

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」

研究課題名「ストライガ防除による食料安全保障と貧困克服」

採択年度：平成 28 年度/研究期間：3・4・5年/相手国名：スーダン

平成 29 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 29 年 7 月 31 日から平成 34 年 7 月 30 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 28 年 6 月 1 日から平成 34 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 29 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： 杉本 幸裕

神戸大学大学院農学研究科・教授

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	H28年度 (10ヶ月)	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度	H33年度 (12ヶ月)
1. 自殺発芽誘導剤 1-1. ストライガ		施用法の検討・最適化 T-010の安全性評価	自殺発芽誘導剤の有効性検証・実装	農家圃場での試験 施用法の検討・最適化	農家圃場での試験	農家による実践
1-2. オロバンキ		現地試験準備 自殺発芽誘導の有効性の検証	新たな候補化合物の選抜 自殺発芽誘導の有効性の検証 オロバンキへの適用拡大	ポット試験	候補化合物の圃場試験	
2. 新規発芽調節剤 2-1. プランテオース代謝阻害		遺伝子の取得 酵素の調製	候補化合物の選抜	酵素の調製	候補化合物の構造最適化	候補化合物の選抜
2-2. ノジリマイシンの作用機序の解明		ノジリマイシンの作用機序の解明 ノジリマイシン生産微生物の評価	プランテオース代謝関連酵素の同定 阻害剤のスクリーニング	標的分子の取得		
3. 微生物資材 3-1. 発芽阻害		毒性試験	発芽阻害物質の構造決定 発芽阻害物質の同定・作用機序の解明・機能強化	作用機構の解析と機能強化	資材の圃場試験	
3-2. 発芽促進		1次スクリーニング	発芽促進物質の構造決定 発芽促進物質の同定・作用機序の解明・構造決定・機能強化	作用機構の解析	機能強化とポット試験	

<p>4. 抵抗性イネ</p> <p>4-1. 抵抗性の持続性</p> <p>4-2. 新規品種の選抜</p> <p>4-3. 感受性の昂進</p>		<p>ストライガの分類</p> <p>異なる種子に対する抵抗性評価</p> <p>イネ品種の入手</p> <p>感受性品種の連続栽培</p>	<p>感受性の比較</p> <p>抵抗性評価の連続栽培</p> <p>品種の選抜</p> <p>感受性昂進の評価</p>	<p>抵抗性範囲の確認</p> <p>持続性の評価</p> <p>抵抗性と適応性の評価</p>		<p>農家圃場での栽培試験</p>
<p>5. 有用性探索</p> <p>5-1. メタボローム解析</p> <p>5-2. 生理活性に基づく有用物質の探索</p>	<p>主要な代謝産物のプロファイル作成</p> <p>メタボローム解析</p> <p>生理活性評価</p>	<p>抽出精製法の確立</p> <p>抽出精製法の確立</p> <p>抽出精製法の確立</p>	<p>化学構造の決定</p> <p>抽出精製法の確立</p> <p>抽出精製法の確立</p>	<p>CVIの確立</p> <p>主要成分の抽出精製法の確立・CVIの確立</p> <p>活性成分の構造決定</p> <p>活性成分の構造決定</p>	<p>生理活性物質の探索・抽出・単離・構造決定</p>	
<p>6. 農民学校</p> <p>6-1. 技術の伝播</p> <p>6-2. 技術の受容性調査</p>	<p>FFS運営組織の再構築</p> <p>展示圃場での収量、栽培コストの調査および技術採用状況の調査（毎年）</p>	<p>FFSでの技術の紹介と改良、普及状況の確認（3年目以降毎年）</p> <p>農民学校（FFS）の運営と活用</p> <p>防除法・抵抗性品種の受容性調査</p>				

- 1-1. 現地栽培試験は2017年8月にJICA事業が開始されてから始まった。
研究者以外の取り扱いに備えてT-010の安全性の確認を慎重に進めている。
- 1-2. 現地栽培試験は2017年8月にJICA事業が開始されてから始まった。
- 2-1. プランテオース代謝酵素遺伝子の取得が計画よりも早く達成され、全体の計画を前倒しした。
- 5-2. スーダン側研究者の異動により、生理活性評価に基づく有用成分の探索の開始を遅らせた。

(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)
該当なし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト（公開）

(1) プロジェクト全体

・成果目標の達成状況とインパクト等

防除対象を、ストライガだけでなくオロバンキとフェリパンキにも広げることが構想しているため、2010年以降に公表された様々な根寄生雑草防除に関する論文を網羅して重要な知見を抽出し整理した。研究題目2において、プランテオース代謝酵素遺伝子の取得について、当初計画より早く達成し、その阻害剤の取得にも成功したため、実用化に向けた構造最適化の道筋が予定よりも早く示された。

・プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

該当なし

・地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性、新規性（これまでと異なる点について）

ストライガが宿主から養水分を収奪する仕組みの一つとして、アブシジン酸（ABA）に対する応答の低さが関与しているという知見を得た。これに基づき、ストライガにおけるABAのシグナル伝達系の解析に着手した。予備的な知見として、ストライガのABA受容体は正常であるが下流のシグナル伝達因子に異常を認めた。ABA応答異常の原因を突き止めて、寄生初期のストライガを対象とする防除方策開発の可能性も追求したい。

・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

2017年12月26日開催のJCCで、日本側メンバーに若手研究者を1名追加した。スーダン側でも、5名の若手研究者が追加された。このうち、1名を国費留学生（SATREPS 枠）に申請中である。また、2名が2018年11月に本邦で分子生物学の基礎を研修する予定である。

(2) 研究題目1：「自殺発芽誘導剤の開発と有効性の実証」（リーダー：滝川 浩郷）

①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

自殺発芽誘導剤 T-010 の安全性の確認を慎重に進めている。T-010 製剤を用いたポット試験で T-010 施与量を 100 g a.i. ha⁻¹ から 25 g a.i. ha⁻¹ に減らしても、土壤中のストライガ種子の発芽率もストライガの出現数にも、有意差は認められなかった。したがって、これまでに確認されていた有効施与量（100 g a.i. ha⁻¹）を大幅に低減できるという知見を得た。T-010 は土壤中の *Phelipanche ramosa* 種子の発芽を誘導したが、*Orobancha crenata* 種子の発芽は誘導しなかった。防除対象をオロバンキとフェリパンキに広げる目的で、新たな自殺発芽誘導剤候補化合物としてのエステル系化合物のデザイン・合成を開始した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

自殺発芽誘導剤を用いたポット試験の技術を移転した。日本人研究者がスーダンに滞在していなくても信頼できる試験データを得られるようになった。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

T-010 の土壤中の種子に対する発芽誘導活性が、*P. ramosa* と *O. crenata* で大きく異なることが明らかとなった。

④研究のねらい（参考）

【平成 29 年度実施報告書】【180521】

自殺発芽誘導剤によるストライガ対策の有効性を大規模圃場で実証する。また、オロバンキに対しても自殺発芽誘導技術が有効であることを示す。

⑤研究実施方法（参考）

ストライガ対策に関して、これまでに試験圃場レベルでの有効性が確認された自殺発芽誘導剤 T-010 を用いて施用方法の検討を進め、最終的に大規模圃場での自殺発芽誘導試験を実施する。オロバンキに対しては、T-010 の自殺発芽誘導活性を評価するとともに、新たな候補化合物の選抜を進める。

(3) 研究題目 2：「新規発芽調節剤の開発」（リーダー：岡澤 敦司）

①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

根寄生雑草の発芽時の貯蔵糖であるプランテオースの代謝酵素遺伝子の同定を行った。この遺伝子がコードする α -ガラクトシダーゼを OmAGAL と命名し、OmAGAL の至適 pH が 5.5 であることを明らかにした。さらに、OmAGAL に対する阻害剤のスクリーニングを行い、阻害活性をもつ一連の化合物群を選抜した。並行して、ノジリマイシンが活性を抑制していると考えられるインベルターゼについてタンパク質の発現解析を行った結果、液胞型インベルターゼのリン酸化が阻害されていることを見出した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

サイトカイニン分析用の試薬を分与した。また、ノジリマイシン生産微生物の培養液の根寄生雑草防除効果をスーダン側で検証する準備に着手した。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

プランテオース代謝酵素遺伝子の取得について、当初計画より早く達成した。

④研究のねらい（参考）

プランテオースの代謝酵素およびその阻害剤を取得したことで、実用化に向けた構造最適化の道筋が示されたことに加え、根寄生雑草種子中のプランテオースの重要性を示すことができると考えている。植物中のオリゴ糖の生理的役割を明らかにした研究事例は多くなく、本研究がその一例になると期待される。

⑤研究実施方法（参考）

取得したプランテオース阻害剤を投与した種子中の糖分析を行うことで、仮説の正当性を立証する。また、プランテオース代謝酵素については、基質特異性など酵素学的な特徴を解析する。ノジリマイシンについては標的タンパク質の検出を可能とするリガンドを設計し、その作用点を生化学的に明らかにする。

(4) 研究題目 3：「微生物による発芽調節」（リーダー：谷 修治）

①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

土壌より単離した放線菌培養抽出サンプルから、根寄生雑草の種子発芽を阻害するが、宿主植物、大腸菌、真菌の生育を阻害しないサンプルを複数見出した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

ストライガの種子発芽を阻害する微生物として単離されていた *Trichoderma* 株の培養抽出液から、有機溶媒を用いて活性物質を抽出する技術を移転した。

【平成 29 年度実施報告書】【180521】

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

一次スクリーニングにおいて発芽促進物質を同定することが困難であったため、既知の発芽促進物質である GR24 と協調的に作用して根寄生雑草の種子発芽を促進する化合物の探索を始めた。

④研究のねらい（参考）

自然界より新たに単離した微生物が生産する代謝産物から、ストライガ及びオロバンキの種子発芽を阻害あるいは促進する化合物を同定する。取得した化合物の作用機序を解析すると共に、化合物あるいはその化合物を生産する微生物自体を用いて、ストライガおよびオロバンキによる作物への被害を抑える方法を開発する。

⑤研究実施方法（参考）

微生物が生産する根寄生雑草の種子発芽阻害物質を各種クロマトグラフィーにて精製するとともに、構造を決定する。また、ポット試験における根寄生雑草 *O. minor* のクローバーへの感染を指標として、発芽調節物質生産菌の微生物農薬としての効能を検証し、技術化に向けた課題を抽出する。

(5) 研究題目 4：「イネのストライガ抵抗性の持続性の検証」（リーダー：鮫島 啓彰）

①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

新規ストライガ抵抗性品種の選抜を目指し、ジーンバンクから入手した世界のイネコアコレクション（幅広い遺伝変異をカバーする 69 品種）のストライガ抵抗性を評価した。平成 28 年度に行ったライゾトロン法による接触後抵抗性に加えて、平成 29 年度は発芽試験による接触前抵抗性についても大きな品種間差を確認した。二つの抵抗性がともに高いイネ品種を有望候補品種として選抜した。抵抗性の持続性および感受性の昂進については、現地での活動開始時期がずれこみ、作期を逸したことから計画よりも遅れている。

②カウンターパートへの技術移転の状況

現地でのポット栽培によるイネのストライガ抵抗性の評価のため、網室を 3 棟建設した。テンシオメーターを導入し、実験中の pot 内の土壤水分条件の把握が可能になった。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

スーダン国内のコムギ圃場においてストライガの被害が広がっていることから、コムギ品種のストライガ抵抗性の評価も開始した。コムギについても明らかな品種間差を確認した。

④研究のねらい（参考）

スーダン国内では稲作農家がストライガ被害を受けた例は報告されていない。しかし、ストライガがイネに寄生することは知られており、近隣国のケニア、ウガンダ、タンザニアでは実際に被害が発生している。スーダン国内で被害が発生する前に稲作におけるストライガ対策の重要性を指摘し、抵抗性品種という防除方法を用意することを目的としている。

⑤研究実施方法（参考）

ソルガム圃場由来のストライガ種子に対する抵抗性品種として選抜されたイネ品種について、由来の異なるストライガ種子に対する感受性を評価する。また、繰り返し栽培することで、抵抗性がどの程度持続するかを確認する。感受性品種の連続栽培も行い、ストライガ被害の深刻化を観察する。新たなストライガ抵抗性品種の探索も進める。

(6) 研究題目 5 : 「ストライガの有用性の探索」(リーダー: 久世 雅樹)

①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

ストライガ入手のためのフィールド調査を実施した。ハルツーム近郊の Seleite および Soba にて入手できる体制ができ、成長段階が異なるストライガを研究対象とすることが可能になった。ストライガ乾燥粉末から二次代謝産物を得るため、これまで行ってきたメタノールによる静置抽出に代わって、ソックスレー抽出法を採用することにより抽出効率が向上した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

ストライガ乾燥粉末の調製・ソックスレー抽出方法はすでに現地で共同研究者が実施しており、二次代謝産物の粗抽出に必要な技術の移転は完了している。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

ストライガに含まれる成分には、皮膚アレルギー症状を緩和する薬理効果が期待できるという知見が得られ始めている。今後、この活性成分の精製を進める計画である。

④研究のねらい(参考)

ストライガは根の発達が乏しいため、容易に引き抜くことができる。薬用植物の応用に関する MAPTRI の経験を活用して、ストライガに付加価値を見出し、有用植物への転換に挑戦する。ストライガが収穫対象となれば、速やかに除草が進むことが期待される。

⑤研究実施方法(参考)

メタボローム解析の結果を参考に、ストライガから二次代謝産物を抽出する。抽出溶媒、および、液-液分配の条件を検討する。得られた粗抽出物について、順相および逆相カラムクロマトグラフィーにより精製を進める。

(7) 研究題目 6 : 「農民学校を通したストライガ防除法の共有」(リーダー: 鮫島 啓彰)

①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

Agricultural Research Corporation (ARC) 本部の研究者を中心に農民学校 (Farmers Field School, FFS) の運営組織の再構築を進めた。活動に不可欠な 3 名の専門家 (農業技術普及・農業経済・作物育種) をスーダン国内で選抜し、平成 29 年 12 月の JCC においてプロジェクトメンバーとして承認した。平成 30 年度からの FFS の実施場所、普及する技術の内容、年間スケジュールなどの詳細を策定した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

当該年度に具体的な技術移転は行わなかった。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

研究者と農民間の情報共有のみならず、農民同士の情報交換が活発になることを目的として、FFS の開催村の相互訪問を計画に加えた。

④研究のねらい(参考)

技術の伝播について、輪作、間作、施肥等、すでに確立した耕種的ストライガ防除パッケージを、スーダン国内の農民と共有することを目指す。

⑤研究実施方法(参考)

スーダン国内で最もストライガ被害が深刻な Gedaref 州で、展示圃場および FFS を運営し、農民にストライガ防除技術を紹介する。さらに農民からのフィードバックを整理し、技術の受容性調査を行う。

【平成 29 年度実施報告書】【180521】

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）

ストライガ被害を抑えるには単独の防除方法の開発のみならず、上位目標“An inter-ministerial structure materializes how to disseminate effective technical measures to control Orobanchaceae weeds including *Striga*, which are scientifically proved through Sudan-Japan collaboration.”の達成のため、各題目では関係機関を納得させる科学的知見の蓄積と有望技術の開発に取り組んでいる。平成 30 年度は、日本側では当初の計画通り、ストライガの発芽に効果を有する微生物や化合物の探索、化合物のデザイン・合成・実験室での活性評価、ストライガ代謝産物の精製等を実施していく。スーダンでは、野外試験における自殺発芽誘導剤の評価、イネのストライガ抵抗性の持続性および感受性の亢進の評価、ストライガの手取り除草の効果を検証するための長期圃場試験を開始する。入手したイネ品種の環境適応性の評価も行う。技術普及の有力な手段である FFS の活動は加速する必要がある。

研究題目 1 では、異なる施与量の T-010 製剤のストライガ防除効果を再度確認し、適正施与量を決定する。ソラマメ-*O. crenata* に加え、トマト-*P. ramosa* 系を用いて、自殺発芽誘導によるオロバンキ防除の有効性の検証を継続する。新たな自殺発芽誘導剤の開発を目指し、エステル系化合物を中心とした候補化合物群のデザイン・合成を継続する。

研究題目 2 では、プランテオースの代謝酵素の阻害剤が根寄生雑草の発芽に与える影響を調べ、顕著な影響を及ぼす化合物を選抜する。代謝酵素についての生化学および生理学的な解析を並行して進める。これらの研究については、現在ヤセウツボ (*O. minor*) を用いて日本で行っているが、ストライガを用いた同様の研究をスーダンで進める準備を行う。さらに、日本で調製したノジリマイシン生産菌の培養液の活性をスーダンにてポットレベルで検証する。この培養についてもスーダンへの技術導入を検討する。

研究題目 3 では、*Trichoderma* 培養液由来の発芽阻害物質を部分精製する。また、*Orobanche* の種子発芽阻害サンプルの毒性を試験し、根寄生雑草の種子発芽を選択的に阻害する化合物を精製後、その構造を決定する。一方、根寄生雑草の発芽を単独で促進する微生物培養サンプルは発見できていないため、GR24 による発芽を促進する物質を生産する菌を探索する。

研究題目 4 では、イネ品種のストライガに対する抵抗性の持続と感受性の昂進を調査するため、同一圃場での連続栽培を開始する。選抜した有望候補イネ品種についてスーダン現地の栽培環境への適応性の評価を行う。スーダン国内の異なる地域で異なる宿主からストライガ種子を採取し、レースとして整理する。

研究題目 5 では、ストライガの二次代謝産物の抽出・精製をさらに進め、主要成分を同定する。乾燥粉末からの抽出方法にソックスレー抽出装置を採用し、各種溶媒による抽出効率を検討する。進捗が遅れている生理活性物質については、薬草利用における処方への共通性に着目し、活性評価の標的を絞り、探索を加速する。

研究題目 6 に関しては、Gedaref 州の北部、中部、南部の 3 か所において FFS を実施する。活動を通して、ソルガムの生育・収量の調査、栽培コストの評価、農民の意見の収集を進め、ストライガ防除技術のさらなる改善を目指す計画が立てられている。これを実施するための 第一歩として、休止していた FFS の再興が必須であるが、従来 FFS に中心的な役割を果たしていた ARC の研究者が Gedaref 支所から Khartoum 支所に異動したため、実質的な関与が難しくなった。代わって Wad Medani にある ARC 本部の研究者が主導的な役割を果たすことになり、JCC で 3 名の研究参加者が追加されたが、日本側研

【平成 29 年度実施報告書】【180521】

究者との共同研究の実績は乏しい。2018年度の圃場整備や栽培の開始に間に合うように、関係者間の連携体制を構築すること、および、JICA 経費では支出できない人件費・謝金等に充てる予算の確保を急ぐ必要がある。

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

- ・全体の現状と課題、相手国側研究機関の状況と問題点、プロジェクト関連分野の現状と課題
日本側が中心となっている活動はおおむね順調に進んでいる。一方、スーダンの経済状況の悪化はスーダン側ひいてはいくつかの活動の進捗に影を落としている。例えば、購送機材の通関が滞っている。機材を導入するとともにオフィスを設置する予定の Main Lab の建設も遅れている。とりわけ、スーダン側が中心となって推進する題目 6 (FFS) は、他の活動と異なり首都カルツームから離れた地域で実施されるため、自己の裁量で執行できる予算を確保しないと、機動性が担保できない。
- ・研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫
上位目標であるスーダン側の関係機関の連携によるストライガ対策の実現の中核はスーダン側の代表 (NCR の DG) である。プロジェクト開始直後の 2017 年 9 月に DG が交代したため、新しい DG と関係を構築し事業の趣旨への理解を深めてもらうことを目的に、日本側研究代表と業務調整員を中心として、積極的な協議と情報共有を行った。研究参加者にも事業への理解を深めてもらうため、11 月に 2 名の研究者を日本に招聘した。さらに、11 月末にはスーダンではほぼ全ての研究参加者に集ってもらい、研究代表者が事業運営について説明し、様々な意見を交換した。12 月の JCC での協議を通してさらに理解が深まったと考えている。
- ・プロジェクトの自立発展性向上のために今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項
若手研究者に信頼を寄せて活躍の機会を提供し、失敗を含めてできるだけ多くの経験を積ませることに尽きる。若手研究者がプロジェクトの担い手であることを自覚できない限り、自立発展性の向上は見込めない。この考え方は権威あるいは年長者を重んじるスーダンの文化に必ずしも馴染まないもので、穏やかな浸透を図っている。具体的には、本邦研修にあっては、推薦された者を無条件に受け入れるのではなく、希望する者に意思表示を求め、面談の上で招聘を決定している。また、機材、消耗品の要望に関しても、実験を担当する者の声を通るような運営を工夫しつつある。
- ・手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、内容、解決プロセス、結果
スーダンに購送した機材は予定通り 2018 年 2 月 15 日に到着したが、5 月 20 日現在、通関できていない。機材を受け入れる Main Lab は 2017 年末には竣工の予定であったが、すでに半年近く遅れている。このため、申請時に高く位置付けられた分子生物学および天然物化学の技術移転も遅れている。機材通関および Main Lab の完工について、NCR の DG に繰り返し督促している。
MTA の締結も滞っている。スーダン側では CRA と混同しており、MTA（に相当する文書）は締結済みと誤解されていた。JST からの情報提供を受け、スーダンにおける生物資源の政府窓口は NCR

【平成 29 年度実施報告書】【180521】

を介して情報提供を求めた。2018年1月末にABSに関する状況について連絡があり、スーダンでは名古屋議定書を批准し環境省の傘下にSteering Committeeを設置することは決まっているものの設置が遅れており、代わってmini-committeeが対応するとのことであり、NCRとmini-committeeとの間で2月上旬に協議が行われるとの連絡を受けた。対応機関が明確になったので、NCRを通してmini-committee、Steering Committeeとの協議を進めて、早期のMTAの締結を目指す。

(2) 研究題目1：「自殺発芽誘導剤の開発と有効性の実証」（リーダー：滝川 浩郷）

日本側の研究成果を現場で確認するため、スーダンでの圃場施設と人材の確保が重要である。この2点は、ARC Shambat支所の絶大な支援のおかげで達成できた。2017年度中に広大な圃場が確保され、栽培試験が始まった。また、提供されたスペースに網室を3棟建て、一年を通してポット試験の実施が可能となった。支所の研究員が協力的であることに加えて、経験豊富な実験補助員がNCRの経費で雇用されたことで、栽培管理を任せられる状況ができた。

(3) 研究題目2：「新規発芽調節剤の開発」（リーダー：岡澤 敦司）

生化学・分子生物学の先端技術を用いた研究を進めたいという要望が多いが、その技術を使ってどのような研究を行うかという具体的な目標が定まっていないことが、依然少なくないと感じている。また、社会インフラが未整備なため、試薬が入手困難である場合もある。これらの要望については、現地で何が可能かについて相手国側研究者と時間をかけて話し合い、合意しておくことが必要だと思われる。同様に非常に多くの実施項目が示される場合もあるが、優先順位を明確にしておくことが重要だと思われる。

(4) 研究題目3：「微生物による発芽調節」（リーダー：谷 修治）

微生物の培養抽出物の生理活性を定量的に評価する技術と、得られた結果を統計処理する知識を習得する必要がある。現地で指導することはもちろんのこと、日本に招聘して体系的に技術と知識を習得することも効果的であろうと感じている。

(5) 研究題目4：「イネのストライガ抵抗性の持続性の検証」（リーダー：鮫島 啓彰）

ポット試験栽培しているイネが野犬に荒らされた経験から網室を建設したが、現地で入手可能な網の遮光率が高過ぎたため、イネの生育に十分な光量を確保できなかった。天井部分に覆いのない網室を設置することで、野犬の被害を防ぎつつ、十分な光量を確保できる環境を整えることができた。制約の多い環境では、実験に様々な工夫が求められるし、試行錯誤が必要となる。

(6) 研究題目5：「ストライガの有用性の探索」（リーダー：久世 雅樹）

平成29年度からNCRのMAPTRIとの共同研究を中心に進めており全面的にサポートを受けているので、ストライガ収集から二次代謝産物の粗抽出まで極めて順調に進んでいる。MAPTRIに所属する若手研究者が国費留学生（SATREPS 枠）に申請しており、良好な共同研究体制を構築できている。敬意をもって誠実に接し、約束は必ず守ることが信頼を得る方法であると感じている。

(7) 研究題目6：「農民学校を通したストライガ防除法の共有」（リーダー：鮫島 啓彰）
従来 FFS に中心的な役割を果たしていた ARC の研究者が Gedaref 支所から Khartoum 支所に異動したため、実質的な関与が難しくなった。日本側研究者との共同研究の実績は乏しいものの、Wad Medani にある ARC 本部の研究者が主導的な役割を果たすことになった。異動した研究者から必要な助言を受けられるように、連絡を保っている。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

該当なし

(2) 社会実装に向けた取り組み

地球規模での根寄生雑草防除研究の加速に資するために、近年公表された根寄生雑草防除に関する論文から重要な知見を抽出した。その情報をまとめて総説として公表し、関連分野の研究者と共有した（Hiroaki Samejima and Yukihiro Sugimoto; Recent Research Progress in Combatting Root Parasitic Weeds, *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 32 (2), 221-240, 2018Mar. DOI: 10.1080/13102818.2017.1420427）。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

該当なし

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。)
2016	Samejima, H., Babiker, A.G.T., Mustafa, A., Sugimoto, Y.: Identification of <i>Striga hermonthica</i> -resistant upland rice varieties in Sudan and their resistance phenotypes. <i>Frontiers in Plant Science</i> , 2016 May.	10.3389/fpls.2016.00634	国際誌	発表済	IF 4.495
2016	Samejima, H., Babiker, A.G.T., Hirosato Takikawa, Mitsuru Sasaki, Sugimoto, Y.: Practicality of suicidal germination induction for controlling <i>Striga hermonthica</i> . <i>Pest Management Science</i> , 72 (11), 2035-2042, 2016.	10.1002/ps.4215	国際誌	発表済	

論文数 2 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 2 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	Harada, K., Kurono, Y., Nagasawa, S., Oda, T., Nasu, Y., Wakabayashi, T., Sugimoto, Y., Matsuura, H., Muranaka, S., Hirata, K., Okazawa, A.: Enhanced production of nojirimycin via <i>Streptomyces ficellus</i> cultivation using marine broth, and inhibitory activity of the culture for seed of parasitic weeds. <i>Journal of Pesticide Science</i> , 42, 166-171, 2017.	10.1584/jpestics.D17-036	国際誌	発表済	
2018	Iseki, M., Shida, K., Wakabayashi, T., Mizutani, M., Takikawa, H., Sugimoto, Y.: Evidence for species-dependent biosynthetic pathways for converting carlactone to strigolactones in plants. <i>Journal of Experimental Botany</i> , 69 (9), 2305-2318, 2018 Apr.	10.1093/jxb/erx428	国際誌	発表済	IF 5.830

論文数 2 件
うち国内誌 0 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	鮫島啓彰, 滝川浩郷, 杉本幸裕: 根寄生雑草除去に向けた自殺発芽誘導剤の開発と実証試験. <i>バイオサイエンスとインダストリー</i> , 74, 314-315, 平成28年7月.	国内誌	発表済	
2016	杉本幸裕, 滝川浩郷: 根寄生雑草の潜在的危険性と生活環境に着目した防除の試み. <i>学術の動向</i> , 18-23, 平成28年8月.	国内誌	発表済	
2016	鮫島啓彰, 滝川浩郷, 杉本幸裕: 根寄生雑草の生存戦略の化学的解明と防除への応用. <i>関東雑草研究会報</i> , 第27号, 5-19, 平成29年2月.	国内誌	発表済	
2016	岡澤敦司: オミクス解析による根寄生雑草選択的除草剤の標的探索. <i>日本農業学会誌</i> , 42, 84-90, 平成29年2月.	国内誌	発表済	
2017	Samejima, H., Sugimoto, Y.: Recent research progress in combatting root parasitic weeds. <i>Biotechnology and Biotechnological Equipment</i> , 32 (2), 221-240, 2018 Mar. DOI: 10.1080/13102818.2017.1420427	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
2016	国際学会	Masaki Kuse, Reem Gaddal, Abdel Gabar Babiker, Yukihiro Sugimoto: Towards Maximum Utilization of the Noxious Root Parasitic Weeds. <i>Striga</i> spp. 20th Australasian Weeds Conference, Perth, Australia, 2016 Sep.	ポスター発表
2016	国際学会	Yukihiro Sugimoto, Hiroaki Samejima, Abdel Gabar Babiker, Hirosato Takikawa, Mitsuru Sasaki: Practicality of the Suicidal Germination Approach for Controlling <i>Striga hermonthica</i> . 20th Australasian Weeds Conference, Perth, Australia, 2016 Sep.	ポスター発表
2016	国際学会	Abdel Gabar Babiker, Yukihiro Sugimoto, Abdel Gani Migdam: About the project: Development of counter measures against <i>Striga</i> to conquer poverty and improve food security in Sudan. SATREPS-2 Symposium on <i>Striga</i> Management, Khartoum, Sudan, 2017 Jan.	口頭発表
2016	国際学会	Hiroaki Samejima, Abdel Gabar Babiker, Hirosato Takikawa, Mitsuru Sasaki, Yukihiro Sugimoto: Practicality of the Suicidal Germination Approach for Controlling <i>Striga hermonthica</i> . SATREPS-2 Symposium on <i>Striga</i> Management, Khartoum, Sudan, 2017 Jan.	口頭発表
2016	国際学会	Masaki Kuse, Amina I. Dirar, Ehssan Moglad, Awatif Siribel, Reem Gaddal, Abdel Gabar Babiker, Yukihiro Sugimoto: Towards Maximum Utilization of the Noxious Root Parasitic Weeds, <i>Striga</i> spp. SATREPS-2 Symposium on <i>Striga</i> Management, Khartoum, Sudan, 2017 Jan.	口頭発表
2017	国際学会	Hiroaki Samejima, Abdel Gabar Babiker, Hirosato Takikawa, Mitsuru Sasaki, Yukihiro Sugimoto: Practicality of the Suicidal Germination Approach for Controlling <i>Striga hermonthica</i> in Sudan, 14th World Congress on Parasitic Plants, Asilomar Conference Grounds, 2017 Jun	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 3 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
2016	国際学会	Yukihiro Sugimoto, Masaharu Mizutani, Shunsuke Ishiwa, Hideyuki Suzuki, Hirosato Takikawa: Identification of a sorgomol synthase, that converts 5-deoxystrigol to sorgomol in sorghum. 22th International Conference on Plant Growth Substances, Toronto, 2016 Jun.	ポスター発表
2016	国際学会	Atsushi Okazawa: Metabolic analysis toward development of herbicides selective to root parasitic weeds. NAIST 異分野融合ワークショップ Frontiers in parasitic plant and host interactions, Ikoma, 2016 Aug.	口頭発表
2016	国内学会	井関 萌絵, 水谷 正治, 滝川 浩郷, 杉本 幸裕: カーラクトンからストリゴラクトンへの変換における多様性の解析. 植物化学調節学会第51回大会, 高知, 平成28年10月.	ポスター発表
2016	国内学会	山内 美沙, 小林 紗也, 上野 琴巳, 古本 敏夫, 水谷 正治, 滝川 浩郷, 杉本 幸裕: ササゲによる合成ストリゴラクトンGR24のD環の還元. 植物化学調節学会第51回大会, 高知, 平成28年10月.	ポスター発表
2016	国内学会	支田 香澄, 水谷 正治, 杉本 幸裕: ソルガムにおけるCYP711A酵素の機能解析. 植物化学調節学会第51回大会, 高知, 平成28年10月.	ポスター発表
2016	国内学会	森采美, 井関萌絵, 水谷正治, 杉本幸裕: ササゲにおけるCYP711A酵素の機能解析. 植物化学調節学会第51回大会, 高知, 平成28年10月.	ポスター発表
2016	国際学会	Atsushi Okazawa, Takatoshi Wakabayashi, Yukihiro Sugimoto: Selective Inhibition of Germination of Root Parasitic Weeds by Nojirimycin, an Inhibitor of Planteose Metabolism. SATREPS-2 Symposium on <i>Striga</i> Management, Khartoum, Sudan, 2017 Jan.	口頭発表
2016	国内学会	馬場敦也, 徳永智哉, 木場康介, 小川拓水, 杉本幸裕, 太田大策, 岡澤敦司: 根寄生雑草ヤセウツボの発芽種子で発現している α -ガラクトシダーゼの機能解析. 日本農薬学会第42回大会, 松山, 平成29年3月.	口頭発表
2016	国際学会	Atsushi Okazawa: Metabolism of planteose, a storage carbohydrate in seeds of root parasitic Orobanchaceae. 10th International symposium exploring the global sustainability -Advances in plant biotechnology for agriculture in semi-arid land-, Suita, 2017 Mar.	口頭発表
2016	国内学会	藤岡 聖, 井上知恵, 鮫島啓彰, 水谷正治, 杉本幸裕: アブジン酸に着目した根寄生雑草ストライガの寄生戦略の解析. 日本農芸化学会, 京都, 平成29年3月.	口頭発表
2016	国内学会	山田 莉子, 秦 大介, 久世 雅樹, 滝川 浩郷: Sorgomol光学活性体の合成. 日本農芸化学会, 京都, 平成29年3月.	口頭発表
2016	国内学会	馬場敦也, 徳永智哉, 木場康介, 小川拓水, 杉本幸裕, 太田大策, 岡澤敦司: ヤセウツボの発芽種子に特徴的なプラントオース代謝に関わる酵素の探索. 日本農芸化学会, 京都, 平成29年3月.	口頭発表

2016	国内学会	杉本幸裕:根寄生雑草の種子発芽刺激物質の化学と自殺発芽誘導への応用. 日本農芸化学会シンポジウム, 京都, 平成29年3月.	招待講演
2016	国内学会	岡澤敦司:根寄生雑草に特徴的な代謝経路の同定と選択的除草剤への展開.日本農芸化学会シンポジウム, 京都, 平成29年3月.	招待講演
2016	国際学会	Yukihiro Sugimoto: Physiology and Biochemistry of Host-Parasite Interactions in Root Parasitic Weeds. 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 公開セミナー, 名古屋, 2017 Mar.	招待講演
2016	国際学会	Hiroaki Samejima: Verification examples for suicidal germination approach for controlling <i>Striga hermonthica</i> in Sudan. 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所, 公開セミナー, 名古屋, 2017 Mar.	招待講演
2017	国際学会	Hijiri Fujioka, Hiroaki Samejima, Tomoe Inoue, Masaharu Mizutani, Yukihiro Sugimoto (Kobe Univ): Stomatal Closure and Germination in <i>Striga hermonthica</i> are Not Sensitive to Abscisic Acid, 14th World Congress on Parasitic Plants, Asilomar Conference Grounds, 2017 Jun	口頭発表
2017	国際学会	Takatoshi Wakabayashi, Atsuya Baba, Takumi Ogawa, Yukihiro Sugimoto, Daisaku Ohta, Atsushi Okazawa: Carbohydrate Metabolism during Seed Germination of <i>Orobancha minor</i> as a Target for Selective Control of Root Parasitic Weeds, ICBM2017, Dalian, 2017 July	ポスター発表
2017	国際学会	Atsushi Okazawa: Identification of the target enzyme and screening of their inhibitors for selective control of root parasitic weeds, The 11th International Symposium Exploring the Global Sustainability, Kobe, 2018 Mar	口頭発表
2017	国内学会	馬場敦也、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:ヤセウツボの種子発芽におけるプランテオース代謝に関わる酵素の探索,第35回日本植物細胞分子生物学会、埼玉、大宮ソニックシティ、平成29年8月.	ポスター発表
2017	国内学会	馬場敦也、徳永智也、木場康介、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:根寄生雑草防除のための貯蔵糖プランテオース代謝に関わる酵素の探索、日本生物工学会大会、東京、早稲田大学、平成29年9月.	ポスター発表
2017	国内学会	馬場敦也、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:ヤセウツボの発芽に関わる α -ガラクトシダーゼを標的とする除草剤の探索、日本農芸化学会 関西・中四国・西日本支部 2017年度合同大阪大会、大阪府立大学、平成29年9月.	口頭発表
2017	国内学会	山内 美沙、山内 靖雄、水谷 正治、杉本 幸裕:合成ストリゴラクトンGR24のD環還元を行う酵素の同定、植物化学調節学会第52回大会、鹿児島大学、平成29年10月.	ポスター発表
2017	国内学会	支田 香澄、石輪 俊典、水谷 正治、杉本 幸裕:ミヤコグサを用いたソルガム由来ソルゴモール合成酵素の機能解析、植物化学調節学会第52回大会、鹿児島大学、平成29年10月.	ポスター発表
2017	国内学会	馬場敦也、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:プランテオース代謝を標的としたヤセウツボ発芽阻害剤のスクリーニング、植物化学調節学会第52回大会、鹿児島大学、平成29年10月.	ポスター発表
2017	国内学会	藤岡 聖、鮫島啓彰、水谷正治、杉本幸裕:ストライガの生産するABAがソルガムの気孔閉鎖と生長阻害を引き起こす、植物化学調節学会第52回大会、鹿児島大学、平成29年10月.	ポスター発表
2017	国内学会	濱名実咲、藤岡聖、水谷正治、杉本幸裕:ストライガにおけるストリゴラクトン生合成能の解析、植物化学調節学会第52回大会、鹿児島大学、平成29年10月.	ポスター発表
2017	国内学会	中橋和之、久世雅樹、滝川浩郷(神戸大院):7-Oxoorobancholの光学活性体合成に関する研究、第32回農業デザイン研究会、東京大手町サンスカイルーム(2017Nov)	ポスター発表
2017	国内学会	橋本里奈、久世雅樹、滝川浩郷:Sorgomolの光学活性体の合成研究、第32回農業デザイン研究会、東京大手町サンスカイルーム、平成29年11月.	ポスター発表
2017	国内学会	馬場敦也、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:ヤセウツボの α -ガラクトシダーゼ阻害剤が発芽に与える影響、日本農芸化学会、平成30年3月.	口頭発表
2017	国内学会	馬場敦也、小川拓水、杉本幸裕、太田大策、岡澤敦司:ハマウツボ科根寄生植物の発芽におけるプランテオース代謝、植物生理学会、平成30年3月.	口頭発表
2017	国内学会	鮫島啓彰、杉本幸裕:コアコレクションとライフトロン法を用いたイネ品種のストライガ接触後抵抗性の評価、日本作物学会、平成30年3月.	口頭発表

招待講演	4 件
口頭発表	13 件
ポスター発表	15 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	海外共同発明者への参加の有	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	海外共同発明者への参加の有	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

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	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2017	2017/7/29	Poster prize	自殺発芽誘導の有効性の実証	Hiroaki Samejima, Abdel Gabar Babiker, Hirosato Takikawa, Mitsuru Sasaki, Yukihiro Sugimoto	14th World Congress on Parasitic Plants	1.当課題研究の成果である	

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

0 件

VI. 成果発表等

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

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2016	1月29日	SATREPS-2 Symposium on Striga Management	Conference Hall, Ministry of Higher Education & Scientific Research (Khartoum, Sudan)	約100人 (0人:スーダンでの開催)	公開	プロジェクト概要の説明に続いて、スーダン側から4題、日本側から4題の講演がなされた。NCR、ARC関係者のほか、高等教育省、農業省等からも出席者を得て、南スーダン独立後に原油依存から脱却して農業に軸足を戻さなければならないスーダン政府の関係者に、本プロジェクトの重要性を伝えた。

1 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
2017	12月26日	・進捗状況の共有と問題点の討議 ・メンバー追加の承認	26	1. プロジェクトの概要説明(杉本) 2. スーダン側、日本側の投入説明(Babiker、増田) 3. 本邦研修の報告(Randa) 4. 各課題の進捗状況説明(Babiker、Somaya、Hassan、鮫島、久世、Dafalla) 5. メンバー追加の理由説明と承認(日本側2人、スーダン側11人)

1 件

