の葉を採取して、QTL-seq 解析に必要なゲノム DNA の抽出を行った。

ボリビアでは、PROINPA の Viacha 試験場（図 1、地図 1）において、早生品種母本の育成を実施している。本年度は、メールやオンラインによる協議に基づき、課題 1-2 と連携して PROINPA において開発された大粒性品種を交配母本とし、これまでの栽培試験において早生の形質を持つ 2 品種を交配親として決定した。これらの品種の交配を計画的に実施し、現在 F₁ 世代の育成を進めている。また、これらの系統の親世代からゲノム DNA を抽出し、全ゲノム配列決定 (Whole Genome Sequencing, WGS) 解析に向けた準備を進めている。本年度においても、新型コロナウイルス感染症の影響により、活動にさまざまな制約があったことに加えて、播種時期の干ばつ、その後（12 月以降）の記録的な降雨により、予定していた栽培や解析に遅れが生じた。一方で、このような状況下においても、昨年度分の遅れを取り戻すことができているため、実際に実施できた活動をベースにして考えると、達成状況は順調であると言えるだろう。

2-2) 有用遺伝子の同定と機能解明

昨年度論文を発表した「ウイルスベクターによるキヌアの遺伝子機能抑制技術 (ALSV 法)」を用いて、有用形質遺伝子の機能解析を実施した。これまでに報告したゲノム情報をもとに、有用性が期待できるキヌアのさまざまな候補遺伝子（開花制御遺伝子やイオンチャネル遺伝子など）を標的としたウイルスベクターを作出し、調製したベクターウイルスを接種したキヌアの遺伝子発現や表現型の解析を行った。

②研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

交配後の次世代の遺伝子確認試験において、日本で実施している簡易的な手法を提案し、プロトコルの共有化と必要な備品の準備を進めている。

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

コロナ禍の対策として実施されている外出制限などにより、予定していた WGS 解析に遅れが生じている。

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

有用系統、有用遺伝子単離に向けた評価系の構築とそれを用いた有用遺伝子の同定、遺伝子機能解析を通して、耐乾性、耐塩性、耐冷性および耐病性などを付与したレジリエンス強化キヌア品種の育成を加速化する。

特に、本課題では、作物としては、ほぼキヌアしか栽培できないというこの過酷なアルティプラノの環境において、土壌劣化の防止と持続可能な農業の実現の観点から、たいへん重要な意味を持っている早生品種の育成を最優先課題としている。干ばつが長引き播種時期が遅れても、早生品種のキヌアを栽培することさえできれば、人々は集落に定住でき、畑や休閑地も管理され、土壌の劣化の防止にもつながるからである。一方で、早生品種は、晩生品種に比べると収量が減ることが予想されるが、研究題目 3 と連携して、キヌアの収量を増加させる効果的な栽培体系と組み合わせることにより、最終的には、早生品種においても一定の収量を確保することを目指している。

また、世界中で需要が高く経済的価値も高い一方で、乾燥地域での栽培に適している大粒性品種を基軸品種として扱う。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

2-1) 早生品種母本の育成については、ボリビア側、日本側の両研究機関で、それぞれ有用品種作出を進める。

2-2) 有用遺伝子の同定と機能解明については、ボリビア現地品種の遺伝子解析は、GWAS などの技術を用いて連携をとりながらボリビア側で遺伝子機能解析を進める。遺伝子のメカニズムの解明や同定などは、国際農研が中心となって必要な栽培系や解析系を確立し、研究を進める。

(4) 研究題目 3 : 「持続的高生産を実現する栽培体系の開発」

東京農工大学（リーダー：桂圭佑）

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

本年度は当初の計画通り栽培試験を開始した。Viacha の試験圃場（図 1、地図 1）では、キヌアの作付体系へ Vetch（マメ科ソラマメ属）を組み込む試験および現地主要キヌア品種を用いた品種比較試験を開始した。また、Chacala の圃場（図 1、地図 2）では、キヌア作付体系への Lupin（マメ科ソラマメ属）の導入試験と 3 種の現地自生植物を用いた風食防止技術の開発の栽培試験を開始した。品種比較試験では、ドローンを用いてキヌアのスペクトルデータを取得する予定であったが、今年度も栽培試験期間中は、日本から現地に渡航できなかったため、実施できなかった。

UMSA チームは、有用生物資源を探索するために、自生植物の調査を行った。その結果、3 種の経済的価値が高い可能性のある自生植物および生物農薬として有用と考えられる 4 種の自生植物を選抜した。また、本年度、キヌア残渣に含まれるフェノール化合物や生理活性物質を分析する実験

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

系を確立し、分析を開始した。さらに、収集した窒素固定細菌を分離して特性評価を行い、3種の窒素固定細菌株を選抜した。PROINPA チームは、これまでに収集している微生物の中から、有用な菌株のスクリーニングを開始した。また、生物農薬を開発するために、2種の菌株について最適培養条件の検討を開始した。

耕畜連携に関しては、日本国内において、キヌア残渣の茎に白色担子菌を接種することにより、キヌア残渣中のリグニン含量の低下を解析する実験プロトコルを確立した。また、現地のリヤマを用いた解析の予備試験として、北海道内で飼育されているリヤマに近縁のラクダ科家畜であるアルパカを対象にして、各種実験を行い、栄養状況を把握するための分析法や糞の分析により妊娠を鑑定する方法を確立した。

圃場試験では初期の干ばつや生育後期の多雨により、キヌアの生育が大きく抑制された。あわせて、コロナ禍による制約も大きかったが、予定していたすべての栽培試験や研究室内での分析を開始できただけでなく、今後の課題も抽出でき、達成状況は順調であると言える。

②研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

今年度は、栽培試験期間中に日本人研究者が現地での試験に参加できなかったため、具体的な技術移転は行えていない。

② 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

オンライン会議を重ねるうちに、現地でもキヌアの作付体系が変化してきていることがわかってきた。ViachaやUmala(図1、地図1)などの北部高地周辺では、ジャガイモ、キヌアおよびムギ類の輪作が行われてきたが、労働力不足やキヌアブームの影響により、キヌアの単作が増えてきているようである。マメ科を用いた持続的な作付体系技術の開発は、当初は、ウユニ塩湖周辺でLupinの野生種をキヌアの作付体系に組み込むことにより進めていたが、このような北部高地における作付体系の変化を考慮し、PROINPAのViacha試験場において、新たに北部高地で栽培可能なマメ科植物であるVetchを作付体系に組み込んだ栽培試験を開始した。なお、ウユニ塩湖周辺で栽培できるマメ科作物は現在のところ本プロジェクトで活用しているLupinの野生種のみである。このLupin野生種はViacha試験場付近の北部地域では病害虫被害が甚大になるため栽培できない。そのため、北部地域ではVetchを組み込む試験を検討している。休閑期間中にマメ科を導入することは土壌浸食の防止や肥沃度の向上に資するため、現地に十分導入可能であると考えている。また、キヌアとマメ科を混作する場合は特に光競合が問題になる可能性はあるが、一般にキヌアの方がマメ科作物よりも草丈が高いため問題にならないと考えている。この点についてはキヌアの草丈や葉群展開にどの程度系統間差異があるのかを系統間比較試験で調査するとともに、混作試験でのキヌアの生育の様子を観察していく予定である。また、令和4年3月の出張時に、現地で打ち合わせを行い、ドローン空撮画像と機械学習を活用したキヌア収量の簡易測定技術の開発についても、来年度より本格的にデータ収集を開始することになった。

④研究題目3の研究のねらい(参考)

Viacha試験場における品種比較試験により、キヌアの品種特性の整理を行う。Chacala(図1、

地図 2) や Umala (図 1、地図 1) の実際の農家圃場において、キヌアの生産性制限要因を明らかにすることにより、それぞれの環境における生産性向上のための育種戦略を提案する。品種比較試験では、分光反射特性によるキヌアの生育予測モデルの開発も併行して行うことにより、衛星データからキヌアの実収量の予測を行うモデルの開発につなげる。Chacala において、土壌浸食の抑制技術として生垣に活用できる生物資源を探索・選抜し、生垣の効果を検証する実験系を構築する。また、Chacala では土壌肥沃度の維持を目的として、マメ科作物の Lupin を作付体系へ導入する。さらに、ドローン空撮画像と深層学習を活用することにより、現地のキヌアの実収量を簡易に推定する技術開発にも取り組む。また、乾燥地に適応しているリヤマにキヌアの茎や葉などの未利用の収穫残渣に対して菌処理を行い、飼料価値を上げた形で給与する。一方でリヤマの糞尿をキヌアの栽培に活用することにより、耕畜連携の改善を図る。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法 (参考)

農家圃場の調査では Umala と Chacala の 2 つの集落を対象に、作付前あるいは直後に土壌サンプルを採集し、土壌物理化学性の分析を行う。また、農家に聞き取り調査を実施するとともに、収穫期に収量調査を行うことにより、収量制限要因の解明を行う。収量調査時には、UAV を用いて空撮も行う。品種比較試験では、基本的な生育・収量調査とあわせて、分光反射特性からキヌアの生育(バイオマス、葉面積指数)を予測するモデルを開発する。衛星データの分光反射特性と統合することにより、衛星データからキヌアの生育の予測を試みる。

持続的な作付体系の開発に向けては、休閑期間中あるいはキヌア作付期間中にマメ科作物導入の効果を検証する栽培試験を実施する。現地の植生を用いた生垣の風食防止効果の検証においては、ドローンを用いた調査態勢を確立する。有用な生物肥料や生物農薬については、まずは UMISA および PROINPA の実験室内で選抜を行い、3 年目以降にポット試験や圃場試験により、その効果の検証を行う。また、収穫期に UAV を用いて圃場上空の空撮を行い、その後、株ごとに数百点の収量調査を実施することにより、画像データからのキヌアの実収量を推定する技術を開発する。

耕畜連携に関しては、ボリビア国内の白色担子菌をキヌアの茎や葉などの収穫残渣に接種し、茎や葉のリグニン分解を促進することにより、飼料価値の向上を目指す。リヤマの飼養量の改善を図ることにより、耕地に投入できる堆肥量の増加を目指す。3 年目以降にポット試験や圃場試験により、これら有用生物肥料の効果の検証を行う。

(5) 研究題目 4 : 「普及ネットワークの構築」

帯広畜産大学 (リーダー: 藤倉雄司)

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

これまでに技術普及のモデルサイトとして、Umala (図 1、地図 1) と Chacala (図 1、地図 2) の 2 サイトを決定した。本年度は、これらの地域において、それぞれ 60 戸の農家を対象としてベースライン調査を実施した。調査は各農家を訪問し、構成員の特徴、キヌア栽培、リヤマの飼養状況、スマートフォンの利用等について直接質問を行った。

その結果、Chacala 地区の調査対象者 60 名 (Chita および Keasa を含む) の識字率は 100%で、

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

家族構成は平均 4.3 人であった。所有している耕地面積は平均 20.6ha で、この内キヌアの平均栽培面積は 10.3ha であった。農家の 80%は 1 年休閑を実施していた。調査対象者の 86%はスマートフォンを利用し、この内 94%はコミュニケーション手段として“WhatsApp”を利用していた。

PROINPA は、令和 4 年 3 月 11 日に Uyuni 市 Chacala 地区の圃場において、Uyuni 市周辺の農家を対象にした技術講習会を実施した。これは PROINPA が現時点で技術普及を行っているキヌアの栽培技術や土壌保全などに関する現地講習会であり、約 40 名の農家の参加があった。この講習会で、今後、キヌアプロジェクトからどのようにして技術情報を受け取りたいかを調査したところ、76%の方が現地で直接情報を得られる技術講習会の実施を希望していること、また、61%の方が WhatsApp による情報の受け取りを希望していることが明らかになった。この結果を受けて、今後、これら 2 つの手法を中心に普及ネットワークを構築することとした。

②研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

本来ならば、日本側とボリビア側の研究者が共同でベースライン調査を実施すべきであったが、コロナ禍の影響により、日本側研究者がボリビアに渡航できなかったため、ボリビア側スタッフのみで実施した。現在、取得したデータを解析中であり、今後、データの理解、補足調査の実施等を通して技術移転を進めていく。

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

コロナ禍の影響により、現地で日暮共同チームによるベースライン調査は、実施できなかった。

④研究題目 4 の研究のねらい（参考）

ボリビアで農業技術を普及するには、農家を集めてワークショップを行う方法が一般的である。本プロジェクトでは、これに加えて SNS による情報発信を行うことにより、多面的な情報発信によるネットワークの構築を目指している。今年度の調査により、農村地域でのスマートフォンの普及状況や SNS の利用状況を確認することができたため、具体的な情報発信に向けた取り組みを開始する。

⑤研究題目 4 の研究実施方法（参考）

次年度は長期滞在のスタッフを派遣することから、現地のカウンターパートとともに、スマートフォンを介した SNS の活用方法手順を検討する。また、農家対象のワークショップを開催し、技術移転可能な事項から順に情報発信を行う予定である。本プロジェクトにおいて、SNS と対面の両面から技術移転の情報を発信する体制を構築する。

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）

コロナ禍における活動の状況は前年度に比べて改善した。本年度は、一度だけであったが、研究代表と課題代表からなる 5 名の日本研究チームがボリビアに渡航し、予定通りミッションを遂行して無事に帰国することができた。現時点で、ポストコロナに向けた動きは進展しており、次年度からは、本格的な活動を実施できることが期待される。

本プロジェクトでは、JST のプロジェクトとしては令和 2 年 6 月からの正式開始となっている一方で、コロナ禍の影響により、JICA のプロジェクトとしては、令和 3 年 6 月からの正式開始となっている。本プロジェクトの準備は、条件付きで採択された令和元年度より進めてきたが、コロナ禍により、これまで国内研究を中心に進めてきた。そのため、国内研究は順調に進んでいるが、ボリビアでの研究活動はオンライン会議やメールなどを通して、両国チームで議論しながら、本年度ようやく開始することができた。実際に実施できた活動をベースにして考えると、ボリビアでの研究も予定通り進んでいるとは言えるが、JST 側のプロジェクトと JICA 技術協力プロジェクトの間には、1 年程度のギャップがある。今後は、予定以上に進んだ国内基盤研究を活用して、キヌアのゲノム育種や世代促進、遺伝型・表現型解析などの研究を強力に推進することにより、この想定外の事態の長期化による国際連携プロジェクト活動の制約や遅延に対応する。

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

本国際共同研究実施上の主要な懸案事項は、以下の 3 点である。まず、1 点目は、機材の納入が大きく遅れている点である。コロナ禍などの影響により、世界的に機材の納入状況が悪化している背景はあるが、契約までに至る事務的な手続を含めて遅れているため、機材納入にかかるすべての工程にわたって改めて問題点を抽出する作業にとりかかっている。2 点目は、政府関係者との連絡が取りづらい点である。政権交代が相次ぎ、それに伴って官僚もどんどん入れ替わっていき、プロジェクト形成時に賛同いただいた担当大臣や次官だけでなく、R/D に署名した大臣やそれを支える次官以下の担当者もすべて入れ替わっており、政府との関係を維持していくのがたいへん難しい状況である。JICA やカウンターパート機関が主となるが、政権や担当者が交代する度に、関係の構築に注力する必要がある。3 点目は、円安が進み、また、コロナ禍などの影響により、航空運賃や納入機材の値段も高騰しており、実質的に予算が大幅に目減りしていることが挙げられる。関連するほかの予算やプロジェクトを連結させる形で、基盤研究から社会実装への活動が十分にできるよう努力する。

なお、JST の研究題目 1 から 4 は、JICA 技術協力プロジェクトの Project Design Matrix (PDM) および Plan of Operation (PO) の Output および Activity の 1 から 4 に対応しており、以下に研究題目ごとに詳述する。

(2) 研究題目 1 : 「遺伝資源の整備とゲノム育種基盤の構築」

京都大学（リーダー：安井康夫）

研究題目 1 では、現地での植物採集、圃場での形質調査、PROINPA での種子保存、UMSA での分子遺伝学実験と多岐にわたる作業が必要となるため、実施予定事項のフレームをスライドにまとめ、会議では逐一実施予定事項の確認を取るようにしている。また、遺伝子型決定や表現型調査などについては、課題 2 との連携が多くなるため、次年度より、両国の課題 1・2 の関係者とのオンラインによる定例会議を開催する予定である。現在、新型コロナウイルス感染症の影響により、ボリビア国内での移動に制約があり、ボリビア国内で自由に種子などの採集作業が実施できない状況

下にあるが、JICA 担当者と密に連絡を取り、遺伝資源の採集地域の拡大を検討する必要がある。

(3) 研究題目 2 : 「早生およびレジリエンス強化に関わる育種素材の開発」

国際農林水産業研究センター（リーダー：永利友佳理）

研究題目 2 において実施している早生品種母本の育成においては、交配や栽培を PROINPA が担当し、それらの材料を用いたゲノム解析を UMSA が担当する。計画を課題担当者全員で確認するだけでなく、実際の実験等の実施日程や両機関の連絡調整なども、日本側が主体となって連絡を取り合うことが、研究を効率的に進める上で重要な要素であることがわかってきた。WhatsApp などを活用し、情報共有の効果的な方法を引き続き検討していく。

(4) 研究題目 3 : 「持続的高生産を実現する栽培体系の開発」

東京農工大学（リーダー：桂圭佑）

研究題目 3 では、現地の圃場や農家圃場を使った試験を行う必要があるため、事前に相手国側のカウンターパートと調整して、圃場試験について十分な共通認識を持っておく必要がある。また、カウンターパートが農家のコミュニティーとのネットワークを十分に構築している必要がある。本プロジェクトにおいて、PROINPA と UMSA は、これらの条件を満たしており、滞りなく圃場試験を進めることができた。しかし、やはり細部についてはメールベースでのやり取りでは限界があるので、課題 3 と 4 の関係者で毎月 1 回オンライン会議を行っている。また、現地で広く使われている SNS である WhatsApp を活用し、頻繁に現地スタッフと連絡を取り合うようにしている。

(5) 研究題目 4 : 「普及ネットワークの構築」

帯広畜産大学（リーダー：藤倉雄司）

コロナ禍の影響でフィールドワークに制限がかかっていることから、普及を目的とした計画が滞っている状況である。今年度農村地域におけるスマートフォンの利用状況を確認できたことから、次年度以降 SNS の具体的活用法を検討し情報発信につなげて行く。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

該当事例なし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

本プロジェクトの社会実装の拠点地の一つである Oruro 県 Umala 市では、キヌアと Lupin の混作実験を市役所関係者と農家と連携して実施している。また、本プロジェクト研究の活動の様子や成果をより効果的に発信するために、本年度中の試験運用を経て、令和 4 年 4 月より、本 SATREPS プロジェクトのホームページ (<https://www.jircas.go.jp/ja/satreps-bolivia>) を公開する予定である。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

該当事例なし。

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

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

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

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2019	Yasui, Y. (2020) History of the progressive development of genetic marker systems for common buckwheat. <i>Breeding Science</i> 70(1), 13-18.	doi.org/10.1270/jsbbs.19075	国際誌	発表済	
2019	Matsui, K., Yasui, Y. (2020) Buckwheat heteromorphic self-incompatibility: genetics, genomics and application to breeding. <i>Breeding Science</i> 70(1), 32-38.	doi:10.1270/jsbbs.19083	国際誌	発表済	
2020	Matsui, K., Yasui, Y. (2020) Genetic and genomic research for the development of an efficient breeding system in heterostylous self-incompatible common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>). <i>Theor. Applied Genet.</i> 133(5), 1641-1653.	doi.org/10.1007/s00122-020-03572-6	国際誌	発表済	
2020	Mizuno, N., Toyoshima, M., Fujita, M., Fukuda, S., Kobayashi, Y., Ueno, M., Tanaka, K., Tanaka, T., Nishihara, E., Mizukoshi, H., Yasui, Y., Fujita, Y. (2020) The genotype-dependent phenotypic landscape of quinoa in salt tolerance and key growth traits. <i>DNA Res.</i> 27(4), 1-20.	10.1093/dnares/dsaa022	国際誌	発表済	
2020	Imamura, T., Yasui, Y., Koga, H., Takagi, H., Abe, A., Nishizawa, K., Mizuno, N., Ohki, S., Mizukoshi, H., Mori, M. (2020) A novel WD40-repeat protein involved in formation of epidermal bladder cells in the halophyte quinoa. <i>Commun. Biol.</i> 3, 513.	10.1038/s42003-020-01249-w	国際誌	発表済	
2020	Ogata, T., Toyoshima, M., Yamamizo-Oda, C., Kobayashi, Y., Fujii, K., Tanaka, K., Tanaka, T., Mizukoshi, H., Yasui, Y., Nagatoshi, Y., Yoshikawa, N., Fujita, Y. (2021) Virus-mediated transient expression techniques enable functional genomics studies and modulations of betalain biosynthesis and plant height in quinoa. <i>Front. Plant Sci.</i> , fpls.2021.643499	10.3389/fpls.2021.643499	国際誌	発表済	
2020	Yamaguchi, Y., Tanaka, Y., Imachi, Y., Yamashita, M., Katsura, K. (2021) Feasibility of combining deep learning and RGB images obtained by unmanned aerial vehicle for leaf area index estimation in rice. <i>Remote Sensing</i> 13, 84.	10.3390/rs13010084	国際誌	発表済	
2021	Peprah, C. O., Yamashita, M., Yamaguchi, T., Sekino, R., Takano, K., Katsura, K. (2021) Spatio-temporal Estimation of Biomass Growth in Rice Using Canopy Surface Model by Unmanned Aerial Vehicle Images. <i>Remote Sensing</i> , 13, 2388	10.3390/rs13122388	国際誌	発表済	
2021	Targeted amplicon sequencing + next-generation sequencing-based bulked segregant analysis identified genetic loci associated with preharvest sprouting tolerance in common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>) Ryoma Takeshima, Eri Ogiso-Tanaka, Yasuo Yasui, Katsuhiro Matsui <i>BMC Plant Biology</i> 21(1) 28 2021年	10.1186/s12870-020-02790-w	国際誌	発表済	

論文数 9 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 9 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
2020	永利友佳理 (2020) キヌアのミステリーで世界を救う、広報JIRCAS Vol. 6、pp.8-11、国際農林水産業研究センター	広報誌	発表済	
2020	藤田泰成 (2020) 高栄養価作物キヌアのレジリエンス強化生産技術の開発と普及、JIRCAS NEWS No.89、p. 10、国際農林水産業研究センター	広報誌	発表済	
2020	永利友佳理 (2020) 早生およびレジリエンス強化に関わる育種素材の開発、JIRCAS NEWS No.89、p. 11、国際農林水産業研究センター	広報誌	発表済	
2021	永利 友佳理 (2021) 過酷環境に耐える高栄養価作物キヌアで気候変動に立ち向かう、熱帯農業研究、14、39-40	総説	発表済	
2021	永利 友佳理、桂 圭祐、藤倉 雄司、安井 康夫、藤田 泰成 (2021) 過酷環境に耐える高栄養価作物キヌアで世界の食料問題に立ち向かう、雑穀研究、36、15-17	総説	発表済	
2021	Kashiwa, T.(2021) Fusarium wilt of banana in Japan, PROCEEDINGS on FFTC-VAAS-CABI' s International Webinar on Fostering Sustainable Management of Banana Diseases in Asia, 25-30.	Proceeding	発表済	
2022	藤田 泰成、永利 友佳理 (2022) キヌアのゲノム育種へ向けた新展開、アグリバイオ、6月号	総説	in press	
2022	小賀田 拓也、豊島 真実、小田(山溝) 千尋、小林 安文、藤井 健一郎、永利 友佳理、藤田 泰成、田中 孝二郎、田中 努、水越 裕治、安井 康夫、吉川 信幸 (2022) ウイルスベクターを用いたキヌアの遺伝子機能解析法、国際農林水産業研究成果情報	刊行誌	in press	
2022	柏 毅、鈴木 智大 (2022) ダイズ紫斑病菌のゲノム情報、国際農林水産業研究成果情報	刊行誌	in press	

著作物数 9 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

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2019	国際学会	Nagatoshi Y (JIRCAS), Fujita M (RIKEN), Fujita Y. (JIRCAS), The opposite roles of Protein kinase CK2 α and β subunits in ABA signaling in Arabidopsis. Plant, Cell & Environment 40th Anniversary Symposium, Sep 4-6, 2019, Glasgow, Scotland	ポスター発表
2019	国内学会	藤田泰成(国際農研)、孤児作物の活用による持続可能性の向上: 過酷環境に耐える高栄養価作物キヌアの謎に迫る。植物科学シンポジウム2019、2019年12月11日、文京区	招待講演
2019	国内学会	藤田美紀(理研)・菊池沙安(理研)・豊島真実(国際農研)・藤田泰成(国際農研)・セタ高也(かずさDNA研究所)・篠崎一雄(理研)、自動フェノタイプングシステム “RIPPS” の新機能開発とプラットフォームの構築、第61回日本植物生理学会年会、2020年3月19-21日、大阪	口頭発表
2019	国内学会	惠木徹(帯広畜産大学)・花田正明(帯広畜産大学)・藤倉雄司(帯広畜産大学)・西田武弘(帯広畜産大学)・福岡直希(帯広畜産大学)・Njolomba Joshua(帯広畜産大学)・山川政明(道総研畜試)、低温培養条件下におけるキヌア茎に対する白色担子菌処理効果、第76回日本草地学会発表会、2020年3月24日-25日、静岡	口頭発表
2019	国内学会	永利友佳理(国際農研)・藤田泰成(国際農研)、CO2供給人工気象器を用いたダイズの世代促進技術の開発、第249回日本作物学会講演会、2020年3月26-27日、つくば	ポスター発表
2019	国内学会	永利友佳理(国際農研)・藤田泰成(国際農研)、CO2供給人工気象器を用いたダイズの世代促進技術の開発、第137回日本育種学会講演会、2020年3月28-29日、文京区	ポスター発表
2020	国内学会	小林安文(国際農研)・水野信之(京大)・豊島真実(国際農研)・藤田美紀(理研)・安井康夫(京大)・藤田泰成(国際農研)、キヌア系統の遺伝子型と塩耐性形質の俯瞰的解析第62回日本植物生理学会、2021年3月14-16日、松江(オンライン開催)	口頭発表
2020	国内学会	藤田美紀(理研)・菊池沙安(理研)・豊島真実(国際農研)・水野信之(京大)・安井康夫(京大)・藤田泰成(国際農研)・篠崎一雄(理研)、自動フェノタイプングシステムRIPPSおよび温室栽培によるキヌア自殖系統の表現型解析、第62回日本植物生理学会、2021年3月14-16日、松江(オンライン開催)	口頭発表
2020	国内学会	永利友佳理(国際農研)、過酷環境に耐える高栄養価作物キヌアで気候変動に立ち向かう、日本熱帯農業学会第129回講演会、2021年3月16-17日、オンライン開催	招待講演
2020	国内学会	小林安文(国際農研)・水野信之(京大)・豊島真実(国際農研)・藤田美紀(理研)・福田将太(鳥取大)・上野まりこ(京大)・田中孝二郎(アクトリー)・田中努(アクトリー)・西原英治(鳥取大)・水越裕治(アクトリー)・安井康夫(京大)・藤田泰成、網羅的なキヌア自殖系統における遺伝的多様性と塩耐性および農業形質の多様性評価、日本育種学会第139回講演会、2021年3月19-21日、オンライン開催	口頭発表
2020	国内学会	洪美礼(東京農工大)・豊島真実(国際農研)・小林安文(国際農研)・藤田泰成(国際農研)・桂圭佑(東京農工大)、キヌアの塩ストレスに対する反応性の遺伝的グループ間差異に関する研究、日本作物学会第251回講演会、2021年3月29-30日、オンライン開催	ポスター発表
2021	国際学会	Kashiwa, T. (2021) Fusarium wilt of banana in Japan, FFTC-VAAS-CABI International Webinar, July 22, Online	招待講演
2021	国際学会	Nagatoshi, Y., Mizuno, N., Ikazaki, K., Oya, T., Yasui, Y., Ogiso-Tanaka, E., Ishimoto, M., and Fujita, Y. (2021) Transcriptome analysis of soybean responses to water deficit conditions in the field, 10th Asian Crop Science Association Conference (ACSAC10) on Agriculture, Environment and Health for Future Society in Asia, Sep 8-10, オンライン開催	口頭発表
2021	国際学会	Hong, M., Toyoshima, M., Yasui, Y., Fujita, Y., Katsura, K. 2021. Differences in the strategies of salinity tolerance between two different genotypic groups of quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.). 10th Asian Crop Science Association Conference, Sep 8-10, オンライン開催	ポスター発表
2021	国際学会	Yamaguchi, T., Menge, D., Gichuhi, E., Peprah, C. O., Yamashita, M., Makihara, D., Katsura, K. 2021. Effect of environmental differences on empirical regression models for estimating leaf area index using vegetation indices in rice. 10th Asian Crop Science Association Conference, Sep 8-10, オンライン開催	ポスター発表
2021	国内学会	小賀田 拓也、豊島 真実、小田(山溝) 千尋、小林 安文、藤井 健一郎、田中 孝二郎、田中 努、水越 裕治、安井 康夫、永利 友佳理、吉川 信幸、藤田 泰成 (2021c) ウイルスペクターを用いたキヌアのベタレン色素合成遺伝子の解析、第38回日本植物バイオテクノロジー学会(つくば)大会、9月9-11日、オンライン開催	口頭発表
2021	国内学会	小賀田 拓也、豊島 真実、小田(山溝) 千尋、小林 安文、藤井 健一郎、田中 孝二郎、田中 努、水越 裕治、安井 康夫、永利 友佳理、吉川 信幸、藤田 泰成 (2021b) ウイルスペクターを用いたキヌアの遺伝子機能解析系の確率、日本植物学会第85回大会、9月16-20日、八王子(オンライン/オンライン開催)	口頭発表
2021	国内学会	小林 安文、水野 信之、豊島 真実、藤田 美紀、福田 将太、上野 まりこ、田中 孝二郎、田中 努、西原 英治、水越 裕治、安井 康夫、藤田 泰成 (2021) キヌア系統の栽培環境への適応的分化、日本植物学会第85回大会、9月16-20日、八王子(オンライン/オンライン開催)	口頭発表
2021	国内学会	安井康夫(京大)、ソバ全染色体の塩基配列決定、日本育種学会第140回講演会、2021年9月24日、オンライン開催	招待講演
2021	国内学会	小賀田 拓也、豊島 真実、小田(山溝) 千尋、小林 安文、藤井 健一郎、田中 孝二郎、田中 努、水越 裕治、安井 康夫、永利 友佳理、吉川 信幸、藤田 泰成 (2021a) キヌアの遺伝子機能解析研究を推進するウイルススペクター系の開発、第44回日本分子生物学会年会、12月1-3日、横浜(オンライン/オンライン開催)	ポスター発表
2021	国内学会	粕 毅、鈴木 智大 (2021) ダイズを宿主とするCercospora属菌の比較ゲノム解析、第44回日本分子生物学会年会、12月1-3日、横浜(オンライン/オンライン開催)	ポスター発表
2021	国際学会	永利 友佳理 (2021) 脆弱な立場の人々への農業を通じた自立への支援、東京栄養サミット2021 農林水産省サイドイベントのセッション2、12月7-8日、東京、オンライン開催	招待講演
2021	国内学会	永利 友佳理 (2021) 植物の環境ストレス研究で世界の食料問題に立ち向かう!、京都植物バイオテク談話会 第61回植物バイオテクシンポジウム、12月17日、京都(オンライン開催)	招待講演

2021	国内学会	高村大河・山口友亮・大川泰一郎・桂圭佑, 2022.ドローン空撮画像と機械学習を用いたイネ品種の収量マッピングに向けた試み, 日本作物学会第253回講演会、2022年3月27日-28日、オンライン開催	口頭発表
2021	国内学会	惠木 徹, 花田正明, 藤倉雄司, Tomas Acosta, 西田武弘, 福間直希(帯広畜産大学), 太陽光熱前処理回数がキヌア茎における白色担子菌処理に及ぼす影響、日本草地学会第78回発表会、2022年3月25-27日、盛岡(オンライン開催)	ポスター発表

招待講演	6 件
口頭発表	10 件
ポスター発表	9 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 0 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													
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

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
2019	2019.11.19	2019年度 高被引用論文著者(「植物・動物学」分野)	Web of Scienceの論文データに基づき、論文の被引用数による上位1%論文著者に授与される	藤田泰成	クラリベイト・アナリティクス社	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2020	2020/11/19	2020年度 高被引用論文著者(「植物・動物学」分野)	Web of Scienceの論文データに基づき、論文の被引用数による上位1%論文著者に授与される	藤田泰成	クラリベイト・アナリティクス社	その他	
2021	2021/11/17	2021年度 高被引用論文著者(「植物・動物学」分野)	Web of Scienceの論文データに基づき、論文の被引用数による上位1%論文著者に授与される	藤田泰成	クラリベイト・アナリティクス社	その他	
2021	2021/12/23	理化学研究所理事長感謝状	理化学研究所の名声を高めるのに貢献した職員(藤田は、同研究所客員研究員)に対し、理事長より感謝状が授与された。	藤田泰成	国立研究開発法人理化学研究所	その他	

4 件

(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
2019	2019.5.31	科学新聞	途上国のニーズに対応 地球規模課題解決視野	6面	1.当課題研究の成果である	
2019	2019.6.27	La Catedra UMSA	Proyecto sobre la quumua y la seguridad alimentaria	7面	1.当課題研究の成果である	
2019	2019.7.25	TV局2社 (Contacto UMSA Television, TVU)	SATREPS課題に関する取材		1.当課題研究の成果である	
2019	2020.3.9	UMSA Television	CRA調印式を前に岩永理事長への取材		1.当課題研究の成果である	
2019	2020.3.18	JIRCASホームページ	ウユニ塩湖のキヌア – 「スーパーフード」孤児作物研究の意義	https://www.jircas.go.jp/ja/program/program_d/blog/20200318	1.当課題研究の成果である	国際農研の情報収集・提供プログラムがホームページに掲載する「Pick Up」No.4に取り上げられた。
2019	2020.3.19	JIRCASホームページ	ボリビアのサン・アンドレス大学(UMSA)とPROINPAとの共同研究に係る共同研究契約書(CRA)を調印	https://www.jircas.go.jp/ja/reports/2019/r20200319	1.当課題研究の成果である	
2020	2020/10/13	日本農業新聞	キヌアに多様性 品種の改良期待	13面	1.当課題研究の成果である	
2020	2020/10/14	JIRCAS等ホームページ (プレスリリース)	スーパー作物キヌアの多様性を解明 – 高い環境適応性と優れた栄養特性をもつキヌアの品種改良に期待 –		1.当課題研究の成果である	
2021	2020/11/17	国際開発ジャーナル社	高栄養作物キヌアの謎に挑む	国際協力キャリアガイド「新たな形をデザインする」2021-2022, pp75	1.当課題研究の成果である	オンライン取材による雑誌掲載
2021	2021/11/19	UMSAホームページ	PROYECTO DE LA UMSA PARTICIPA EN PROGRAMA MUNDIAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	https://dipgis.umsa.bo/index.php/2021/11/19/proyecto-de-la-umsa-participa-en-programa-mundial-de-investigacion-cientifica-y-tecnologica/	1.当課題研究の成果である	SATREPSプロジェクトとKick-off Meetingの様子を紹介
2021	2022/11/19	PROINPAホームページ	PRESENTACIÓN DE PROYECTO CONJUNTO ENTRE BOLIVIA Y JAPÓN	https://www.proinpa.org/web/presentacion-de-proyecto-conjunto-entre-bolivia-y-japon/	1.当課題研究の成果である	SATREPSプロジェクトとKick-off Meetingの様子を紹介
2021	2022/3/9	UMSAホームページ	JORNADAS DE COORDINACIÓN IIQ-SATREPS	https://umsa.bo/web/2155582/noticias/-/asset_publisher/Az14xP5QxomX/content/jornadas-de-coordinacion-iiq-satreps/2155582	1.当課題研究の成果である	SATREPSプロジェクトとUMSA化学研究所との連携セミナーの様子を紹介
2021	2022/3/14	UMSAホームページ	LA UMSA PROMOVRIENDO EL APROVECHAMIENTO MÚLTIPLE DE ESPECIES NATIVAS DEL ALTIPLANO BOLIVIANO	https://dipgis.umsa.bo/index.php/2022/03/14/la-umsa-promoviendo-el-aprovechamiento-multiple-de-especies-nativas-del-altiplano-boliviano/	1.当課題研究の成果である	SATREPSプロジェクトとウマラ地区での合同調査の様子を紹介

13 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 (相手国参加者数)	公開/ 非公開の別	概要
2021	2021/7/5	業務調整会議	オンライン (日本、ボリビア)	7名	非公開	業務調整員が現地に着任したので、プロジェクト概要について説明し、今後の課題を抽出した。
2021	2021/9/2	課題3, 4の全体会議	オンライン (日本、ボリビア)	6名 (4名)	非公開	課題3, 4について、栽培試験開始に先立ち、内容の詳細について確認をするともに、問題点を洗い出した。
2021	2021/9/11	課題1, 2の全体会議	オンライン (日本、ボリビア)	10名 (6名)	非公開	課題1, 2について、課題の要となる交配系統の決定と今後の進め方について議論した。
2021	2021/9/30	課題4の全体会議	オンライン (日本、ボリビア)	6名 (5名)	非公開	課題4、ベースライン調査の内容について打ち合わせを行った。
2021	2021/11/19	キックオフ・ミーティング SATREPS Bolivia Superfoods Kick-off Meeting	オンライン (日本、ボリビア)	50名 (25名)	非公開	プロジェクトが本格的に始動するにあたり、プロジェクトの紹介に重点を置いた会議を開催した。日本と後援機関等から挨拶をいただき、課題代表者が研究課題の概要を説明した。
2021	2022/2/1	プロジェクト・ホームページを限定公開開始	日本	未計測 (未計測)	非公開	プロジェクトのホームページ(日本語、英語)を研究チーム向けに限定公開した。2022年4月に公開予定である。
2021	2022/2/18	課題3, 4 耕畜連携会議、課題4の全体会議	オンライン (日本、ボリビア)	9名 (6名)	非公開	課題3, 4 耕畜連携の進捗について情報共有を行った。課題4のベースライン調査の進捗確認を行った。
2021	2022/2/25	課題3, 4 耕畜連携会議	オンライン (日本、ボリビア)	9名 (6名)	非公開	課題3, 4 耕畜連携の次年度計画について打ち合わせを行った。
2021	2022/3/7	VIPFEとの打ち合わせ	ハイブリッド	約20名 (約15名)	非公開	プロジェクトの概要をVIPFE(経済企画省)に説明した。
2021	2022/3/7	プロジェクト進捗報告会	ボリビア	約20名 (約15名)	非公開	ボリビア側研究チームが進捗報告を行い、問題点や今後の計画について議論した。
2021	2022/3/9	プロジェクト進捗報告会	ボリビア	約20名 (約15名)	非公開	日本側研究チームが進捗報告を行い、問題点や今後の計画について議論した。
2021	2022/3/11	技術講習会 Dia del Campo	ボリビア	約40名 (約40名)	公開	プロジェクトモデルサイトのチャカラ地区において農業者を集めてワークショップを開催した。害虫防除技術を指導するとともに、携帯電話利用状況の調査を実施し、今後のネットワーク構築に向けた基礎情報を収集した。
2021	2022/3/14	第1回 技術委員会 1st Technical Committee (TC)	ボリビア	約20名 (約15名)	非公開	ボリビア渡航時に第1回TCを現地開催した。これまでの研究活動・成果と今後の計画について課題ごとに発表し、プロジェクトの進め方について議論した。

13 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

研究課題名	高栄養価作物キヌアのレジリエンス強化生産技術の開発と普及
研究代表者名(所属機関)	藤田泰成(国際農林水産業研究センター)
研究期間	2019年度採択(2019年6月1日-2025年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	ボリビア多民族国/サン・アンドレス大学、PROINPA財団
関連するSDGs	2.4 レジリエントな農業生産体系を基盤とした持続可能な食料生産システムの確保 2.5 近縁野生種も含めた遺伝的多様性の維持 15.3 砂漠化への対処と劣化した土壌・土地の回復

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	ボリビア政府が進める高地民族への支援に貢献
科学技術の発展	作物栽培限界地における農業生態系の保全(生物多様性の保全)
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	レジリエンス強化に寄与するキヌアの有用遺伝資源に関する知財獲得とボリビアでのキヌア品種登録
世界で活躍できる日本人人材の育成	国際共同研究の推進や国際学会、査読付き国際学術論文への成果公表を通じた、国際的認知度の高い若手研究者の育成
技術及び人的ネットワークの構築	ボリビアにおけるレジリエンス強化品種開発体制の整備
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	キヌア育種マニュアル、耕畜連携マニュアル、野草育苗マニュアル、査読付き国際共著論文(25報)

上位目標

開発技術が世界各地に普及し、キヌア生産が飢餓や栄養不良の削減に貢献する

農業生態系のレジリエンス強化と持続的管理のための技術が開発され、その普及を通して持続可能なキヌア生産が行われる

プロジェクト目標

地球規模で急激に増加する砂漠化の影響を受けやすい乾燥地域における持続可能な農業生態系の保全と管理を基盤としたキヌアのレジリエンス強化生産技術が開発され、技術普及のための基盤整備を行う

