

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「スーダンおよびサブサハラアフリカの乾燥・高温農業生態系
において持続的にコムギを生産するための革新的な気候変動耐性技術の開
発」

採択年度：平成 30 年度（2018 年）/研究期間：6 年/

相手国名：スーダン共和国

終 了 報 告 書

国際共同研究期間^{*1}

2019 年 11 月 21 日から 2025 年 3 月 31 日まで

JST 側研究期間^{*2}

2018 年 6 月 1 日から 2025 年 3 月 31 日まで

（正式契約移行日 2019 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： 辻本 壽

鳥取大学・特任教授（名誉教授）

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（公開）

(1) 研究の主なスケジュール

		2018年度 (10ヶ月)				2019年度				2020年度				2021年度				2022年度				2023年度				2024年度			
四半期		I	II	I	II	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1) 遺伝育種グループ																													
1.1 系統の多地点評価																													
1.2 組換え近交系統開発、QTL解析																													
1.3 マーカー開発																													
1.4 集積系統の作製																													
1.5 マーカー選抜育種																													
1.6 新規育種素材の開発と登録																													
1.7 種子生産																													
1.8 将来気象への育種戦略策定																													
1.9 ABA高感受性系統の選抜、QTL解析																													
2) 小麦粉品質グループ																													
2.1 種子形質測定																													
2.2 蛋白質含量と製パン性測定																													
2.3 元素と栄養成分測定																													
2.4 遺伝素材開発																													
2.5 準同質遺伝子系統の開発																													
3) 機構解明グループ																													
3.1 生理応答解析																													
3.2 特異的代謝物の同定																													
3.3 選抜指標開発のためのmRNA同定																													
4) 気候変動グループ																													
4.1 将来気象予測																													
4.2 成長モデル開発																													
4.3 気候変動のコムギ生産への影響																													
4.4 将来気候での遺伝資源評価																													
4.5 将来気候での作物生産技術開発																													
5) 人材育成・普及グループ																													
5.1 ベースライン調査																													
5.2 効果の検証																													
5.3 種子生産																													
5.4 ウェブサイトの設置																													
5.5 IPの設置																													
5.6 日本での研修																													
5.7 現地研修																													

(2) 中間評価での指摘事項への対応

中間評価での指摘事項は次の7項目であり、それに対する対応を個別に記す。

【指摘事項①】 本プロジェクト目標のひとつは、スーダンに適した高温・乾燥耐性の高い品種の登録および種子の増殖と配布である。このことを参画研究者の共通認識として、後半の活動を目指達成に向けた研究に集中し統合化することが重要である。育種目標を明確にし、その達成の道筋を決めて進めていただきたい。

【対応①】 後半の活動において統合化を意識して進めた結果、中間評価以降に出版した原著論文（16報）のうち、相手側研究チームとの共著が12報（75.0%）となり、特にグループ間の共著が増えた（グループ1が中心となり、2との共著が3報、3との共著が1報、4との共著が3報、5との共著が2報）。この成果からも分かるように、参画研究者が共通認識をもち、育種目標を明確にして事業を進めるこ

とができた。

【指摘事項②】コムギ育成材料をスーダン以外の国に分譲する際は、知的財産権を十分に確保してから行っていただきたい。知財管理は後で議論すると却って問題が大きくなり、結果的に解決が困難になってしまうことが多い。早急にプロジェクトの内外で議論を始めていただきたい。

【対応②】スーダン以外の国にコムギ育成材料を分譲するときには、材料分与に関する契約書を取り交わして知財権を確保した。また、種苗登録を専門にする米国作物科学協会発行の、Journal of Plant Registrations 誌に論文を出版し、種子を JST の事業として京都大学が運営する「NBRP コムギ」に保管して知財権確保を行った。

【指摘事項③】高温・乾燥耐性コムギ育種にかかわる基礎研究は順調に進展しているように見受けられる。今後は、遺伝資源の評価（世界の既存品種・系統との相対的な評価）、高温・乾燥耐性の生理学的機構の解明、およびそれらの育種への利用可能性についての解明を期待したい。

【対応③】スーダンの圃場試験において、MSD 系統の遺伝的背景である「農林 61 号」が、スーダンの実用品種より高温耐性を示す事が明らかとなった。そこで、この高温耐性の起源を解明するために、日本品種のコアコレクションをスーダンで評価したところ、「農林 61 号」と「関東 107」が、特に強い高温耐性を示す事が明らかとなり、その結果を国際会議で発表した（論文執筆中）。本プロジェクトでは、「農林 61 号」の遺伝的背景に、タルホコムギ由来の遺伝子を加えた系統を用いることで、さらなる高温耐性を誘導したことになった。高温および乾燥耐性の生理的機構もこれまでの報告と異なるものがあり、アブシジン酸感受性、細胞膜の強度、気孔を閉鎖する臨界点などについて特徴のある系統が存在した。また、ストレスを受けて生産される代謝物について系統特異的なものがあり、今後、未知の耐性機構の発見につながると考えられた。

【指摘事項④】世界のコムギの栄養研究では、高温下での穀実における亜鉛、鉄分の低下に高い関心が集まっている。本プロジェクトはその原因や対策を見出す絶好のチャンスである。ぜひ世界の注目を浴びるような成果を出していただきたい。

【対応④】スーダンで栽培した 145 の MSD 系統について 13 の元素含量を測定した。その結果、系統間に有意な差が見られ、鉄や亜鉛が、「農林 61 号」に比べ 30-50%増加している系統があった。また、ジェノタイピングデータと照らし合わせ、ミネラルの増加に関する染色体部位を同定した。その結果を論文にとりまとめ国際誌にて公表した。

【指摘事項⑤】スーダンの農業環境条件を日本の研究施設で再現し、2050 年までの予想される気候変動に伴うコムギの生産性の変化を解明することは、重要な研究であるので、ぜひ実施していただきたい。

【対応⑤】乾燥地研究センターの人工気象器を用い、様々な系統の高温耐性を評価した。これまでの分析で高温耐性に関与する染色体部位を明らかにしたが、複数の座位が耐性に関わるため、これらの選抜 DNA マーカーを作成し、各座位個別の準同質遺伝子系統を作った。これらを将来予想されるスーダンの気温に設定した人工気象器で耐性を調査した。

【指摘事項⑥】イノベーションプラットフォーム、農民学校、フィールドデーなど農民への技術普及研修においては、純度の高い種子の生産性が高く、良質なコムギの多収化につながることを、理解してもらうように進めていただきたい。

【対応⑥】イノベーション・プラットフォーム（IP）に参加する生産者の圃場において、新品種の種苗用種子を用いた栽培と、IP に参加せず自家採種種子を用いた生産者との比較を行った。その結果、新品種種子を用いることで収量が 39%増加することを示す事ができ、新品種種子を用いる事のモチベーションを高めることに成功した。その結果、新品種種子の需要が高まった。

【指摘事項⑦】社会課題を含む生産現場の問題解決は本プロジェクトの主要テーマではないが、イノ

ベーションプラットフォームの設置やフィールドデーの実施という記述はあるものの、気象との関連以外の具体的な情報が少ないため、スーダン国内のコムギ産地においてはどのような課題があり、本プロジェクトはどう貢献するのかという点が不明確である。現場に展開できる道筋を提示していただきたい。

【対応⑦】スーダンのコムギ栽培の最大の課題は高温障害の克服である。スーダン中部のゲジラ灌漑地（ゲジラスキーム）は従来、コムギ栽培に不適地であったが、1960年代からスーダン農業研究機構（ARC）によって高温耐性品種が開発され、コムギ栽培が可能になった。しかし、温暖化によりこれらの品種にも高温障害が出るようになった。本プロジェクトでは、新たな遺伝資源を用いた耐性系統の育種事業を開始する一方、他方で新品種の種苗用種子を用いることによるメリットをIPで生産者らに体験してもらった。また、コムギ栽培マニュアルや啓発ビデオをアラビア語で作り、コムギ生産に関する技術指導を行った。これらの活動の結果、IPに属する関係者は新品種導入に大きい期待をもつようになった。2022/23年作期には、本プロジェクトが関与して生産された種苗用新品種種子は、スーダン全土の種苗用種子の1/3を占めるようになり、2023/24年作期にはさらに増加していると試算される。

(3) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

2019年度のプロジェクトの本格実施後、本プロジェクトは、政変、騒擾、COVID-19の拡大等、様々な障害に遭遇し関係者の移動に支障を来した。そのため、毎週オンライン会合を開き、現地研究者や業務調整員と情報交換と指導を行い、ほぼ計画通りに事業を進めることができていた。しかし、2023年4月15日、首都ハルツームで内戦が勃発し治安が極度に悪化し、本プロジェクトの業務調整員を帰国させた。また、ハルツームからワドメダニへの研究機器や建築資材の輸送が滞り、分子育種施設の整備が遅れた。この遅れを取り返すため、第5回JCC会議（2023年11月オンライン開催）で、JST、JICA事業共に2025年3月末まで期間延長することで合意した。

内戦は日々悪化して、2023年12月には、反政府軍（即応支援部隊（RSF））がワドメダニに侵攻し、本プロジェクトの主な実施拠点であるARC本部キャンパスを占領した。そのため、コムギ育種研究棟および建築中の分子育種施設を含め現地に全く近づけなくなった。さらに、ワドメダニ市内でも銃撃戦が始まり、現地研究者がワドメダニを離れ避難せざるを得なくなった。

そこで、エジプト・カイロに避難中のJICAスーダン事務所において、対面での第6回JCC会議を開催し（2024年8月）、次に掲げる変更を決定した。

- ・ 事業拠点をワドメダニのARC本部キャンパスから、カッサラ州ニューハリファの試験場に移転する。ARCの現地研究者2名および本プロジェクト雇用のドライバーは、ここに移動して事業を継続する。
- ・ ARC本部キャンパスで進めていた、分子育種施設の建設を中止する。
- ・ 飢餓が起これコムギの緊急増産が求められたため、種苗用種子の増産に関わる次の事項を強化する。①官民連携によって種苗用の優良種子の増産を、北部州、ナイル川州およびカッサラ州において行う。②種苗用種子を買い取り、革新的コムギ生産を確保する。③北部州、ナイル川州およびカッサラ州のARC試験場において、新品種の種苗用種子生産のために必要な機器を投入する。④国連食糧計画(WFP)等、他機関が実施する食糧緊急生産プロジェクトと協力して本プロジェクトのIPにおいて生産者や他のステークホルダーにコムギ生産に関する技術訓練を行う。

2. 目標の達成状況（公開）

(1) プロジェクト全体

【プロジェクト目標の達成状況とインパクト】

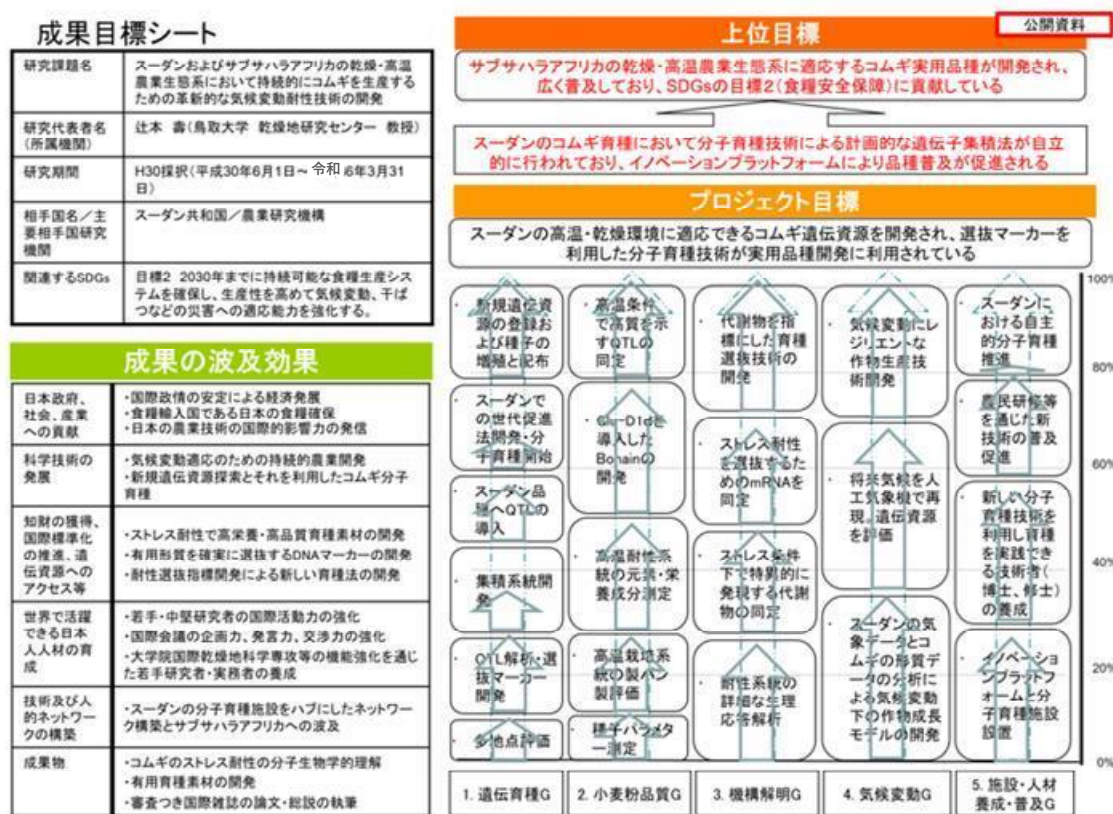


図1 成果目標シート

本プロジェクトの目標は、「スーダンの高温・乾燥環境に適応できるコムギ遺伝資源を開発し、選抜マーカーを利用した分子育種技術が実用品種開発に利用する」ことである。これを実行し、さらに上位目標として「計画的な遺伝子集積法が自律的に行われており、イノベーションプラットフォーム (IP) により品種普及が促進される」こと、「サブサハラアフリカの乾燥・高温農業生態系に適応するコムギ実用品種が開発され広く普及しており、SDGsの目標2 (食糧安全保障) に貢献している」を定めている (図1)

この目標を達成するために、①分子育種施設の建設、②イノベーションプラットフォーム (IP) の設置、③これらを持続的・自律的に動かすための人材育成を中心に事業を行った。

その結果、2022/23年作期に収穫された種苗用コムギ認定種子のうち13,673トンが本プロジェクトによるものとなり、スーダン全土で生産される認定種子の34.5%を占めるようになった。また、この認定種子を利用すると、自家採取種子に比べ収量が39%増加することを、IPに参加する生産者の圃場にてデモンストレーションすることができた。この活動により、IPに参加するステークホルダーの意識が変わり、認定種子への要望が強くなった。内戦下の現状において、本プロジェクトは認定種子の生産によるコムギの緊急増産に注力しており、そのインパクトはきわめて高い。

【プロジェクト全体のねらい】

スーダン及びサブサハラ地域において、自律的に革新的コムギ生産技術を導入することが本プロジェクトの全体のねらいである。これを実行するために、上記①～③の活動に注力した。分子育種施設

は、プロジェクト終了後も現地で持続的かつ自律的に事業を進めるための拠点であり、新規遺伝資源の利用、マーカー選抜育種、迅速育種等を実践する「場」である。IP の設置は、コムギ生産者やコムギのバリューチェーンに関わるステークホルダーが育種の重要性を認識することにより、開発された新品種の普及や栽培技術の向上をねらったものである。人材育成は、分子育種施設を稼働させる研究者と、IP において研修の指導を行う要員を養成することをねらって実施した。

【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】

本プロジェクトは育種のための遺伝資源として、野生種の種内変異を包含する独自の実験材料を用い、高温・乾燥耐性の遺伝分析とマーカー選抜育種法の開発、高温と製パン性の関係および、耐性の生理・生化学的機構の解明を行った。また、コムギ栽培と微気象との解明を行い、高温耐性育種への示唆を与えた。

本プロジェクトで選抜した系統は、スーダンの品種と交配され、新品種開発のための育種事業が進められた。また、新品種の普及を促進するために、IP を設置し、生産者等に新品種のデモンストレーションや技術指導を通じて、新品種や革新的コムギ栽培技術の導入へのモチベーションを高めた。

コムギにとって高温・乾燥耐性は最重要育種目標であるため、世界中で研究が行われているが、本プロジェクトは、研究に優れた材料を用い、育種学のみならず、生理・生化学・分子生物学、農業気象学の専門家が協力して取り組んだ結果、成果を 41 報の査読付き学術論文で公表することができた（様式 2 参照）。そのうち、約 3 分の 2 がスーダン研究者との共著論文である。

本プロジェクトは、重要作物の増産につながる直接的なものであり、特に SDGs の目標 2 の課題解決に資する重要性を含んでいる。また、科学技術・学術上の独創性・新規性も高く、出版した論文は多方面で引用されている。

【研究運営体制、日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本事業は、鳥取大学、宇都宮大学、スーダン農業研究機構（ARC）およびスーダン気象庁（SMA）の 4 機関で開始したが、後に構成員の移動のため、宇都宮大学を理化学研究所に変更し、京都大学を追加した。プロジェクトは年 1 回の JCC 会議によって、確認、変更の承認を行い、研究の進捗は毎年の研究会によって確認した。また、長期研修生の教育においては、グループ長が主指導教員を務めたが、他のグループの教員が副指導教員を務めており、グループ間で密に情報交換が行われた。プロジェクト開始当初から政変や感染症の蔓延で、スーダンへ渡航できない時期が長く続いたため、毎週、コアメンバーによるオンライン会議を開き、進捗状況の確認、運営指導、問題解決を行った。

日本人の人材育成については、渡航が可能であった時期には、別経費にて若手研究者や大学院生を同行させ、スーダンの育種圃場の現場を体験させた。その結果、多くの若手研究者が現場での研究の重要性を認識し、その後、アカデミアでのポジションを得て研究をさらに深化させている。

【人的支援の構築（留学生、研修生等）】

本プロジェクトでは 3 期に亘り、延べ 13 人のスーダン人を本邦に招聘した。このうち、7 名は鳥取大学大学院連合農学研究科国際乾燥地科学専攻に属し、6 名は既に博士号を取得した。SATREPS 枠国費留学生である 1 名は、研修を継続中である。これに加え、5 名を短期研修生として受け入れた。これら、長期研修生、短期研修生はすべて、ARC または SMA に所属する研究者であり、研修後、元の職場に帰国して研究を続けた。しかし、内戦が勃発しハルツームやワドメダニの治安が著しく悪化したため、多くが本来の職場を離れ、国内外に避難している。このような状況であっても、全員と連絡がとれ、2025 年 2 月の最終シンポジウムには、ARC および SMA の長官、各グループの現地リーダー等のコアメンバーを日本に招聘し、今後も強い絆を保ち、内戦終了後の農業復興に向けて活動することを誓い合った。

(2) G1：遺伝育種グループ（リーダー：辻本 壽）

(A) G1-1：鳥取大サブグループ（サブグループリーダー：辻本 壽）

研究題目 1-1:「分子育種技術を用いた高温・乾燥耐性系統の開発」

① 研究題目 1-1 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

成果目標シートで本グループは、次の5つの目標を上げている。1) 多地点評価、2) 遺伝的解析、3) 集積系統開発、4) スーダン品種へのQTLの導入、5) スーダンで世代促進法の開発・分子育種開始、6) 新規遺伝資源の登録及び種子の増殖と配布。

気温の異なるスーダンのワドメダニ (Wad Medani、ゲジラ州)、フダイバ (Hudeiba、ナイル川州)、ドンゴラ (Dongola、北部州) に所在する ARC の試験場、および鳥取大学乾燥地研究センターにおいて栽培試験を実施した (図2)。これらの地点は気温が異なり、特にワドメダニは高温障害を受けるが、将来の気候を鑑み、更なる高温の影響を調べるため、遅延栽培による超高温暴露区を作った。また、同試験場では灌漑を抑えた乾燥区、リン肥料や窒素肥料を施用しない無肥料区を作った。これらの圃場で、MSD 系統や MDL 系統を対照系統とともに栽培し農業形質及び生理形質を取得した (フェノタイピング)。種子および乾燥葉は、日本に送付して、グループ 1、2、3 の試験材料として用いた。

一方で、これらの系統をゲノムワイドマーカー (DArT マーカーまたは GRAS-Di マーカー) によって高密度にジェノタイピングし、様々な形質と遺伝子型との相関に基づいて、形質に関連する染色体部位 (Marker-Trait Association, MTA) を同定した。また、耐性を示す MSD 系統については、「農林 61 号」との間で戻し交配を行い、組換え近交系統 (Recombinant Inbred Line, RIL) を開発し、QTL 解析法によって種子休眠性を深める新規遺伝子座を同定し *Qsdl-alrc* と名付けた。寄与率の高い耐性 MTA については、RT-PCR を用いた TaqMan 解析により一塩基多型を識別する事を可能にした。ピペットチップを用いた迅速育種法を開発し、これにより「農林 61 号」とスーダン品種「Imam」を反復親とした戻し交配を行い準同質遺伝子系統 (NIL) を開発した。さらに、この NIL を組み合わせて QTL の集積系統を作った。これら一連の研究で、量的遺伝である高温や乾燥耐性についても、マーカー選抜育種法を適用することを可能にした。

これらの研究情報を基に米国作物科学協会発行の、Journal of Plant Registrations 誌に論文を投稿し (受理)、MSD 系統の種子を京都大学が管理する「NBRP コムギ」に登録して、知財権確保を行った。種子生産に関しては、新品種の種苗用認定種子を生産し、IP でデモンストレーションを行った結果、これに対する生産者の要望が強まり、2024/25 年作期においては、認定種子の大多数が本プロジェクトによるものとなっている (グループ 5 で詳述)。また、将来気候への育種戦略については、グループ 4 によって行われた。

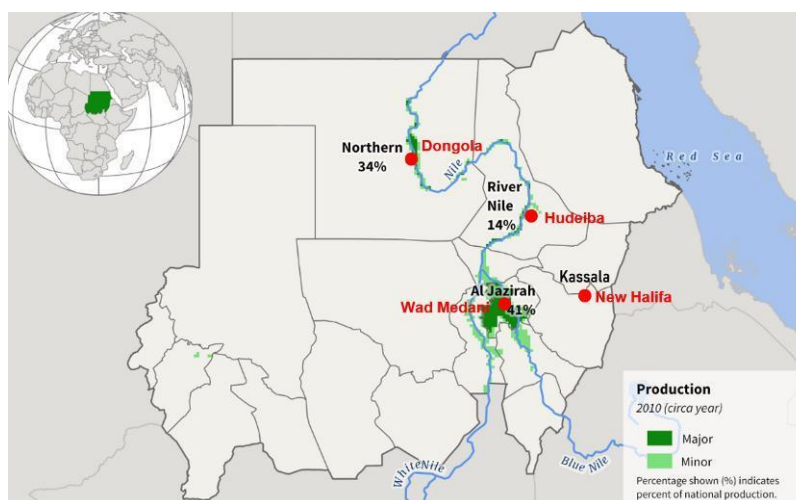


図2 スーダンにおけるコムギ生産地域 (緑色) および本プロジェクトの事業実施地域 (赤丸)。地図は、USDA IPDA の地図を改写。

② 研究題目 1-1 のカウンターパートへの技術移転の状況

土壌水分センサーにより、現地研究者が圃場の土壌水分のモニタリングができるようになった。また、葉緑素量測定装置および NDVI 測定装置を投入し、系統のストレス応答を測定することが可能になった。シードドリルは育種圃場の播種用に、プロットハーベスターは多数の系統を別個に収穫するために用いられた。コンテナハウスを設置し、圃場で収穫したサンプルの形質測定のための作業場を作った（図 3）。圃場には、グループ 4（G4）により気象ステーションが導入され、微気象の測定によって、耐性との関係が明らかにされた。

分子育種施設は、ワドメダニにおいて建設を進めていたが、2024 年の内戦の拡大により建設途中で中断せざるを得なかった。内戦による混乱の中、難民が増え飢餓が発生し始め、コムギの増産に強い要望が寄せられた。そこで、収量性の高い新品種の種苗用認定種子を増産することとし、それに必要なトラクターやレーザーレベラーの投入とともに、官民連携(Public Private Partnership, PPP)を加速し、認定種子生産の依頼と購入を行った。



図 3 ワドメダニに設置した作業場

一方で、本グループでは、2019 年 10 月から長期研修生 3 名を受け入れ、鳥取大学大学院連合農学研究科博士後期課程に大学院生として入学させた。この長期研修生には、コムギの実験栽培法、圃場デザイン法、形質の調査法、統計的解析法、分子育種法、迅速育種法、論文の執筆法等を教授した。

③ 研究題目 1-1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2019 年 4 月、事業の本格実施開始直後に政変がありスーダンの情勢が悪化したため業務調整員の任用が遅れた。そのため、同年 11 月、業務調整員の派遣に先立ち専門家が現地を訪問し、その日より JICA 側プロジェクトが開始された。

業務調整員は 2020 年 1 月に派遣されたが、すぐに COVID-19 の世界的蔓延で 4 月に帰国し、それ以降、専門家の派遣や長期研修生の受け入れができなくなった。COVID-19 が落ち着き始めた 2021 年秋には現地で騒擾が発生し、JICA の要請により、10 月から翌年 1 月の間、本プロジェクトの JICA 部分を中止した。このように、繰り返される情勢悪化と感染症の蔓延で、想定外の困難な事態が起こったが、毎週、オンライン会議を実施して関係が保たれるよう工夫した。停電やインターネットの不調が頻繁に発生する時期もあったが、その場合は国際電話回線を使って会議を開催した。

本プロジェクトを進める上で、必要な大型分析機器類は、将来にわたってメンテナンスをする必要があるため、導入はスーダンに進出しているディーラーを通じて行うこととした。電子天秤や圃場での測定機器等の小型機器は、現地入国の際、手荷物として持ち込んだ。迅速育種のための温室は対応できる日本の企業がなかったため、中国の企業と契約して導入した。分子育種施設改修は、情勢悪化のため、鳥取大学が ARC と契約を結び、詳細設計、建築業者入札、建築監督等を委託して進めた。

研究上における想定外の展開は、日本のコムギ品種「農林 61 号」がスーダンの実用品種以上の高温耐性を示すことであった。そのため、同品種を用いて育成した MSD 系統はさらに強い耐性を示す事が明らかとなった。日本品種における高温耐性遺伝子の起源解明のため、日本の品種のコアコレクションをスーダンで栽培し農業形質を調査した。また、G4 の研究で、1 年 1 回の栽培による育種では、今後のコムギの需要に追いつけないことが分かり、迅速育種法の導入を重視することにした。

系統のジェノタイピングに関しては、当初、オーストラリアの企業にコムギの DNA を送付し解析を依頼していたが、COVID-19 蔓延の影響で流通が遮断されたため、日本の業者による解析に変更した。また、現地で生産した実験用の種子の輸入に関しては、国際宅配会社が植物防疫所に配達する

サービスを取りやめたため、国内の輸送業者を介して取り扱いをした。また、現地からコムギの乾燥葉を持ち込んだが、乾燥葉は植物防疫所でなく動物検疫所の管轄であることが分かり、一旦サンプルをスーダンに戻し、両国の動物検疫所を通じて通関させた。

様々な困難が発生したが、その都度の工夫により本プロジェクトはほぼ計画通りに動いていた。しかし、2023年4月にハルツームで内戦が勃発したため業務調整員を帰国させた。また、内戦がワドメダニにまで拡大し、事業を実施していたARCのキャンパスがRSFに占領されたため、現地スタッフであっても、研究の場に全く近づけなくなった。その後、銃撃戦がワドメダニ市内で発生するようになり、現地研究者やプロジェクトのドライバーがワドメダニから避難せざるを得なくなった。そこで、カッサラ州のニューハリファにあるARCの試験場に拠点を移し活動することになった。内戦が全土に広がり難民が増え、飢餓が発生し始めたため、緊急にコムギを増産する必要に迫られた。そこで、PPPを強め、新品種の種苗用認定種子の増産とIPにおいてそれを用いたコムギ生産に注力した。また、国連食糧計画(WFP)の緊急援助活動との共同により、この動きをさらに加速させた。

④ 研究題目 1-1 の研究のねらい (参考)

本グループの研究は、野生種の遺伝資源由来の育種素材を利用して、高温・乾燥耐性コムギを分子育種することをねらって実施しており、国内の研究は計画通り実施したが、現地での事業の後半は、内戦による飢餓が発生したので、即効性のある新品種認定種子の増産および普及に切り替えた。

⑤ 研究題目 1-1 の研究実施方法 (参考)

野生種由来の遺伝資源を用い多様な系統群を作製し、ARC および乾燥地研究センター実験圃場や人工気象器内でのストレス耐性時評価の実施、また、ゲノムワイドな分子マーカーとの連鎖により、耐性のQTLの同定、そのQTLの選抜マーカーを作り、気候変動に抗する分子育種基盤を構築することが目的である。日本国内での研究は、計画通りに進み、新規の耐性遺伝子の同定によるマーカー選抜育種を可能にしたが、後半は現地の内戦の拡大により、種苗用種子生産に切り替えた。

(B) G1-2 : 理化学研究所サブグループ (サブグループリーダー : 岡本 昌憲)

研究題目 1-2 : 「ABA 感受性の遺伝的機構と分子育種」

① 研究題目 1-2 の当初の計画 (全体計画) に対する成果目標の達成状況とインパクト

MSD 集団の種子を播種して、約 20,000 個体に対して、植物ホルモンのアブシジン酸(ABA)に対する感受性試験を行い、ABA 感受性が向上したと思われる系統を圃場に移植して、形質と節水性を数年に亘り評価した。その結果、タルホコムギ KU-2098 系統に由来する MSD 系統で ABA 高感受性系統が多く単離できた。そこで、この中から最も ABA 感受性が顕著な Oka28 系統を「農林 61 号」と交配し、F₃ 系統種子集団を得た。F₃ 系統 364 個体に対して ABA 感受性試験を行い、ABA 感受性をもつ系統を 40 個体得た。これらの個体群と ABA の感受性が低い F₃ 分離集団の 20 個体とともに次世代シーケンスによって解析し ABA 感受性に関わる QTL の同定を試みた。その結果、ABA の高感受性に関わる主要な QTL は、染色体 5A 短腕と 2A 短腕、1D 長腕、2B 長腕、3A 長腕および 5A 長腕が検出された(図 4)。MSD 集団は D ゲノムに多様性を富む集団であるが、QTL の多くは、A や B ゲノム領域が多かった。しかし、AB ゲノムの供与親である「Langdon」も「農林 61 号」と同等の ABA 感

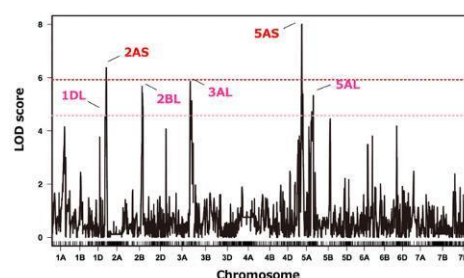


図 4. ABA の感受性を支配する QTLs

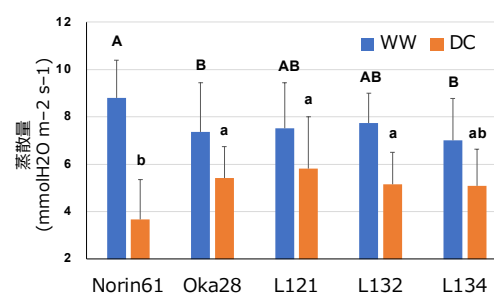


図 5. 湿潤区と乾燥区における蒸散量

受性であったため、0ka28 系統は複数の遺伝子の組み合わせによって ABA 高感受性になったことが明らかとなった。

一方で、MSD 集団から単離した ABA 高感受性系統について、宇都宮大学のビニールハウス内で乾燥耐性試験を行った。これらの系統群は対照である「農林 61 号」よりも、乾燥土壌で高い種子生産性を示した。また、これらの系統は ABA の投与によって ABA 応答性遺伝子 (*TaLEA* および *TaPP2C6*) の発現誘導が「農林 61 号」よりも顕著に増加した。さらに ABA 感受性に関わる QTL を集積させた系統は、乾燥区で「農林 61 号」よりも低い蒸散量を示した (図 5)。葉の形質に着目すると、乾燥区において、葉の萎れが緩和しており耐乾性形質を示した。このことは、MSD 系統の後代において、蒸散量を抑えて生育し、乾燥時に水を節水しながら生育できる、節水型乾燥耐性系統を選抜できたことを示唆している。さらに、鳥取大学乾燥地研究センターのレインアウトシェルターを用いた試験でも同様の結果が表れた。このことから、ABA の感受性が向上したコムギ系統は、乾燥耐性と節水性の形質付与に貢献することが解明された。

- ② 研究題目 1-2 のカウンターパートへの技術移転の状況
該当無し

- ③ 研究題目 1-2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

先行研究では、遺伝子組換え法によって ABA 受容体高発現系統を開発した。本研究では、遺伝子組換えでない MSD 集団の中から、これと同様の乾燥ストレス応答を示す系統を選抜できた。既に組換え体を用いた系統では、詳細な分子生物学研究が進んでおり、本研究での系統における分子応答を解明することで、実用可能な品種を開発できる。

- ④ 研究題目 1-2 の研究のねらい (参考)

本サブグループのねらいは、MSD 系統を育種素材として、乾燥耐性コムギの分子育種に寄与すると期待される高 ABA 感受性系統の選抜を行い、その感受性を支配する QTL を同定することで、同定した QTL を利用した効率的な乾燥耐性コムギの育種を目指すものである。

- ⑤ 研究題目 1-2 の研究実施方法 (参考)

宇都宮大学峰キャンパスの実験圃場で実験材料の栽培と人工気象器による遺伝子解析用の植物育成を行った。MSD から選抜した ABA 高感受性系統は宇都宮で種子を増殖し、一部はスーダン農業研究機構の圃場にて形質評価を行った (内戦前)。内戦後は、宇都宮大学峰キャンパスのビニールハウスや鳥取大学乾燥地研究センターのレインアウトシェルターを用いた疑似乾燥土壌にて耐乾性を評価した。

- (3) G2 : 小麦粉品質グループ (リーダー : 田中 裕之)

研究題目 2 : 「高温・乾燥ストレスの穀粒および品質に与える影響調査」

- ① 研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する成果目標の達成状況とインパクト

- 1) 小麦粉品質向上を目指す育種素材として MSD 系統を評価するため、全 400 系統を鳥取の通常条件下で栽培し、収穫した種子について以下の実験を行い、結果を得た。
 - ・ MSD 系統の種子形質 (形、重量、硬度) を調査した結果、多様性に富んでいた。さらにジェノタイプピングデータと比較した結果、複数の新規 QTL を見出した。
 - ・ 種子を製粉後、小麦粉品質の基礎データ (タンパク質含有量、SDS 沈降量) を調査し、生地強度を算出した。各 MSD 系統がもつ種子貯蔵タンパク質 (SSPs) のうち生地強度決定の主要因である高分子量グルテニンサブユニット (HMW-GS) のタイプと比較した結果、同一タイプ内でも生地強度の強弱は様々であり多様性に富んでいた。



図 6 高温下でも生地物性や種子形態に優れる MSD 系統の製パン試験

・MSD 系統についてデンプン組成を調査した結果、アミロース含量が「農林 61 号」と比較して有意に高い系統から低い系統まであり、多様性に富んでいた。同様の傾向は亜鉛含量についても見られた。

以上より、MSD 系統は多様な小麦粉品質を示しており、様々な加工適性に対応できることが示唆された。

2) 種子の登熟期に高温下で栽培した MSD 系統の小麦粉品質を評価するため、145 の MSD 系統をスーダンの高温条件下で栽培し、収穫した種子について以下の実験を行い、結果を得た。

- ・MSD 系統の種子形質（形、重量、硬度）を調査後、ジェノタイプングデータと比較した結果、高温ストレス下での種子形質に関する複数の新規 QTL を見出した。
- ・種子を製粉後、小麦粉品質の基礎データ（タンパク質含有量、SDS 沈降量）を調査した結果、登熟期の高温ストレス下であっても、MSD 系統の遺伝的背景である日本品種の農林 61 号より製パン性に優れた強い生地を作る MSD 系統を見出した。
- ・小麦粉品質の基礎データが優れた MSD 系統について、鳥取の通常条件下で大規模に栽培し、収穫後に製粉した。生地物性の詳細な調査を行った結果、選抜した MSD 系統は市販の強力粉と比較し、生地は弱いが混捏時間が長くなっても生地強度を安定して維持できることが分かった。さらに実際にパンを焼く製パン試験を行った結果、市販の強力粉と比べパンの膨らみが小さく、さらに改良の余地が残されていることも分かった（図 6）。

以上より、MSD 系統の中には高温ストレス下でも小麦粉品質を維持できる有用な系統が存在し、その有用形質に関与する遺伝子・染色体領域を特定することができた。

3) 登熟期に高温ストレスとなるスーダンの気候によく適応したスーダン品種について種子中の SSPs 発現量を調査した結果、高温ストレス下でも SSPs を高発現することが小麦粉品質の維持に貢献していることを明らかにした。そこで、パン用小麦粉に適する HMW-GS の一つである 5+10 サブユニットをコードする *Glu-D1d* 遺伝子を導入した農林 61 号とスーダン品種を人工交配した。雑種 F_1 を材料にして以下の系統を育成した。

- ・スーダン品種を反復親として連続戻し交配を行い、スーダン品種に *Glu-D1d* 遺伝子を導入した系統を育成した。
- ・雑種 F_1 を自殖させた F_2 集団の中から、*Glu-D1d* 遺伝子をホモにもつ個体を選抜した集団を作り、後代は無選抜で自殖を繰り返した系統を育成した。

以上より、スーダン品種の製パン適性向上と高温耐性に関与する遺伝子・染色体領域の解明に向けた植物材料の基盤を整えることができた。

4) MSD 系統が由来するタルホコムギ以外の近縁野生種からも有用な遺伝資源を探索するため、近縁野生種の染色体を 1 対ずつ添加した系統シリーズについて高温ストレス下で穂培養を行い、種子を登熟させた。その結果、高温ストレス下でも種子形質（形、重量）を維持できる系統を選抜できた。以上より、選抜した系統は、近縁野生種染色体に由来する高温ストレス下の種子形質維持に関与する有用遺伝子を保有していると考えられた。

② 研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

- 1) プロジェクト初期の2019年8～9月に、グループ2のスーダン側カウンターパートが短期研修生として鳥取を訪問し、小麦粉品質の評価方法を修得および両国における評価プロトコルの調整を行った。
- 2) 2019年10月から、スーダンのARCに所属する研究員1名を長期研修生（博士課程の大学院生）として受け入れた。研究員へ小麦粉の品質調査法および種子貯蔵タンパク質の電気泳動法を教授して研究を遂行した。研究員はその成果を2報の学術論文にまとめ、鳥取大学大学院連合農学研究科から博士号を授与された。

② 研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初、プロジェクト後半で、育成した系統についてスーダンの高温・乾燥ストレス下で栽培し、収穫した種子を使って小麦粉品質を評価する予定であった。しかし、スーダン国内で内戦が勃発したため、その予定を断念せざるを得なかった。その代わりとして、①-4)の高温ストレス耐性に関する新たな遺伝資源を探索した結果、種子形質に関する興味深い結果を得ることができた。

④ 研究題目2の研究のねらい（参考）

本グループのねらいは、高温・乾燥栽培条件でも小麦粉品質、特に生地が強さが必要な製パン性を低下させない遺伝資源の発掘と遺伝解析、および遺伝資源利用による実用品種開発である。

⑤ 研究題目2の研究実施方法（参考）

本グループの実施した研究方法是以下の3点である。

- 1) 鳥取の通常条件下で栽培したコムギ種子およびスーダンの実験圃場で高温・乾燥ストレスを与えて栽培したコムギ種子を用い、種子形質パラメータと小麦粉品質の基礎データを得て、ジェノタイプングデータとの比較を行った。
- 2) パン用小麦粉に適した *Glu-D1d* 遺伝子保有系統を高温ストレス耐性に優れたスーダン品種へ人工交配によって導入した系統を育成した。
- 3) コムギの近縁野生種の染色体を1対ずつ添加した系統シリーズを用い、穂培養による高温ストレス下で栽培し、種子形質を評価した。

(4) G3：機構解明グループ（リーダー：明石 欣也）

研究題目3：「将来の分子育種のための耐性の生理的メカニズム解析」

① 研究題目3の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

研究項目3.1.の生理応答解析では、コムギが生育のどの段階に高温ストレスに暴露されるかによって、その成長特性や収量関連形質、光合成代謝などに異なる影響を及ぼすことを明らかにした。このとき、ストレスに暴露される生育時期によっては収量形質に正の効果を及ぼすことを示した。また、葉組織クロロフィルの基底蛍光(F₀)の温度応答を指標に、光合成代謝への高温傷害と耐性を可視化する実験系を新たに構築し、ストレス暴露に伴う光合成系の高温適応において、系統間差異が存在することを初めて見出した。さらに、複数の高温耐性MSD系統群が、「農林61号」とは異なる多様で特徴的な生理成長応答を示すことを定量的に示した。またグループ1と共同で、スーダンの現地圃場において土壌水分含量の解析や葉緑素量の測定を行い、現地環境におけるコムギ生理応答について基礎データを得た。

また、登熟期のコムギが高温に暴露されると、次世代の種子の発芽時の高温耐性が顕著に増大することを新たに発見した。この耐性獲得に生体膜の組成変化と高温応答タンパク質群が関与することを明らかにした。

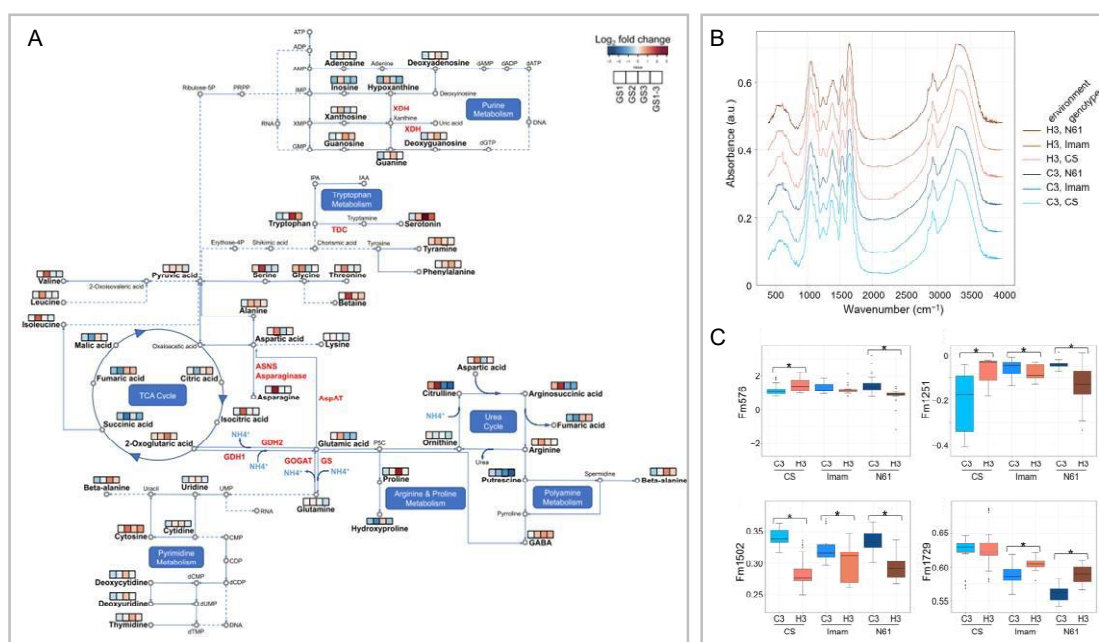


図 7. コムギ高温耐性に関与する特異的代謝物の同定。(A) 高温暴露の時期がコムギ葉の代謝産物の蓄積に及ぼす影響。(B, C) FTIR による赤外分光スペクトル・マーカの開発。

研究項目 3.2. の特異的代謝物の同定では、複数の MSD 系統群および対照コムギ系統群のメタボロームを LC-MS および ICP-MS 等により比較解析したデータベースを構築し、登熟期の止め葉における低分子有機化合物や無機ミネラル類などの含量が、植物体が生育のどの時期に高温暴露されるかにより著しく変化することを見出した(図 7A)。またこれらメタボローム挙動に生理挙動・農業形質データを合わせた多変量解析から、高温耐性と感受性の MSD 系統を特徴づける特異的な分子マーカー候補を選抜するとともに、収穫指数や一穂粒数などの農業形質と正または負の相関を持つ高温ストレス分子マーカーとして、 β アラニン、セロトニン、プトレシンなどの複数の窒素含有化合物を新奇に発見した。

上記の LC-MS や ICP-MS では分析が難しい高分子の挙動を解析するため、高分子化合物群の分析に優れる FTIR (フーリエ変換赤外分光法) を導入し、スペクトルデータの計量化学と機械学習によりコムギ葉の高温ストレス変化を分析する技術を新たに開発した(図 7B, C)。同方法により、高温に暴露されたコムギ系統間で共通の分光応答に加え、高温耐性系統に特徴的な赤外分光応答を検出することに成功し、これを元にスペクトル・マーカーを開発した。本法を人工気象機内のコムギ個体群だけでなく ARC のワドメダニ圃場で栽培したコムギ系統群の葉にも適用し、FTIR によるスーダンでのメタボローム解析を実施した。その結果、系統間差異や播種時期の違いに応答してその化学組成が顕著に変化することが示され、圃場環境および人工気象環境におけるコムギ分子応答の共通点と相違点を解明する上での基盤データを取得した。

また、コムギ葉を化学分画したのちに FTIR 分析に供することで、高温ストレスが細胞壁ペクチン画分の構造を顕著に変化させることを新奇に見出した。GC を用いた単糖組成分析により、高温ストレスに応答して細胞壁ペクチンの構成糖の組成比に変化が生じることが観測され、コムギ葉の細胞壁が高温ストレス下で構造変化するという新奇挙動を捉えることに成功した。高温ストレス下において葉からの熱散逸効率を調節する新奇耐性メカニズムの可能性が示唆され興味深い。

研究項目 3.3. の選抜指標開発のための mRNA 同定では、人工気象環境で生育させた高温耐性の異なる 6 種類の MSD 系統群および対照の「農林 61 号」を用いて、高温に対する感受性が高まる出穂期に高温暴露したストレス個体群およびコントロール群の登熟期の止め葉におけるトランスクリプトーム比較を RNAseq 解析により行い、mRNA ストレス応答とその系統間差異に関して、約 12 億リードの包括的

な分子応答データを取得した。その結果、検出された遺伝子転写産物の 7%前後が統計的に有意に高温下で発現量を増加または減少させること、また検出された遺伝子群の 1%前後は系統間で有意に異なる発現挙動を示し、これらの遺伝子が MSD 系統群のユニークな高温応答と関連する可能性が示唆された。

これら高温応答遺伝子群の GO 解析・パスウェイ解析等により、高温応答遺伝子群にはタンパク質代謝（生合成、輸送、分解）、細胞修復、シグナル伝達系、一次代謝、植物特化代謝など、多様な細胞内プロセスを担う遺伝子群が含まれることが示された。また一部の高温応答遺伝子については、高温耐性の MSD 系統において特異的に検出され、上述した様に先行して見いだされていた MSD 系統群のメタボローム挙動との関連が考えられ、また高温耐性系統を選抜する上での mRNA マーカーとして有望と考えられた。現在これらデータのマイニングを継続しており、高温ストレス耐性メカニズムの解明および分子育種に資する分子マーカー開発に向け解析を進めている。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

2019 年 8～9 月に、ARC におけるカウンターパートの一人でありグループ 3 のスーダン側リーダーが短期研修生として鳥取大学に滞在し、LC-MS, GC-FID, ICP 等を用いた化合物一斉解析の実習や、統計パッケージ R による多変量解析やバイオインフォマティックスの演習などにより、コムギの分子生理研究の具体的工程に関する技術を学んだ。この研修生とは、スーダンに帰国後もオンラインで生理・生化学・分子解析技術について情報共有を継続し、また 2024 年 8 月にはエジプト・カイロにおける JCC 会議にて対面で技術打合せを行っており、現在に至るまで、オンラインで情報共有を継続している。

またグループ 1 およびグループ 4 と共同で、土壌水分センサー、葉緑素量測定装置、NDVI 測定装置をスーダンの現地圃場に持ち込み、現地の ARC 研究者に使用方法を教授した。

2019 年 10 月から 2022 年 9 月まで、スーダン ARC の研究者を長期研修生として鳥取大学大学院博士後期課程に大学院生として受け入れた。在学中に同氏に対してコムギ生理解析法、生化学・分子生物学的分析法、多変量解析法等について技術移転を行った。同氏は博士（農学）の学位を取得して 2022 年秋にスーダンに帰国し ARC での勤務を再開した。現在においても同博士とグループ 3 の日本側リーダーとの共同論文執筆を進めており、オンライン上で論文執筆に係る様々なノウハウを指導している。

これらの協働により、上記①で記述した研究成果の多くは、スーダン側のグループ 3 リーダーと、スーダンからの長期研修生が共同研究者として関与し、複数の論文において共同執筆者となった。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

MSD 系統群のオミクス挙動にある程度の系統間多様性があることは予想していたが、アミノ酸代謝などの一次代謝制御に顕著な差異が存在することは驚きであり、将来においてそれらの生理的意義を探究すべき新たな学術的課題が生み出されている。また、コムギ葉の赤外吸収スペクトル (FTIR スペクトル) が高温暴露により大きく変動すること、またその原因物質の一つが細胞壁ペクチンに帰属することは、植物においてこれまで未報告の細胞壁構造の変化が高温下で生じていることを示している。このように、従来の報告にない分子挙動が発見されており、新規メカニズムの全容解明の糸口として期待される。

本グループ 3 で確立した FTIR による化学構造モニタリング技術を、グループ 2 の小麦粉品質の研究に応用したところ、製パン性に優れる *Glu-D1d* 遺伝子を導入した「農林 61 号」の小麦粉を、コントロールコムギの小麦粉から FTIR により判別できることを示す結果を得た。FTIR は簡便迅速な測定が可能という利点があり、グループ間の成果を相互に生かし相乗効果をもたらした一例となった。

④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

グループ 3（機構解明グループ）は、高温ストレス耐性のメカニズム解明を目指した。研究の第一段階として MSD 系統のゲノムの 3/4 を提供した親品種の「農林 61 号」の分子生物学的特徴の把握を図り、次段階として高温耐性を有する MSD 系統群との比較解析を行うこととした。これらのストレス耐性メカニズムを分子レベルで明らかにし、分子マーカー選抜やさらなる分子育種につなげることとし

た。新規性の高い機能分子を見出した場合は知財の確保も図ることを狙いとした。

⑤ 研究題目3の研究実施方法（参考）

コムギ系統群の高温耐性メカニズムの理解のため、高温下における様々な系統群の生理応答を人工環境において詳細に比較解析した。また高温応答の分子メカニズムの学術的理解および育種への活用を図るため、複数のオミクス手法を組み合わせ、鍵となる代謝産物および mRNA の探索と分子機構の解明を行った。

(5) G4：気候変動グループ（リーダー：坪 充）

研究題目4：「将来の気候変動下でのコムギ生産予測シナリオ作成」

① 研究題目4の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

【気象と収量の関係】

スーダンの灌漑コムギ生産地（図2）である北部州（Northern State）、ゲジラ州（Gezira State）およびカッサラ州（Kassala State）の収量と、北部州ドンゴラ（Dongola）、ゲジラ州ワドメダニ（Wad Medani）およびカッサラ州ニューハルファ（New Halfa）における播種から登熟までの生育期間（11月～2月）の気温について統計解析を行った。1970/71年作期から2017/18年作期までの48年間のデータ解析の結果、3地点すべてにおいて気温が上昇していることが明らかになった（図8）。特に、北部州ドンゴラの気温上昇が顕著であった。さらに、すべての州において、育種や灌漑の技術向上により、収量も上昇傾向であった（図9）。収量と気温の関係については、カッサラ州とゲジラ州の収量変動は生育期間の平均日最高気温（TMAX）と負の関係にあり、またカッサラ州では平均日最低気温（TMIN）とも負の相関があった（図10）。この気候変動下の高温ストレスに対するコムギ生産に関連して、将来気候データを用いて作物モデルによる評価を行った（Iizumi et al. 2021）。具体的には、2046年から2065年までの将来気候データを用いて、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の共通社会経済経路（SSP）シナリオに基づいたモデルシミュレーションを行った。その結果、国内生産シ

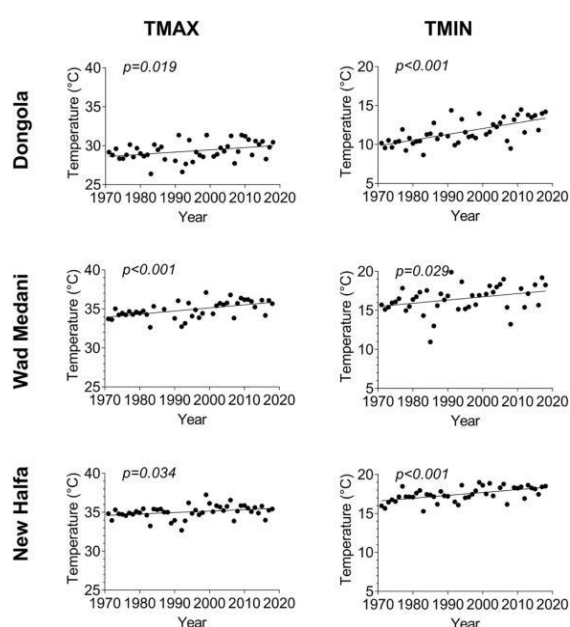


図8 コムギ生育期間の平均日最高気温（TMAX）および平均日最低気温（TMIN）の長期トレンド

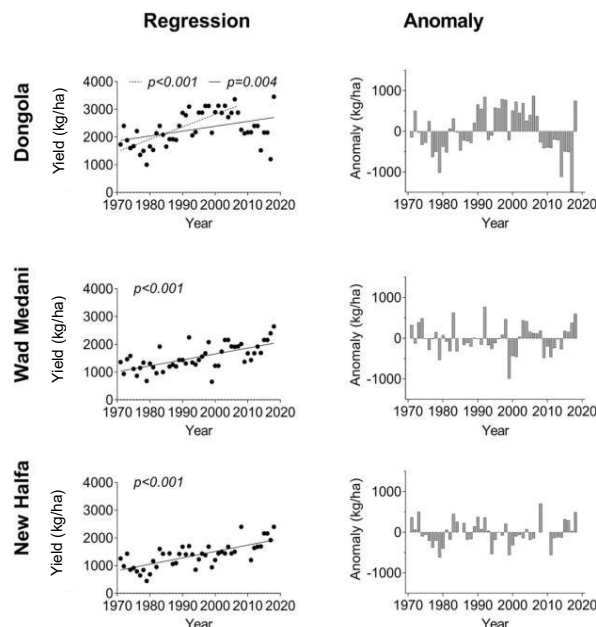


図9 コムギ収量の長期トレンドと変動

エアは現在の 16%から将来（2050 年）には 4.5%～12.2%に低下し、現在の国内生産シェアを維持するためには、将来の人口増加を加味して、北部州では年 3.1%～4.7%の収量増加、ゲジラ州とカッサラ州では年 0.2%～2.7%の収量増加が必要であると予測された。さらに、一般的な品種「Debeira」より高温耐性が高い品種「Imam」の収量が高く、品種間差異が示され、より高温耐性が高い品種を導入すること、あるいは播種日を遅らせることで収量低下が回避できると示唆された。

【微気象観測と作物モデリング】

ゲジラ州ワドメダニや北部州ドンゴラの農業研究機構（ARC）試験圃場等において、灌漑コムギ群落の微気象観測を行った。2019/20 年作期にワドメダニにおいて観測したデータを解析した結果、コムギ品種「Imam」の出穂から登熟期に測定した地上 2m 高と草高（0.8m）の気温勾配（ATG）は、最大約 8℃であった。2020/21 年作期の観測では、品種間比較（「Bohain」と「Imam」）の統計解析を行った結果、早生で立性を持つ品種「Bohain」に比べ、比較的晩生で半ほふく性を持つ品種「Imam」のキャノピー温度低下（CTD）と ATG は大きく、品種間に顕著な差があることが明らかになった（図 11）。さらに、2021/22 年と 2022/23 年の 2 作期にドンゴラにおいて観測したデータを解析し、作物群落のエネルギー収支および作物群落表面温度に及ぼす土壌水分の影響を評価した。灌漑による顕著な蒸発冷却効果が観察され、コムギ圃場と近隣の気象観測所との間の日最高気温差は 5℃以上であった。また、ボーエン比を用いたエネルギー収支計算の結果、蒸発散による潜熱フラックスが顕熱フラックスより顕著に大きく、灌漑後の土壌熱フラックスの減少は土壌の熱特性の変化であると示唆された。さらに、地上 2m 高（標準的な高さ）の気温と比較して、作物群落のキャノピー温度は高温ストレスによる収量減少をより良く説明することから、収量に対する気温とキャノピー温度の影響について、作物モデルによる評価を行った。モデルシミュレーションの結果、気温ではなくキャノピー温度を用いることで、収量に対する高温ストレス影響をより効果的にモデリングできることが示された（Iizumi et al. 2023）。これらの微気象と作物応答に関する知見は、高温乾燥環境下の灌漑コムギ圃場における土壌-植物-大気連続系の作物モデリングを行う上で有用な情報であると考えられる。

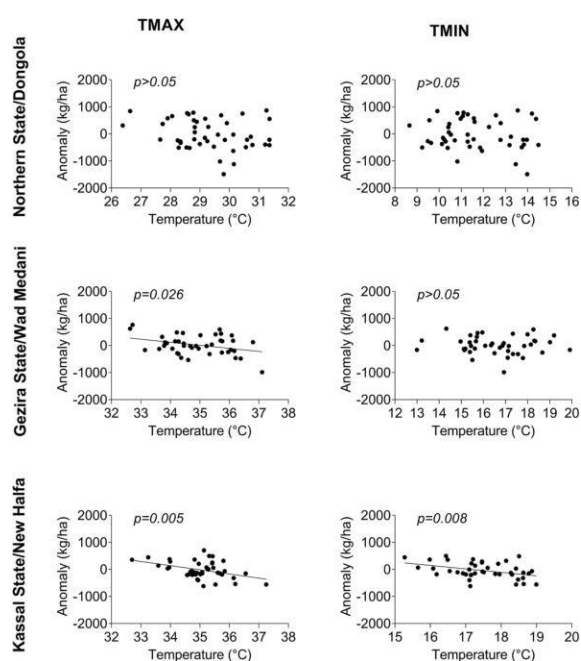


図 10 コムギ収量の変動と気温の関係

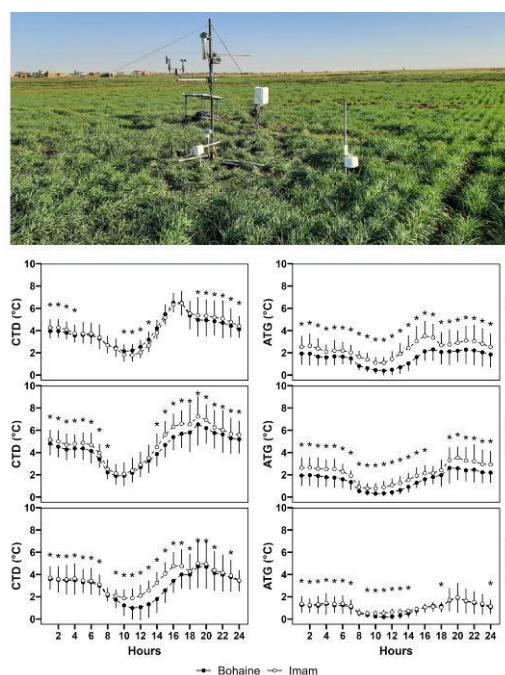


図 11 ワドメダニに設置した微気象観測装置（上）とコムギ群落のキャノピー温度の低下

【収量予測とキャノピー温度モニタリング】

季節予報による収量予測に向け、気象モデル（WRF）による力学的ダウンスケーリングの精度・正確度の検証を行った。WRF の数値実験条件（スキーム）を設定するために、空間解像度 0.5° の NCEP-CFSR 再解析データを 10km グリッドにダウンスケーリングして、衛星観測データと同化した MERRA2 再解析データおよびスーダン気象庁（SMA）の気象観測データと比較した。最高気温のダウンスケーリングは、improved Kain-Fritsch（KFT）スキーム、modified Tiedtke（TDK）スキームあるいは Betts-Miller-Janjic（BMJ）スキームが適している一方、Grell-Freitas（GF）スキームは不適であることが示された。最低気温については、極乾燥地域（北部州）では 4 つのスキームとも比較的再現性が良く、乾燥地域（ゲジラ州とカッサラ州）では、気温が高くなる傾向が示された。このように、コムギ生産地域によって最適な数値実験条件が違ってくるのが明らかになった。また、降水量については、Betts-Miller-Janjic（BMJ）スキームが最適であった。次に、3 つのコムギ生産地域における収量と気温の関係について、NCEP-CFSv2 長期予測のダウンスケーリングした気温データを変数（予測子）として、収量の後退型ステップワイズ回帰解析を行った（Musa 2022）。北部州では生育期間の日最低気温が 20°C 以上なる日の発生頻度（THN）と 2 月の TMAX が予測子、ゲジラ州では生育期間の TMAX が唯一の予測子、カッサラ州では 1 月の TMIN と 2 月の THN が予測子で、決定係数（ R^2 ）はそれぞれ 0.27、0.17、0.41 であった。カッサラ州については、平年以上、平年並みおよび平年以下の 3 収量カテゴリに分類して評価した場合、季節予報による予測収量の精度は 86% と比較的高かった。また、人工衛星観測データによる地表面温度データを評価するため、北部州ドンゴラ、ゲジラ州ワドメダニ、カッサラ州ニューハルファ等の ARC 試験圃場において、簡易温度計による作物群落高の地上検証測定を行った。当初、季節予報によるコムギ収量見通しシステムおよびコムギ群落表面温度モニタリングによる高温ストレス早期注意報システムを開発する計画であったが、2023 年 4 月に勃発した内戦により、スーダン気象局が機能不全となり、システム開発については、今後の課題となった。

③ 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

スーダン側研究者に対してコムギ圃場に設置した微気象観測機器および簡易温湿度計の使用法や、気象観測データの解析方法を教示した。2019 年 10 月にスーダン気象庁の研究者と 2021 年 4 月にスーダン農業研究機構の研究者を長期研修生（博士課程の大学院生）として受け入れ、それぞれ 2022 年 9 月と 2024 年 3 月に博士の学位を取得させた。

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

2021 年に Nature Food 誌に公表した「Rising temperature and increasing demand challenge wheat supply in Sudan (Iizumi et al. 2021)」(気温上昇と需要増加がスーダンのコムギ生産に挑戦)が、国連気候変動に関する政府間パネル第 6 次報告書(IPCC AR6)で引用された。

④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

スーダンにおけるコムギ生産の将来予測シナリオを作成し、気候変動対応型のコムギ栽培管理手法を確立する。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

人工気象室において高二氧化碳素環境下のコムギ栽培実験および現地のコムギ圃場において高温乾燥下の微気象観測を行う。実験・観測の結果を基に、将来気候下でのコムギ生産の推定を可能とする作物モデルを開発し、全球気候モデルで計算されたスーダンの将来気候データを作物モデルの入力値として、将来のコムギ生産の推定を行う。

(6) G5：人材育成・普及グループ

研究題目 5：「持続的運営のための人材育成と技術移転の促進」

① 研究題目 5 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

本グループの目標は、研究者と農民の能力を強化し、持続可能で革新的なコムギ生産の拡大に向けて、様々なステークホルダーと交流を強化することである。そのため、プロジェクト開始当初、次の 6 つの活動を計画した。

- ・ ベースライン調査
- ・ モニタリングと影響評価調査の実施
- ・ 種苗用の認定種子の生産
- ・ マルチメディアコンテンツの提供
- ・ IP の設置
- ・ 日本における長期研修と短期研修の実施

これらの活動計画に対する成果は以下の通りである。

【ベースライン調査】介入地域を決定するため、ゲジラ州、北部州、ナイル川州およびカッサラ州においてベースライン調査を行った。まず 300 件以上の農家を対象にインタビュー調査を行い、技術革新に対する認識と社会経済的要因を分析した。分析結果に基づき、6 地点に IP を設置することを決めた。この分析結果を論文で発表した(Ibrahim et al. 2024)。

【モニタリング】各 IP において収穫後と作期開始前に計画準備会議を実施した。前作期の活動を振り返り、新作期の計画を立てた。研究代表者とカウンターパートは、毎週のオンライン会議を行った。情勢悪化や感染症蔓延による人的交流の希薄な時期には、この会議によってプロジェクトのモニタリングと影響調査を行った。一方、日本側の研究の進捗状況は、定期的な研究会や、大学院生（長期研修生）に対し、本 SATREPS メンバーが主および副指導教員になることで把握できる状態にした。

【種苗用種子生産】IP において必要な種苗用種子生産のため、まず種子生産計画を立てた。官民パートナーシップ(PPP)を構築し、2019 年の 41.7 トンの種子生産を皮切りに、2023 年の収穫期には、13,637 トンの種子を生産できた。この量はスーダン全土で出回っている種苗用種子の 34.5%に相当するため、大きいインパクト与えたと言える(図 12)。また、種子生産システムを強化するため、種子生産者、農民、改良普及員を対象に 3 回の研修コースを実施した。

【マルチメディアコンテンツ】ウェブサイトを開設しプロジェクトの様々な活動を紹介した。特に、有名なタレントの出演協力により 5 本の動画を作成し、ウェブサイト上でリンクしたところ、19,000 回以上の再生が見られた。また、IP での活動のため技術小冊子 2 冊を作り農民に配布した(図 13)。さらに、テレビとラジオのインタビューを 5 回実施した。

【IP の設置と活動】IP を、ゲジラ州(2カ所)、カッサラ州(2カ所)、ナイル川州(1カ所)、および北部州(1カ所)の合計 6 カ所に設置し、農民学校、フィールドデーおよびハーベストデイを行った結果、これらに合計 1,500 人以上が参加した。COVID-19 の蔓延の時期には、農民の要望に応じて少人数グループを作り技術・研修訪問を 30 回以上実施した。

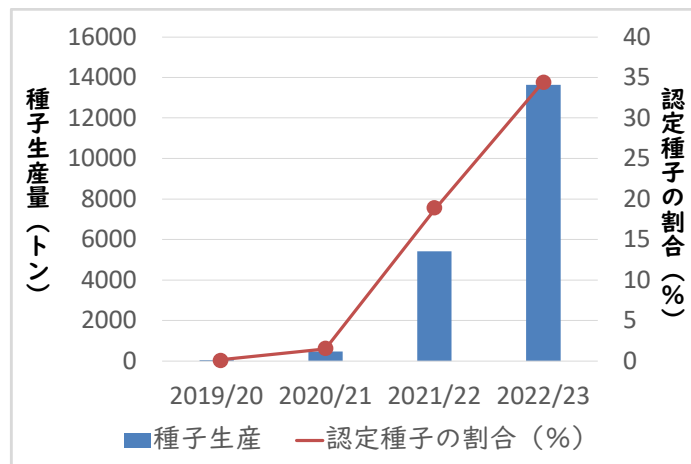


図 12 プロジェクトによる種苗用認定種子生産量の推移



図 13 IP での研修で用いた冊子（左）およびフィールドデー（右）



図 14 育種用機器。シードドリル（左）およびプロットハーベスター（右）



図 15 種苗用種子の生産（左）および WFP との協力による種苗用種子増産に関する研修

【人材育成】革新的コムギ生産技術を自律的に広めるためのリーダーとして、7名の ARC または SMA スタッフを受け入れ、鳥取大学大学院連合農学研究科で研修させた。修了年限を満たした6名全員が博士号を取得し、1名はトレーニング中である。また、2度のトレーニングプログラムを組み5名を受け入れて短期研修を行った。この他に、オンラインでの技術研修プログラムを作り研修を行った。

② 研究題目5のカウンターパートへの技術移転の状況

本グループにおいては、①に示す活動自身が、カウンターパートへの技術移転を目指したものである。日本でトレーニングを受けた者が帰国し、リーダーとして自律的に革新的コムギ生産技術を普及させるために、その活躍の場（拠点）としての分子育種施設の建設を目指し、作業場の整備や育種用の機器の整備を進めていたが（図 3、14）、プロジェクト後半に勃発した内戦のため時間を掛けて育種することができなくなった。一方で、飢餓が発生し食糧の緊急生産が求められたため、短期間で効力を発揮する種苗用種子の増産に方向転換し、国連世界食糧計画（WFP）の「スーダン緊急コムギ生産プロジェクト」と協力した（図 15）。その結果、最終的には国内の種子生産の大きいシェアを占めるようになった。

③ 研究題目5の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初、日本での長期研修に加え、ARC が参画するスーダン科学アカデミー (Sudan Academy of Sciences, SAS) と共同し、同国内における長期研修を実施することを考えていた。しかし、情勢悪化のため SAS が新規入学生募集を停止したために実施することができなかった。

COVID-19 が蔓延している時期には、スーダン国内でも厳しい移動制限があり、IP に日本およびス

ーダン国内の専門家を派遣することができなくなった。しかし、一方で、オンライン会議システムや動画配信システムが大きく発達し、YouTube にて公開した革新的コムギ生産に関する動画には 19,000 回以上のアクセスがあるなどの成果があった。また、オンライン会議システムが発達し、ミーティングを毎週行うことができるようになり、綿密に意見交換を行ったために、困難な状況ではあったが、事業が円滑に進めることができた。

II. 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）

政変、騒擾、感染症蔓延など次々に起こるスーダンでの情勢悪化のため、予定通りの人的交流を通じてプロジェクトを進めることに制限があった。また、本プロジェクトの後半で勃発した内戦では飢餓が発生したが、本プロジェクトは、食糧生産に直結する内容であるため、途中で中断すべきでないとの信念で、次に挙げる工夫によりプロジェクトを進めてきた。

① 相手側機関との業務委託契約の締結

鳥取大学と ARC とで協議を重ね、ARC が無償で、施設の建築に関する仕様書、設計図書、数量書、予定価格書の作成業務、工事発注業務、施工管理及び完成後検査業務、およびこれらに付随する一切の業務を行うことを記した協定書を取り交わし、業務調整員が現地に不在時も事業が進む体制を整備した。

② オンライン会議や国際電話による事業の指示と監督

オンライン会議や国際電話を使って、ARC 内でのコンテナハウス設置予定地の整地事業を ARC の経費で行うことを依頼した。コンテナハウスの建築の監督は業務調整員がいるときは同員が、不在の時はオンラインで行うことにした。オンライン会議や電子メールでスーダン内の業者と直接交渉し、物品調達に関する契約を結んだ。

③ ARC の経費による事業の遂行

プロジェクト開始当初、治安悪化のため業務調整員を派遣できず、現地で調達する予定の自動車の購入手続きが遅れた。そのため、事業当初は ARC の運転手の力を借り、ガソリン等の消耗品もスーダン側の支出に頼り事業を行った。

④ 国際共同研究を行うための鳥取大学内の組織整備

鳥取大学国際乾燥地研究教育機構には複数の特命専門職が配置されており、国際共同研究を円滑に実施する体制が築かれている。この特命専門職は本プロジェクトにも積極的に関与し、ARC や業者との交渉、物品調達、研修生招致等の作業をコーディネートした。また、大学本部の事務も、海外での建築、外国企業との契約の締結・変更・解除、海外送金など、慣れない仕事が多かったが、粘り強く最後まで実行してくれたお陰で、研究者が研究に集中することができた。

本プロジェクトは、アフリカで最大の農地面積をもつスーダンにおいて、育種や新品種普及促進をねらったプロジェクトである。そのために、拠点（分子育種施設）建設、IP による生産者への技術普及、これらを持続的にリードできる人材育成の 3 本柱で進めてきた。上記①～④の体制整備によって、騒擾や感染症蔓延の下でも事業を進めることができたが、内戦が拡大し、建設中の拠点が反政府軍に占領され、途中での建設中止を余儀なくされた。しかし、スーダンの各所で飢餓が発生したため、現地の研究者やドライバーを別の州の試験場に避難させ、最後までプロジェクトを実行して成果を上げることができた。内戦が収束すれば、直ちに本来の 3 本柱による革新的コムギ生産技術を自律的に動かせる耐性をスーダン内で構築し、スーダンの農業復興に協力したい。

III. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

人気俳優を使った革新的コムギ生産ビデオの配信や、パンフレットの作成、IP において新品種の種苗用認定種子の効果のデモンストレーションを通じ、生産者や政策決定者らが、新品種や認定種子に対する理解が進み、これを導入することに対するモチベーションが高まった。また、民間企業を巻き込んだ強い官民連携を築き種苗用認定種子の大量生産を可能にした。その結果、2022/23 年作期には、スーダンで取り扱われる認定種子全量の 1/3 にあたる 13,673 トンが本プロジェクトで生産され

た。2024/25 年作期には 6 割以上に達すると見込んでいる。この種苗用種子を用いて、今後は、スーダンのコムギ生産はかなり増えると思われる。また、革新的コムギ生産技術が IP 以外にも広く伝播すると思われる。内戦で研究の本拠地が占領されたため、分子育種施設において本プロジェクト発の新品種開発が停止しているが、スーダンにおいて新品種の種苗用認定種子の利用が一般化してきており社会実装が行われたと考えている。

IV. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本 SATREPS のロゴマークを作り研修資料や研修会での看板や配付資料に、JICA、JST および鳥取大学のロゴマークとともに掲げ、これが日本の支援事業である事を強調した（図 16）。また、国連食糧計画（WFP）の緊急支援プロジェクトとの共同事業においても、プロジェクトのロゴを入れ本事業のプレゼンスを強調した。研究代表者および鳥取大学学長は、IP から感謝状を受けた。また、活動はスーダンでのニュースで報じられ、また NHK ワールドニュースでも世界に発信されて、スーダン国内外に日本のプレゼンスが向上した。



図 16 本プロジェクトのロゴマーク

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。)
2020	Elhadi G. M. I., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Yamasaki Y., Takata K., Tahir I. S. A., Itam M. O., Tanaka H. and Tsujimoto H., "Exploitation of tolerance of wheat kernel weight and shape-related traits from <i>Aegilops tauschii</i> under heat and combined heat-drought stresses. ", International Journal of Molecular Sciences, 2021. 02, 22, pp. 1830	https://doi.org/10.3390/ijms22041830	国際誌	発表済	
2020	Iizumi T., Ali-Babiker I. E. A., Tsubo M., Tahir I. S. A., Kurosaki Y., Kim W., Gorafi Y. S. A., Idris A. A. M. and Tsujimoto H., "Rising temperatures and increasing demand challenge wheat supply in Sudan. ", Nature Food, 2021. 01, 2, pp. 19-27	https://doi.org/10.1038/s43016-020-00214-4	国際誌	発表済	Nature姉妹紙(新しい雑誌のためIFは未定)
2020	Mahjoob M. M. M., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Yamasaki Y., Tahir I. S. A., Matsuoka Y. and Tsujimoto H., "Genome-wide association study of morpho-physiological traits in <i>Aegilops tauschii</i> to broaden wheat genetic diversity. ", Plants, 2021. 01, 10, pp. 211	https://doi.org/10.3390/plants10020211	国際誌	発表済	
2021	Tanaka, H. Gorafi Y. S. A., Fujita M., Sasaki H., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Expression of seed storage proteins responsible for maintaining kernel traits and wheat flour quality in common wheat under heat stress conditions. ", Breeding Science, 2021. 05, 71, pp. 184-192	https://doi.org/10.1270/sbbs.20080	国際誌	発表済	
2021	Mahjoob M. M. M., Chen T., Gorafi Y. S. A., Yamasaki Y., Kamal N. M., Abdelrahman M., Iwata H., Matsuoka Y., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Traits to differentiate lineages and subspecies of <i>Aegilops tauschii</i> , the D genome progenitor species of bread wheat. ", Diversity, 2021. 05, 13, pp. 217	https://doi.org/10.3390/d13050217	国際誌	発表済	
2021	Elhadi G. M. I., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Yamasaki Y., Ban Y., Kato K., Tahir I. S. A., Ishii T., Tanaka H. and Tsujimoto H., "Novel loci for kernel hardness appeared as a response to heat and combined heat-drought conditions in wheat harboring <i>Aegilops tauschii</i> diversity. ", Agronomy, 2021. 05, 11, pp. 1061	https://doi.org/10.3390/agronomy11061061	国際誌	発表済	
2021	Musa A. I. I., Tsubo M., Imad-Eldin A. A. B., Iizumi T., Kurosaki Y., Ibaraki Y., El-Hag F., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Relationship of irrigated wheat yield with temperature in hot environments of Sudan. ", Theoretical and Applied Climatology, 2021. 06, 145, 3-4, pp. 1113-1125	https://doi.org/10.1007/s00704-021-03690-1	国際誌	発表済	
2021	David E., Serouart M., Smith D., Made S., Velumani K., Liu S., Wang X., Pinto F., Shafiee S., Tahir I. S. A., Tsujimoto H., Nasuda S., Zheng B., Kirchgessner N., Aasen H., Hund A., Sadhegi-Tehran P., Nagasawa K., Ishikawa G., Dandriofosse S., Carlier A., Dumont B., Mercatoris B., Evers B., Kuroki K., Wang H., Ishii M., Badhon M. A., Pozniak C., LeBauer D. S., Lillemo M., Badhon M. A., Poland J., Chapman S., de Solan B., Baret F., Stavmess I. and Guo W., "Global wheat head detection 2021: An improved dataset for benchmarking wheat head detection methods. ", Plant Phenomics, 2021. 09, 2021, pp. 9846158	https://doi.org/10.34133/2021/9846158	国際誌	発表済	
2021	Itam M. O., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Genetic variation in drought resilience-related traits among wheat multiple synthetic derivative lines: insights for climate resilience breeding. ", Breeding Science, 2021. 08, 714, pp. 435-443	https://doi.org/10.1270/sbbs.20162	国際誌	発表済	
2021	Itam M. O., Mega R., Gorafi Y. S. A., Yamasaki Y., Tahir I. S. A., Akashi K. and Tsujimoto H., "Genomic analysis for heat and combined heat-drought resilience in bread wheat under field conditions. ", Theoretical and Applied Genetics, 2021. 10, 1351, pp. 337-350	https://doi.org/10.1007/s00122-021-03969-x	国際誌	発表済	育種学では最もIFの高いジャーナル
2021	Osman S. O. M., Saad A. S. I., Tadano S., Takeda Y., Konaka T., Yamasaki Y., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Akashi K., "Chemical fingerprinting of heat stress responses in the leaves of common wheat by fourier transform infrared spectroscopy. ", International Journal of Molecular Sciences, 2022. 03, 23, 5, pp. 2842	https://doi.org/10.3390/ijms23052842	国際誌	発表済	
2021	Balla M. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Abdalla M. G. A., I. S. A. Tahir and Tsujimoto H., "Harnessing the diversity of wild emmer wheat for genetic improvement of durum wheat. ", Theoretical and Applied Genetics, 2022. 02, 135, pp. 1671-1684	https://doi.org/10.1007/s00122-022-04062-7	国際誌	発表済	育種学では最もIFの高いジャーナル
2022	Musa A. I. I., Tsubo M., Ma S., Kurosaki Y., Ibaraki Y. and Ali-Babiker I. A., "Evaluation of WRF cumulus parameterization schemes for the hot climate of Sudan emphasizing crop growing seasons. ", Atmosphere, 2022. 04, 13, 4, pp. 572	https://doi.org/10.3390/atmos13040572	国際誌	発表済	
2022	Mohamed I. E. S., Oe H., Kamal N. M., Mustafa H. M., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Tanaka H., "Enhancing wheat flour quality through introgression of high-molecular-weight glutenin subunits from <i>Aegilops tauschii</i> accessions. ", Frontiers in Sustainable Food Systems, 2022, 887795	https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.887795	国際誌	発表済	
2022	Osman S. O. M., Saad A. S. I., Tadano S., Takeda Y., Yamasaki Y., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Akashi K., "Probing differential metabolome responses among wheat genotypes to heat stress using fourier transform infrared-based chemical fingerprinting. ", Agriculture, 753	https://doi.org/10.3390/agriculture12060753	国際誌	発表済	
2022	Balla M. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Abdalla M. G. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Exploiting wild emmer wheat diversity to improve wheat A and B genomes in breeding for heat stress adaptation. ", Frontiers in Plant Science, 2022, 895742	https://doi.org/10.3389/fpls.2022.895742	国際誌	発表済	
2022	Mohamed I. E. S., Kamal N. M., Mustafa H. M., Abdalla M. G. A., Elhashimi A. M. A., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Tanaka H., "Identification of Glu-D1 alleles and novel marker-trait associations for flour quality and grain yield traits under heat-stress environments in wheat lines derived from diverse accessions of <i>Aegilops tauschii</i> . ", International Journal of Molecular Sciences, 2022, 12034	https://doi.org/10.3390/ijms231912034	国際誌	発表済	
2022	Iizumi T., Tsubo M., Maruyama A., Tahir I. S. A., Kurosaki Y. and Tsujimoto H., "High-temperature indicators for capturing the impacts of heat stress on yield: lessons learned from irrigated wheat in the hot and dry environment of Sudan. ", Climate Research, 2023, 89, pp. 85-98	https://doi.org/10.3354/cr01709	国際誌	発表済	
2022	Mahjoob M. M. M., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A. and Tsujimoto H., "Genome-wide association study reveals distinct genetic associations related to leaf hair density in two lineages of wheat-wild relative <i>Aegilops tauschii</i> . ", Scientific Reports, 2022. 10, 12, 1, pp. 17486	https://doi.org/10.1038/s41598-022-21713-3	国際誌	発表済	

2023	Iizumi T., Tsubo M., Maruyama A., Tahir I. S. A., Kurosaki Y. and Tsujimoto H., "High-temperature indicators for capturing the impacts of heat stress on yield: lessons learned from irrigated wheat in the hot and dry environment of Sudan. ", Climate Research, 2023. 2, 89, pp. 85-98	https://doi.org/10.3354/cr01709	国際誌	発表済	
2023	Ahmed M. I. Y., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Abdalla M. G. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., "Heat stress-tolerant quantitative trait loci identified using backcrossed recombinant inbred lines derived from intra-specifically diverse Aegilops tauschii accessions. ", Plants, 2024. 1, 13, pp. 347	https://doi.org/10.3390/plants13030347	国際誌	発表済	
2023	Ahmed M. I. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Balla M. Y., Tahir I. S. A., Zheng L., Kawakami N. and Tsujimoto H., "Mining Aegilops tauschii genetic diversity in the background of bread wheat revealed a novel QTL for seed dormancy. ", Frontiers, 2023. 11, 14, pp. 1270925	https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1270925	国際誌	発表済	
2023	Mohammed A. A. A., Tsubo M., Ma S., Kurosaki Y., Ibaraki Y., Tahir I. S. A., Gorafi Y. S. A., Amani A. M. I. and Tsujimoto H., "Micrometeorological Comparison of Canopy Temperature between Two Wheat Cultivars Grown under Irrigation in a Hot Environment in Sudan. ", Agronomy, 2023. 12, 13, 12, pp. 3032	https://doi.org/10.3390/agronomy13123032	国際誌	発表済	
2023	Mohammed A. A. A., Tsubo M., Kurosaki Y. and Ibaraki Y., "Characterization of the energy balance of wheat grown under irrigation in the hot arid environment of Sudan. ", Atmosphere, 2023. 12, 15, pp. 18	https://doi.org/10.3390/atmos15010018	国際誌	発表済	
2024	Ibrahim, A. M. M., Hassan, A. O., Idris, A. A. M., Gorafi, Y. S. A., Tsujimoto, H. and Tahir, I. S. A., "Key factors influencing the adoption of improved wheat production technologies in the irrigated, heat-prone, arid environments of Sudan. ", Sustainability, 2024. 8, 16, 15, pp. 6600	https://doi.org/10.3390/su16156600	国際誌	発表済	
2024	Balla, M. Y., Kamal, N. M., Tahir, I. S. A., Gorafi, Y. S. A., Abdalla, M. G. A., and Tsujimoto, H., "Intraspecific variation for heat stress tolerance in wild emmer-derived durum wheat populations." Frontiers in Plant Science, 2025, 16, pp. 1523562	https://www.frontiersin.org/journal/articles/10.3389/fpls.2025.1523562/full	国際誌	発表済	
2024	Emam, A. I. I., Kamal, N. M., Gorafi, Y. S. A., Tahir, I. S. T., Balla, M. Y., Tsujimoto, H., and Ishii, T., "Enriched grain minerals in Aegilops tauschii-derived common wheat population under heat-stress environment." Scientific Reports, 2025, 15, pp. 5624	https://www.nature.com/articles/s41598-025-98025-9	国際誌	発表済	
2024	Grafi, Y. S. A., Tahir, I. S. A., and Tsujimoto, H., "A multiple synthetic derivatives population for mining Ae. tauschii traits and genes in a background of common wheat." Journal of Plant Registration, 2025	Accepted	国際誌	in press	

論文数 28 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 28 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	Mega R., Tsujimoto H. and Okamoto M., "Genetic manipulation of abscisic acid receptors enables modulation of water use efficiency. ", Plant Signaling & Behavior, 2019. 01, 14, pp. e1642039	https://doi.org/10.1080/15592324.2019.1642039	国際誌	発表済	
2019	Vaidya A. S., Helander J. D. M., Peterson F. C., Elzinga D., Dejonghe W., Kaundal A., Park S. Y., Xing Z., Mega R., Takeuchi J., Khanderahoo B., Bishay S., Volkman B. F., Todoroki Y., Okamoto M. and Cutler S. R., "Dynamic control of plant water use using designed ABA receptor agonists. ", Science, 2019. 10, 3666464, pp. aaw8848	https://doi.org/10.1126/science.aaw8848	国際誌	発表済	高IF誌
2020	Itam M. O., Abdelrahman M., Yamasaki Y., Mega R., Gorafi Y. S. A., Akashi K. and Tsujimoto H., "Aegilops tauschii introgressions improve physio-biochemical traits and metabolite plasticity in bread wheat under drought stress. ", Agronomy, 2020. 10, 10, pp. 1588	https://doi.org/10.3390/agronomy10101588	国際誌	発表済	
2020	Itam M. O., Mega R., Tadano S., Abdelrahman M., Matsunaga S., Yamasaki Y., Akashi K. and Tsujimoto H., "Metabolic and physiological responses to progressive drought stress in bread wheat. ", Scientific Reports, 2020. 10, 10, pp. 1-14	https://doi.org/10.1038/s41598-020-74303-6	国際誌	発表済	
2021	Matsunaga S., Yamasaki Y., Toda Y., Mega R., Akashi K. and Tsujimoto H., "Stage-specific characterization of physiological response to heat stress in the wheat cultivar Norin 61. ", International Journal of Molecular Sciences, 2021. 01, 2213, pp. 6942	https://doi.org/10.3390/ijms22136942	国際誌	発表済	
2021	Itam M. O., Wahbi A., Fujimaki H. and Tsujimoto H., "Transpiration response of two bread wheat lines differing in drought resilience and their backcross parent under dry-down conditions. ", Breeding Science, 2021. 11, 715, pp. 575-583	https://doi.org/10.1270/sbbs.20154	国際誌	発表済	
2021	Matsunaga S., Yamasaki Y., Mega R., Toda Y., Akashi K. and Tsujimoto H., "Metabolome profiling of heat priming effects, senescence, and acclimation of bread wheat induced by high temperatures at different growth stages. ", Molecular Sciences, 2021. 12, 2223, pp. 13139	https://doi.org/10.3390/ijms222313139	国際誌	発表済	
2021	Vaidya A. S., Peterson F. C., Eckhardt J., Xing Z., Park S. Y., Dejonghe W., Takeuchi J., Pri-Tal O., Faria J., Elzinga D., Volkman B. F., Todoroki Y., Mosquna A., Okamoto M. and Cutler S. R., "Click-to-lead design of a picomolar ABA receptor antagonist with potent activity in vivo. ", PNAS, 2021. 09, 11838, pp. e2108281118	https://doi.org/10.1073/pnas.2108281118	国際誌	発表済	
2023	Nozoye T., Gorafi Y. S. A., Ube N., Wang F., Nakanishi H., Ishihara A., Ishii T. and Tsujimoto H., "Diversity in the genome of Aegilops tauschii a wild wheat relative to generate Fe-biofortified and Fe-deficiency-tolerant wheat. ", Plant Genetic Resources, 2023. 7, 1, 21, pp. 58-70	https://doi.org/10.1017/S1479262123000424	国際誌	発表済	

2023	Mega R., Kim J.-S., Tanaka H., Ishii T., Abe F. and Okamoto M., "Metabolic and transcriptomic profiling during wheat seed development under progressive drought conditions. ", Scientific Reports 2023. 11 ,13 pp. 15001	https://doi.org/10.1038/s41598-023-42093-2	国際誌	発表済	
2024	Weng, Y., Mega, R., Abe, F., Tsujimoto, H. and Okamoto, M., "Metabolic profiles in drought-tolerant wheat with enhanced abscisic acid sensitivity. ", PLOS ONE, 2024. 7 ,19, 7, pp. e0307393	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307393	国際誌	発表済	
2024	Abdelrahman, M., Gorafi, Y. S. A., Suleiman, S., Jogaiah, S., Gupta, A., Tsujimoto, H., Nguyen, H. T., Herrera-Estrella, L., and Tran, L.-S. P., "Wild grass-derived alleles represent a genetic architecture for the resilience of modern common wheat to stresses. ", The Plant Journal, 2024. 6 ,119, 4, pp. 1685-1702	https://doi.org/10.1111/tpj.16887	国際誌	発表済	
2024	Toda-Matsunaga, S., Toda, Y., Mega, R., Tadano, S., Alyza, M., Yamasaki, Y., Akashi, K., and Tsujimoto, H. "Wheat seed exposed to heat during formation can germinate at high temperature.", Frontiers in Plant Science, 2025	https://www.frontiersin.org/journals/plant-science	国際誌	in press	

論文数 13 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 12 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)

					特記事項
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	
2024	Tsujimoto, H., Gorafi, Y. S. A., Tahir, I. S. A., "Wheat breeding and quality seed dissemination in hot and dry agroecosystems in Sudan" In: Use of plant genetic resources and information for the crop production in developing countries under global warming and extreme environment conditions - Achievements and perspectives from SATREPS project		書籍	in press	

著作物数 1 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)

					特記事項
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	
2019	Kamal N. M., Gorfai Y. S. A., Abdelrahman M., Abdelatef E. and Tsujimoto H., "Stay-green trait: A prospective approach for yield potential, and drought and heat stress adaptation in globally important cereals., International Journal of Molecular Sciences, 2019. 11, 2023, pp. 5837		総説	発表済	
2020	妻鹿 良亮、岡本昌憲、"アブシシン酸受容体の利用による節水性と耐乾性を兼ね備えたコムギの開発", 植物の生長調節, 2020. 20, 552, pp. 126-130		国内誌	発表済	
2020	山内卓樹、藤井杜太、岡本昌憲、田中佑、水多陽子、晝間敬、吉田健太郎、山本英司、大西孝幸、犬飼義明、"フィールドにおける生命現象の解明とその制御に向けた基盤技術の創出", 育種学研究, 2020. 06, 22, pp. 75-82		国内誌	発表済	
2020	Tsujimoto H., "Gene-mining Asian wheat to feed the population in the 21st century.", Plant and Cell Physiology, 2020. 12, 621, pp. 1-2		国際誌	発表済	
2020	Takeuchi J., Fukui K., Seo Y., Takaoka Y. and Okamoto M., "Ligand-receptor interactions in plant hormone signaling.", Plant Journal, 2020. 12, 105, pp. 290-306		総説	発表済	
2021	岡本昌憲、"アブシシン酸の多様な機能", 植物科学の最前線, 日本植物学会 (ISSN 2432-9819), 2022. 13, pp. 53-61		総説	発表済	
2021	辻本壽、"灌漑コムギの栽培・育種", 気候変動と乾燥地 研究の最前線から, 丸善出版(ISBN978-4-621-30710-6), 2022. 3, pp. 107-116		書籍	発表済	
2021	坪充、"耕作地における温暖化影響", 気候変動と乾燥地 研究の最前線から, 丸善出版(ISBN978-4-621-30710-6), 2022. 3, pp. 105-106		書籍	発表済	
2021	坪充、"気候変動適応に向けて", 気候変動と乾燥地 研究の最前線から, 丸善出版(ISBN978-4-621-30710-6), 2022. 3, pp. 125-137		書籍	発表済	
2021	辻本壽、"厳しい環境でも育つ 品種改良で協力", JICA MAGAZINE, 2021. 12, pp. 15		国際誌	発表済	
2022	辻本壽、"気候変動下でのコムギ持続性生産の技術開発", アグリバイオ, 北隆館(ISSN2432-5511), 2022. 6, 77, pp. 6-7		書籍	発表済	
2022	Gorfai Y. S. A., 山崎裕司、"高温に耐えるコムギ研究と開発", アグリバイオ, 北隆館(ISSN2432-5511), 2022. 6, 77, pp. 13-17		書籍	発表済	
2022	辻本壽、"遺伝資源拡大による高温乾燥耐性コムギ育種", 作物研究, 2022. 10, 67, pp. 75-77		総説	発表済	
2023	Sakuma S., Koppolu R., "Form follows function in Triticeae inflorescences.", Breeding Science, 2023. 73, pp. 46-56		総説	発表済	

著作物数 14 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

			特記事項
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	
2020	スーダンにおける持続的小麦生産(革新的コムギ生産技術提供、コムギ生産者、1回、北部州アッダッバ、20名)	スーダンにおける持続的小麦生産のための技術協力(アラビア語)	COVID-19蔓延のため、日本から専門家を派遣できず、現地スタッフのみで行った。 https://www.youtube.com/watch?v=JAVfd9FYgY https://www.youtube.com/watch?v=b7sPvZl_MEk https://www.youtube.com/watch?v=F5HoTC258Hk https://www.youtube.com/watch?v=HTVAeGrW600 https://www.youtube.com/watch?v=hjW0LSiaNQg
2020	スーダンにおける持続的小麦生産啓発	動画を5編作成し、YouTubeで配信	https://sites.google.com/tottori-u.ac.jp/wheat-satreps-sudan-japan/for-farmers?authuser=0
2022	スーダンにおける持続的小麦生産啓発	動画を作成し、YouTubeで配信	https://www.youtube.com/watch?v=hxAv2FqDwbk

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
2018	国際学会	Tsujimoto H, Gorafi YSA, Kim JS, Elbashir AAE, Tahir I: Development of innovative germplasm for wheat breeding for dry and heat-prone agro-environment of Sub-Saharan Africa. 13th International Conference on Development of Drylands. Feb 11-14, 2019 (Jodhpur, India)	招待講演
2019	国際学会	Tahir ISA, Meheesi SEM, Mohamed IES, Gorafi YSA, Tsujimoto H, Tadesse W, Bassi FM, Amri A: Wheat Improvement for the Heat Prone Agro-ecologies of Sudan and Sub-Saharan Africa: Breeding and Pre-breeding Approaches for Climate Change Resilient Varieties, 1st International Expert Workshop on Pre-Breeding Utilizing Crop Wild Relatives, ICARDA, Rabat, Morocco, April 24-26.	招待講演
2019	国際学会	Tsujimoto H, Gorafi YSA, Tahir ISA: Extensive wheat germplasm enhancement to secure food under climate change, International Conference of Plant Chromosome Engineering and Functional Genomics for Breeding, Beijing, China, June 3-5, 2019.	招待講演
2019	国際学会	Tsujimoto H1, Gorafi YSA1,2, Kim J-S3 (1: Tottori Univ., 2: ARC, Sudan, 3: Riken) Wheat population for pure line selection of useful traits from <i>Aegilops tauschii</i> , 1st International Wheat Congress, Saskatoon, Canada, July 21-26, 2019.	ポスター発表
2019	国際学会	Gorafi YS, Elhashimi AM, Kim JS, Kamal NM, Yamasaki, Tahir IS, Tsujimoto H: 1st International Wheat Congress, Saskatoon, Canada, July 21-26, 2019.	ポスター発表
2019	国内学会	マハジューブ マジン, 陳 泰伸, ゴラフィ ヤシル, 岩田 洋佳, カマル ナスリン, 松岡 由浩, 辻本 壽: コムギ育種のための新規変異を探索するためのコムギ関連種 <i>Aegilops tauschii</i> の 343 系統の形態生理学的形質、日本育種学会第136回講演会、奈良、2019年9月6日、7日。	ポスター発表
2019	国内学会	エルハディ ジャミラ, カマル ナスリン, 山崎 裕司, ゴラフィ ヤシル, 高田 兼則, 田中 裕之, 辻本 壽: 合成コムギ派生集団を用いた、ゲノムワイド関連解析によるコムギ種子硬軟質の研究、日本育種学会第136回講演会、奈良、2019年9月6日、7日。	ポスター発表
2019	国内学会	Mazin M. M. Mahjoob, Y. S. A. Gorafi, N. M. Kamal, Y. Yamasaki ¹ , Y. Matsuoka and H. Tsujimoto: GWAS for exploiting morphophysiological diversity that closely related to the yield in wheat related-species <i>Aegilops tauschii</i> to enhance adaptation in wheat, 日本育種学会第137回講演会、東京、2020年3月28日、29日。	口頭発表
2019	国内学会	Michael Itam, Ryosuke Mega, Yuji Yamasaki, Mostafa Abdelrahman, Yasir Gorafi, Hisashi Tsujimoto ¹ : Metabolic and physiological responses of wheat to progressive drought stress at the flowering stage: from Norin 61 to multiple synthetic derivative (MSD) lines, 日本育種学会第137回講演会、東京、2020年3月28日、29日。	口頭発表
2019	国際学会	Iizumi T, Tsubo M, Babiker IAA, Kurosaki Y. Simulating the two different heat-tolerant spring wheat varieties grown in Sudan using CYGMA global gridded crop model. iCROP 2020, Montpellier (France), 2-5 February 2020.	口頭発表

2020	国内学会	山崎裕司、Y. Gorafi, I. Tahir、辻本壽:未利用遺伝資源を用いたリン節肥性コムギの特徴、第12回中国地域育種学談話会、オンライン、2020年12月12日	口頭発表
2020	国内学会	M. Y. B. Abdalla, Y. S. A. Gorafi, N. M. Kamal, I. Tahir, H. Tsujimoto: Harnessing the gnetetic diversity of wild emmer wheat for genetic improvement of durum wheat, 第12回中国地域育種学談話会、オンライン、2020年12月12日	口頭発表
2020	国内学会	辻本壽、田中裕之、明石欣也、坪充、岡本昌憲、Y. Gorafi, I. Tahir, H. M. Mustafa, A. I. Saad, I. A. A. Babiker, A. M. Idris: サブサハラアフリカの乾燥・高温耐性育種のための遺伝資源拡大、第15回ムギ類研究会、オンライン、2020年12月26日	招待講演
2020	国内学会	M. Itam, Y. Gorafi, I. Tahir, H. Tsujimoto: Physio-agronomic and metabolite profiling reveal the role of Aegilops tauschii introgrssions in wheat lines under drought stress, 第15回ムギ類研究会、オンライン、2020年12月26日	口頭発表
2020	国内学会	M. Itam, Y. Gorafi, I. Tahir, H. Tsujimoto: QTL hotspots for combined heat and drought stress resilience in bread wheat grown inSudanese field, 第139回日本育種学会講演会、オンライン、2021年3月20・21日	口頭発表
2021	国内学会	M. Y. Balla, Y. S. A. Gorafi, N. M. Kamal, I. Tahir, H. Tsujimoto: デュラムコムギ派生集団:野生エンマーコムギ由来の新たな遺伝資源. 日本育種学会第140回講演会、オンライン、2021年9月23~25日	口頭発表
2022	国内学会	竹田佳生、Osman S. O. M., 只野翔太、深内百合子、山崎裕司、Saad A. S. I., Tahir I. S. A., 辻本壽、明石欣也: FTIRケモメトリックスと化学的分画によるコムギの高温応答プロファイリング、日本農芸化学会中四国支部第62回例会、オンライン、2022年6月4日	口頭発表
2022	国際学会	Monir I. Y. A., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Identification of a novel QTL controlling seed dormancy in wheat originated from Aegilops tauschii. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	口頭発表
2022	国際学会	Osman S. O. M., Saad A. S. I., Tadano S., Takeda Y., Konaka T., Yamasaki Y., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Akashi K.: Profiling wheat (Triticum aestivum L.) biochemical responses to heat stress by fourier transform infrared spectroscopy. the 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	口頭発表
2022	国際学会	Balla M. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Modather G. A. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Exploiting wild emmer wheat diversity to improve wheat A and B genomes in breeding for heat stress adaptation. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表
2022	国際学会	Mohamed I. E. S., Oe H., Kamal N. M., Mustafa H. M., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A., Tsujimoto H. and Tanaka H.: Introgression of high-molecular-weight glutenin subunits from Aegilops tauschii improved wheat flour quality. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表
2022	国際学会	Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Extensive exploration of Aegilops tauschii genetic diversity for improvement of bread wheat stress tolerance. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表

2022	国際学会	Sakuma S., Tahir I. S. A., Zhuo Su, Gorafi, Y. S. A., Nasuda S. and Tsujimoto H.: Elucidation of wheat grain shattering mechanism in heat-prone drylands. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表
2022	国内学会	竹田佳生、Osman S., 只野翔大、深内百合子、山崎裕司、Saad A. S., Tahir Y. S. A., 辻本壽、明石欣也: FTIR 計量化学と化学的分画によるコムギの高温応答プロファイリング、第39回日本植物バイオテクノロジー学会、大阪府堺市、2022年9月10-13日	口頭発表
2022	国内学会	Monir I. Y. A., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Identification of a novel QTL controlling seed dormancy in wheat originated from <i>Aegilops tauschii</i> , 日本育種学会第142回講演会、北海道帯広市、2022年9月23-25日	ポスター発表
2022	国内学会	Balla M. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Abdalla M. G. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Interspecific variation and genome wide association analysis for heat stress tolerance adaptation in wild emmer wheat, 日本育種学会第142回講演会、北海道帯広市、2022年9月23-25日	口頭発表
2022	国内学会	Balla M. Y., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Exploration of heat-stress tolerance allele from wild emmer wheat intraspecific variation for wheat breeding、第14回中国地域育種談話会、山口県山口市、2022年12月10-11日	ポスター発表
2022	国内学会	Ahmed M. I. Y., Gorafi Y. S. A., Kamal N. M., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Heat tolerance and seed Dormancy using wheat BILs population possessing <i>Aegilops tauschii</i> chromosome segments、第14回中国地域育種談話会、山口県山口市、2022年12月10-11日	ポスター発表
2022	国内学会	Emam A. I. I., Gorafi Y. S. A., Ishii T. and Tsujimoto H.: Sustainable wheat production under climate change: interventions for increased NUE of Bread Wheat、第14回中国地域育種談話会、山口県山口市、2022年12月10-11日	ポスター発表
2022	国内学会	竹田佳生、Osman S., 只野翔大、山崎友渡、Saad A. S., Tahir I. S. A., 辻本壽、明石欣也: FTIRケモトリックスによるコムギ高温応答の解析、第64回日本植物生理学会、宮城県仙台市、2023年3月10-17日	口頭発表
2023	国際学会	Tsujimoto H., Gorafi Y. S. A. and Tahir I. S. A.: Development of heat- and drought-tolerant wheat germplasm for Africa utilizing genetic diversity in <i>Aegilops tauschii</i> . コムギ研究の新展開: 100年の研究史を反映した生物遺伝資源とゲノミクス、そして未来へ. Kyoto, Japan	ポスター発表
2023	国際学会	Tsujimoto H., Tahir I. S. A. and Gorafi Y. S. A.: Sustaining wheat production through the development of climate-smart innovative technologies for the dry and heat prone agro-ecologies of Sudan and sub-saharan Africa. The African Plant Breeders Association Conference 3rd Edition. Morocco (Oct., 2023)	ポスター発表
2023	国際学会	Ahmed M. I. Y., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Abdala M. G. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H., Ahmed, M. I. Y., Kamal, N. M., Gorafi, Y. S. A., Abdala, M. G. A., Tahir, I. S. A. and Tsujimoto, H.: Identification of QTLs for heat stress tolerance in wheat using backcrossed recombinant inbred lines. The African Plant Breeders Association Conference 3rd Edition. Morocco (Oct., 2023)	ポスター発表
2023	国際学会	Tahir I. S. A., Gorafi Y. S. A., Idris A. A. M., Saad A. S. I., Mustafa H. M., Elbashir A. A. E., Elsheikh O., Elhashimi A. M. A., Elbashier E. M. E. and Tsujimoto H.: Seed security for adaptation to climate change and boosting wheat productivity in hot and dry environments. The African Plant Breeders Association Conference 3rd Edition. Morocco (Oct., 2023)	ポスター発表

2023	国際学会	Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: A story from the gene bank to the field. The African Plant Breeders Association Conference 3rd Edition. Morocco (Oct., 2023)	ポスター発表
2023	国内学会	Balla M. Y., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Abdalla M. G. A., Tahir I. S. A., Tsujimoto H.: Exploration of wild emmer wheat intraspecific heat stress tolerance variation in a background of durum wheat、日本育種学会第144回講演会(兵庫県神戸市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	Balla M.Y., Kamal N. M., Gorafi Y. S. A., Abdalla M. G. A., Tahir I. S. A. and Tsujimoto H.: Exploration of wild emmer wheat intraspecific heat stress tolerance variation in a background of durum wheat、第15回中国地域育種談話会(鳥取県鳥取市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	Emam. A. I. I., Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A., Ishii T. and Tsujimoto H.: Sustainable wheat production under climate change: interventions for increased NUE of Bread Wheat、第15回中国地域育種談話会(鳥取県鳥取市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	山崎裕司、Gorafi Y. S. A., Tahir I. S. A., 辻本壽: コムギ未利用遺伝資源を用いたリン欠乏耐性系統選抜と耐性系統の生理学的解析、第256回日本作物学会講演会(佐賀県佐賀市)(2023年9月)	口頭発表
2023	国内学会	竹田佳生、Osman S. O. M., 只野翔太、深内百合子、山崎裕司、Saad A. S. I., Tahir I. S. A., 辻本壽、明石欣也: 中赤外分光法による植物メタボロミクスーコムギ高温ストレス応答への適用、第40回日本植物バイオテクノロジー学会(千葉[ハイブリッド])大会、シンポジウム(千葉県千葉市)(2023年9月)	口頭発表
2023	国内学会	Tahir I. S. A.: Enhancing genetic gain and improving crop resilience to climate change by unraveling genotype x environment x management interactions、共同利用、共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和5年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2023年12月)	ポスター発表
2023	国内学会	竹田佳生、Salma O.M. Osman, 只野翔太、山崎友渡、Abu Sefyan I. Saad, Izzat S.A. Tahir, 山崎裕司、辻本壽、明石欣也: FTIR計量化学手法と化学的分画によるコムギ葉の高温ストレス応答の解析、日本農芸化学会中四国支部例会(山口県宇部市)(2023年6月)	口頭発表
2023	国内学会	竹田佳生、Salma O.M. Osman, 只野翔太、山崎友渡、Abu Sefyan. I. Saad, Izzat S.A.Tahir, 山崎裕司、辻本壽、明石欣也: 高温ストレスにより誘導されるコムギ葉の細胞壁成分の物理化学的変化の可能性、日本農芸化学会中四国支部例会(高知県高知市)(2023年9月)	口頭発表
2024	国際学会	Tahir, I. S. A., Gorafi, Y. S. A., Idris, A. A. M., Elbashir, A. A. E., Saad, A. S. I., Mustafa, H. M., Elhashimi, A. M. A., Elsheikh, O., Elbashier, E. M. E., and Tsujimoto, H.: Seed production partnerships for sustainable wheat production and enhanced food security in hot, dry environments, the 3rd International Wheat Congress, Australia (Sep., 2024)	ポスター発表
2024	国際学会	Gorafi, Y. S. A., Tahir, I. S. A. and Tsujimoto, H.: Can eastern wheat break the yield-barrier: adaptation of Japanese wheat cultivars to hot and dry environments, the 3rd International Wheat Congress, Australia (Sep. 2024)	ポスター発表
2024	国内学会	Tahir, I. S. A.: Seeding resilience: strategic seed production partnerships for sustainable wheat cultivation and enhanced food security in hot and dry environments、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和6年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2024年12月)	ポスター発表

2024	国内学会	武田浩子、山崎裕司、松永幸子、Absefian Saad、辻本壽、明石欣也：高温ストレスに対するコムギMSD系統群の遺伝子発現応答の比較解析日本農芸化学会中四国支部第70回講演会（広島県東広島市）（2025年1月25日）	口頭発表
			招待講演 4 件
			口頭発表 19 件
			ポスター発表 24 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	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
2018	国内学会	辻本壽：新研究プロジェクト（SATREPS Sudan）紹介～サブサハラアフリカの高温・乾燥農業生態系に適応するコムギ品種改良をめざして。第13回ムギ類研究会。2018年11月26・27日（横浜市立大学）。	ポスター発表
2018	国内学会	大江陽香、辻本壽、田中裕之：高温ストレス下でも小麦粉品質低下を起こさない高分子量グルテニンサブユニットの探索。第10回中国地域育種談話会。2018年12月15・16日（鳥取大学）。	ポスター発表
2019	国際学会	Tsujimoto H: Can we find abiotic stress tolerance in wheat related-wild species? ~ Experiences and lessons learned in pre-breeding of wheat with drought and heat stress tolerance, 1st International Expert Workshop on Pre-Breeding Utilizing Crop Wild Relatives, ICARDA, Rabat, Morocco, April 24-26.	招待講演
2019	国際学会	Mega R, Abe F, Kim JS, Tsujimoto, Kikuchi J, Okamoto M: Water-saving Wheat: Tuning water use efficiency and drought tolerance using ABA receptors. 1st International Wheat Congress, Saskatoon, Canada, July 21-26, 2019.	口頭発表
2019	国際学会	Mahjoob M, Shen, Gorafi Y, Yamasaki Y, Kamal N, Abdelrahman M, Iwata H, Tsujimoto H: New insights into Aegilops tauschii genetic diversity and morpho-physiological variation, 1st International Wheat Congress, Saskatoon, Canada, July 21-26, 2019.	ポスター発表
2019	国際学会	Itam M, Matsunaga S, Mega R, Yamasaki Y, Tsujimoto H: Metabolic and physiological response of wheat to progressive drought stress at the flowering stage, 1st International Wheat Congress, Saskatoon, Canada, July 21-26, 2019.	口頭発表
2019	国内学会	妻鹿 良亮、石井 孝佳、安倍 史高、菊地淳、坪井 裕理、田中 裕之、岡本 昌憲、辻本壽：節水型耐乾性コムギは乾燥ストレスによる種子品質低下を緩和する。日本育種学会第136回講演会、奈良、2019年9月6日・7日。	口頭発表
2019	国内学会	松永幸子・山崎裕司・妻鹿良亮・辻本壽：パンコムギの生育ステージ特異的高温ストレス応答：幼苗期のストレス応答は登熟期まで続く。日本育種学会第137回講演会、東京、2020年3月28・29日。	口頭発表
2019	国内学会	明石欣也、山田みな美、只野翔大、留森寿士、辻本壽：乾燥地のストレス耐性植物群の表皮ワックス組成と光反射能との関係、第92回日本生化学会大会、横浜、2019年9月19日	ポスター発表
2019	国内学会	山田みな美、只野翔大、留森寿士、辻本壽、明石欣也、乾燥地植物の光反射特性および表皮に蓄積する化合物プロファイルの解析、日本生化学会中国・四国支部例会、山口県宇部市、2019年5月18日	口頭発表

2019	国際学会	Okamoto M.: Tuning water use efficiency and drought tolerance in wheat using ABA receptors, 23th The International Plant Growth Substances Association Conference (Paris) 25-28, June, 2019	招待講演
2019	国内学会	岡本昌憲: アブシシン酸感受性の向上によるコムギの水利用効率と耐乾性の改良, 第61回日本育種学会シンポジウム, 奈良, 2019年9月	招待講演
2020	国際学会	Okamoto M. Tuning water use efficiency and drought tolerance in wheat using abscisic acid receptors, International Workshop on Optics, Biology, and Related Technologies, Utsunomiya, 26 February, 2021	招待講演
2020	国内学会	松永幸子、アリザメグミ、山崎裕司、明石欣也、辻本壽: 生育時の高温処理がパンコムギの高温発芽能力と脂肪酸組成に及ぼす影響、中国地域育種談話会、オンライン、2020年12月12日	口頭発表
2020	国内学会	内田孝三、辻本壽: チップ栽培を利用したコムギのスピードブリーディングについて、第12回中国地域育種学談話会、オンライン、2020年12月12日	口頭発表
2020	国内学会	塚田美彩子、辻本壽: パンコムギの高温発芽能力に及ぼす遺伝子および環境の影響、第12回中国地域育種学談話会、オンライン、2020年12月12日	口頭発表
2020	国内学会	松永幸子: パンコムギの生育ステージ特異的・高温・乾燥ストレス応答、国際乾燥地研究教育機構 研究プロジェクトワークショップ、鳥取、2020年12月25日	口頭発表
2020	国内学会	岡本昌憲: アブシシン酸受容体がもたらすコムギ病害抵抗性機構の解析、第15回ムギ類研究会、オンライン、2020年12月26日	ポスター発表
2020	国内学会	松永幸子、戸田悠介、妻鹿良亮、山崎裕司、辻本壽: 多様な高温環境に適応するパンコムギ系統の選抜に向けたマルチオミクス解析、第139回日本育種学会、オンライン、2021年3月20・21日	口頭発表
2020	国内学会	山崎裕司、Y. Gorafi、I. Tahir、辻本壽: 未利用遺伝資源を用いた高リン利用効率コムギ系統の特徴、第139回日本育種学会講演会、オンライン、2021年3月20・21日	口頭発表
2020	国際学会	Okamoto M.: Tuning water use efficiency and drought tolerance in wheat using abscisic acid receptors, International Workshop on Optics, Biology, and Related Technologies (Utsunomiya) 2021年2月26日	招待講演
2021	国内学会	塚田美彩子、松永幸子、只野翔大、山崎裕司、Yasir S.A. Gorafi、新田みゆき、那須田周平、明石欣也、辻本壽: パンコムギの高温発芽能力に関する遺伝・整理・生化学的研究、第16回ムギ類研究会、オンライン、2021年12月24日。	ポスター発表

2021	国内学会	塚田美彩子、松永幸子、只野翔大、山崎裕司、Yasir S.A. Gorafi、新田みゆき、那須田周平、明石欣也、辻本壽: パンコムギの高温発芽耐性とその遺伝分析. 第141回日本育種学会講演会、オンライン、2022年3月20・21日	口頭発表
2021	国内学会	松永幸子、山崎裕司、Yasir S.A. Gorafi、戸田啓介、辻本壽: 高温ストレス耐性パンコムギ育種選抜に向けた代謝物質プロファイリング. 第141回日本育種学会講演会、オンライン、2022年3月20・21日	ポスター発表
2021	国内学会	山崎裕司、松永幸子、戸田啓介、Yasir S.A. Gorafi、辻本壽: 高温耐性パンコムギ育種選抜に向けた生理学的解析. 第141回日本育種学会講演会、オンライン、2022年3月20・21日	ポスター発表
2021	国内学会	Michael Itam, Hisashi Tsujimoto: パンコムギの暑さと干ばつに強い複合育種: 対立遺伝子、代謝産物、水保存機構. 第141回日本育種学会講演会、オンライン、2022年3月20・21日	ポスター発表
2021	国内学会	嶋崎太一、金俊植、妻鹿良亮、安倍史高、宮本皓司、山根久和、吉田健太郎、岡本昌憲: アブシシン酸受容体がもたらすコムギ病害抵抗性機構の分子解析. 植物化学調節学会第54回大会 (web) 2021年11月13日	口頭発表
2021	国内学会	Weng Y., 金 俊植、妻鹿良亮、辻本壽、岡本昌憲: コムギにおける乾燥ストレス応答に対する代謝産物の包括的解析. 第63回日本植物生理学会年会, (つくばweb) 2022年3月22-24日	口頭発表
2021	国内学会	Weng Y., 金 俊植、妻鹿良亮、辻本壽、岡本昌憲: コムギにおける乾燥ストレス応答に対する代謝産物の包括的解析. 日本育種学会第141回講演会 (京都web) 2022年3月20-21日	ポスター発表
2021	国内学会	嶋崎太一、金俊植、妻鹿良亮、安倍史高、宮本皓司、山根久和、二瓶賢一、吉田健太郎、岡本昌憲: コムギにおけるアブシシン酸受容体がもたらすうどんこ病菌抵抗性形質の分子生物学的解析. 日本育種学会第141回講演会 (京都web) 2022年3月20-21日	口頭発表
2021	国内学会	佐藤佑樹、嶋崎太一、Weng Y., 金俊植、二瓶賢一、岡本昌憲: うどんこ病感染過程におけるコムギの代謝産物蓄積と植物ホルモン含有量の経時的変化の解析. 日本育種学会第141回講演会 (京都web) 2022年3月20-21日	ポスター発表
2021	国内学会	岡本昌憲: 植物ホルモン・アブシシン酸の機能調節による耐乾性制御. 日本学術会議公開シンポジウム (Web) 2021年12月4日	招待講演
2022	国際学会	Gorafi Y. S. A.: Extensive exploration of wild relatives diversity for wheat breeding: from the gene bank to the field. Webinars by the International Wheat Genome Sequencing Consortium, Online (Jul., 2022)	招待講演
2022	国際学会	Itam M. O. and Tsujimoto H.: Understanding combined heat and drought tolerance in bread wheat: agronomic and physiological approach. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表

2022	国際学会	Matsunaga S., Yamasaki Y., Toda Y., Mega R., Akashi K. and Tsujimoto H.: Stage-specific characterization of physiological and metabolic response to heat stress in the wheat cultivar Norin 61. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表
2022	国際学会	Weng Y., Kim J.-S., Mega R., Tsujimoto H. and Okamoto M.: Comprehensive analysis of metabolites in response to drought stress in wheat. 2nd International Wheat Congress, China (Sep., 2022)	ポスター発表
2022	国内学会	Weng Yuanjie、金俊植、妻鹿良亮、辻本壽、岡本昌憲：コムギにおける乾燥ストレス応答に対する代謝産物の包括的解析、植物化学調節学会第57回大会（福井県）（2022年11月）	ポスター発表
2022	国内学会	嶋崎太一、二瓶賢一、岡本昌憲：コムギABA受容体によるサリチル酸およびN-ヒドロキシペコリン酸生成酵素遺伝子の発現制御、植物化学調節学会第57回大会（福井県）（2022年11月）	ポスター発表
2022	国内学会	辻本壽、田中裕之、笠谷信明：タルホコムギ由来の休眠性と高分子量グルテニン遺伝子 Glu-D1d遺伝子をバンコムギ品種「農林61号」に導入した系統の開発、第17回ムギ類研究会（茨城県つくば市）（2022年12月）	ポスター発表
2022	国内学会	嶋崎太一、金俊植、妻鹿良亮、安倍史高、二瓶賢一、吉田健太郎、岡本昌憲：コムギのアブシシン酸受容体によるサリチル酸およびN-ヒドロキシペコリン酸生成酵素遺伝子の発現制御機構の解明、第17回ムギ類研究会（茨城県つくば市）（2022年12月）	ポスター発表
2022	国内学会	小野輝久、岸井正浩、平井優美、辻本壽、岡本昌憲：オオハマニンニク染色体添加系統バンコムギにおけるメタボローム解析、第17回ムギ類研究会（茨城県つくば市）（2022年12月）	ポスター発表
2022	国内学会	妻鹿良亮、金俊植、石井孝佳、田中裕之、安倍史高、岡本昌憲：成熟途上コムギ種子における乾燥ストレスが及ぼす分子的影響の包括的解析、第17回ムギ類研究会（茨城県つくば市）（2022年12月）	ポスター発表
2023	国内学会	中村木葉里、佐久間俊：ヒトツブコムギの粒数と粒重のトレードオフを制御するQTLs、第18回ムギ類研究会、（滋賀県）（2023年12月）	ポスター発表
2023	国内学会	小野輝久、岸井正浩、佐藤心郎、平井優美、辻本壽、岡本昌憲：オオハマニンニク染色体添加系統バンコムギにおける形質変化に関する研究、日本育種学会第145回講演会（東京都文京区）（2024年3月）	ポスター発表
2023	国内学会	Weng Yuanjie、嶋崎太一、妻鹿良亮、安倍史高、金俊植、吉田健太郎、二瓶賢一、岡本昌憲：コムギにおけるアブシシン酸受容体を介した病害抵抗性に関する分子生理学的解析、日本育種学会第145回講演会（東京都文京区）（2024年3月）	ポスター発表
2023	国内学会	佐藤佑樹、Weng Yuanjie、嶋崎太一、二瓶賢一、吉田健太郎、岡本昌憲：コムギうどんこ病菌感染過程における病害抵抗性遺伝子と生理活性分子の経時的変化の解析、日本育種学会第145回講演会（東京都文京区）（2024年3月）	ポスター発表

2023	国内学会	平田駿一郎、横山聡太郎、辻本壽、妻鹿良亮: コムギTILLING集団からの節水型耐乾性系統の選抜および生理学的解析、日本育種学会第144回講演会(兵庫県神戸市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	小野輝久、岸井正浩、平井優美、辻本壽、岡本昌憲: オオハマニンニク染色体添加系統パンコムギにおけるメタボローム解析、日本育種学会第144回講演会(兵庫県神戸市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	Weng Yuanjie、島崎太一、佐藤佑樹、二瓶賢一、金俊植、岡本昌憲: コムギうどんこ病菌感染における病害応答性遺伝子発現と植物ホルモンの経時的変化の解析、植物化学調節学会第58回大会(神奈川県横浜市)(2023年11月)	ポスター発表
2023	国内学会	平田駿一郎、横山聡太郎、辻本壽、妻鹿良亮: コムギTILLING 集団からの節水型耐乾性系統の選抜および生理学的解析、第15回中国地域育種談話会(鳥取県鳥取市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	日名弘貴、松岡由浩、石井孝佳、妻鹿良亮: パンコムギの節水型耐乾性に寄与するQTL の探索、第15回中国地域育種談話会(鳥取県鳥取市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	小針大輔、田中裕之: 高温ストレス下のコムギ種子形態を維持するThinopyrum elongatum 由来E ゲノム染色体の探索と利用、第15回中国地域育種談話会(鳥取県鳥取市)(2023年9月)	ポスター発表
2023	国内学会	辻本壽: ムギ類の研究を楽しもう!、第18回ムギ類研究会(滋賀県大津市)(2023年12月)	口頭発表
2023	国内学会	岡本昌憲: 多重合成コムギ集団から単離したアブシシン酸高感受性系統の分子遺伝学的解析、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和5年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2023年12月)	ポスター発表
2023	国内学会	竹田佳生・明石欣也: 植物細胞壁の構造変化による乾燥地植物の高温ストレス耐性機構の解析、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和5年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2023年12月)	ポスター発表
2023	国内学会	Balla M. Y.: Effect of heat stress on seed mineral contents in multiple derivative lines (MDLs)、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和5年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2023年12月)	ポスター発表
2024	国内学会	辻本壽: 野生種遺伝子の導入による新規コムギ開発と国際育種への展開、日本農学会第95回日本農学大会(東京都文京区)(2024年4月)	招待講演
2024	国内学会	平田駿一郎、山下昂太、梅澤泰史、賛田晃広、辻本壽、妻鹿良亮: 節水型と非節水型コムギ系統におけるリン酸化プロテオームの比較解析、日本育種学会第146回講演会(広島県東広島市)(2024年9月)	ポスター発表

2024	国内学会	日名弘貴、石井孝佳、西村和紗、松岡由浩、辻本壽、妻鹿良亮: パンコムギRIL集団を利用した節水型耐乾性に寄与するQTLの探索、日本育種学会第146回講演会(広島県東広島市)(2024年9月)	ポスター発表
2024	国内学会	辻本壽: 異種遺伝子導入による新規コムギ系統の開発と活用、日本遺伝学会第96回大会(高知県高知市)(2024年9月)	招待講演
2024	国際学会	Tsujimoto, H.: Do wild species help to improve the quantitative traits of wheat?, the 3rd International Wheat Congress, Australia (Sep., 2024)	口頭発表
2024	国際学会	Sakuma, S., Matsumoto, S., Mishina, K., Maruyama, D., Hisano, H. and Nasuda, S.: Mining AE. tauschii genetic diversity for heat stress resilience, seed dormancy and end-use quality, the 3rd International Wheat Congress, Australia (Sep. 2024)	ポスター発表
2024	国内学会	Gorafi, Y. S. A.: Identification of QTLS/genes and mechanism of drought tolerance in wheat synthetic derivatives lines、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和6年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2024年12月)	ポスター発表
2024	国内学会	Balla, M. Y.: Intraspecific variation for heat stress tolerance in wild emmer-derived durum wheat populations、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和6年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2024年12月)	ポスター発表
2024	国内学会	Ahmed, M. I. Y.: The intraspecific variation of wheat-related species revealed different mechanisms of climate-resilient tolerance、共同利用・共同研究拠点 鳥取大学乾燥地研究センター 令和6年度共同研究発表会(鳥取県鳥取市)(2024年12月)	ポスター発表
2024	国内学会	小針大輔、西田薫平、田中裕之: <i>Thinopyrum elongatum</i> 由来Eゲノム染色体がもたらす種子関連形質と登熟期間中の高温ストレス耐性、第16回中国地域育種談話会(岡山県瀬戸内市)(2024年12月)	ポスター発表
2024	国内学会	辻本壽: 遺伝資源開発による高温・乾燥耐性コムギ育種への挑戦、(公財)農学会・農学アカデミー・日本学術会議育種学分会共同主催公開シンポジウム「気候変動下の食料生産の確保に向けた研究最前線」(東京都文京区)(2025年3月16日)	招待講演

招待講演	10 件
口頭発表	17 件
ポスター発表	40 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

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
2018	2019/1/7	鳥取大学学長賞	乾燥・高温耐性コムギの系統 選抜に関する研究が国際的 に高い評価	辻本壽	鳥取大学	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	
2019	2020/1/6	鳥取大学学長賞	「節水型耐乾性」という新しい タイプの乾燥ストレス耐性 を持つコムギに関する研究功 績	妻鹿良亮	鳥取大学	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	
2019	2019/12/22	中国地域育種学談話会	最優秀発表賞	松永幸子	岡山大学	1.当該課題研究の成果である	
2020	2020/12/17	日本学術振興会賞	植物ホルモンのアブシシン酸 の作用機構解明と応用	岡本昌憲	日本学術振 興会	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	
2020	2021/3/2	鳥取大学科学研究業績表 彰	小麦粉品質を高める新規補 償コムギーThinopyrum elongatum ロバートソン型転 座系統	田中裕之	鳥取大学	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	
2020	2020/12/12	中国地域育種学談話会	優秀発表賞	Mohamme d Balla	岡山大学	1.当該課題研究の成果である	
2022	2022/9/11	2nd International Wheat Congress 優秀ポスター 賞	Exploiting wild emmer wheat diversity to improve wheat A and B genomes in breeding for heat stress adaptation	Mohamme d Balla	Crop Science Society of China	1.当該課題研究の成果である	
2024	2024/4/5	日本農学賞	野生種遺伝子の導入による 新規コムギ開発と国際育種 への展開	辻本壽	日本農学会	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	
2024	2024/4/5	読売農学賞	野生種遺伝子の導入による 新規コムギ開発と国際育種 への展開	辻本壽	読売新聞社	3.一部当該課題研究の成果が 含まれる	

9 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
2018	2018/6/21	日本海新聞	乾燥に強いコムギ育種 国際 協力事業採択「食料問題解 決につなげる」	地域総合 20面	その他	プロジェクト採択の紹 介

2018	2018/6/28	毎日新聞	「スーダン」鍵に食料問題解決を 鳥大コムギ研究JST採択	鳥取 26面	その他	プロジェクト採択の紹介
2018	2018/7/3	NHK NEWS WEB	乾燥地農業研究が国の事業に採択		その他	プロジェクト採択の紹介
2018	2019/2/7	日経新聞	砂丘の知見世界へ コムギ栽培、課題解決探る	中国経済37面	その他	プロジェクト採択の紹介
2018	2018/3/19	読売新聞 夕刊	サハラ潤す…砂漠でも1.5倍のコムギ開発		その他	プロジェクト採択の紹介
2019	2019/6/30	AFRICA vol.59	鳥取大学乾燥地研究センターが取り組むアフリカ研究	38-39	その他	プロジェクト採択の紹介
2019	2019/7/6	NHKBS4K	4Kでよみがえるあの番組 新日本紀行 鳥取県 砂丘農民 ー鳥取海岸ー		3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2019	2019/10/4	現代ビジネス	今、砂漠で「農業革命」が起きている。画期的なアイデア6選	https://headlines.yahoo.co.jp/article?a=20191004-00067499-gendaibiz-sctch&p=1	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2019	2020/1/1	日本海新聞	(特集)鳥取大、SDGsの取り組み推進	17面	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2019	2020/3/13	Top Researchers	小麦の品種改良で、世界の食糧危機を防ぐ〜辻本 壽・鳥取大学乾燥地研究センター副所長・教授	https://top-researchers.com/?p=3646	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2020	2020/8/1	国際開発ジャーナル	スーダンで「奇跡の小麦」を生み出す	28-29	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2020	2020/3/16	産経新聞	気候変動に負けない小麦…砂丘の研究機関が世界を救う	https://special.sankei.com/f/society/article/20210316/0001.html	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2022	2022/9/22	NHK FM1 第一ラジオワールドリポート	スーダンの小麦事情		2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介

2022	2022/11/14	NHK全国 おはよう日本	イタリア 今夏記録的な熱波・干ばつ 小麦の収穫 減少の農家も	https://www.nhk.or.jp/minplus/0019/topic109.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2022	2022/11/18	NHK鳥取 いろどり	イタリア 今夏記録的な熱波・干ばつ 小麦の収穫 減少の農家も	https://www.nhk.or.jp/minplus/0019/topic109.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2022	2023/1/29	中海テレビ Road to 2030～SDGsで考えるふるさとのミライ～	鳥取発！イノベーション	https://www.youtube.com/watch?v=iLncATcyG-0	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2022	2023/2/1	NHKEテレ 視点・論点	次の『緑の革命』を目指して	https://www.nhk.jp/p/t/Y5P47Z7YVW/episode/te/R6YJP8Z69X/	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2023/4/28	NHK国際ニュースナビ 特集 NHK鳥取 いろどり	「スーダンを忘れないで」現地で小麦の研究に携わる男性の願い	https://www3.nhk.or.jp/news/special/international_news_navi/articles/feature/2023/04/28/31348.html	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2023	2023/4/28	NHK NEWS WEB WEB特集 NHK鳥取 いろどり	鳥取大のスーダン人留学生“衝突早く終結し情勢安定して”	https://www3.nhk.or.jp/inews/tottori/20230428/4040014901.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2023/5/19	NHK NEWS WEB WEB特集	スーダンで“人道危機” 独自退避の日本人が見たものは？	https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230509/k10014060531000.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2023/7/5	NHK デジタル総合1	【特集】スーダン止まらない武力衝突日本に住むスーダン出身の研究者の思いキャスター	https://www.nhk.or.jp/archives/chronicle/detail/?crnid=A202307051005001302100	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2023/7/13	NHK NEWS WEB WEB特集 NHK鳥取 いろどり	武力衝突から3か月 日本のスーダン人家族 平和への願い	https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230713/k10014126351000.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2023/12/20	NHK NEWS WEB WEB特集 NHK鳥取 いろどり	砂丘研究100年記念講演 乾燥地農業研究の重要性語る鳥取	https://www3.nhk.or.jp/inews/tottori/20231220/4040016762.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2024/3/25	NHK NEWS WEB WEB特集 NHK鳥取 いろどり	乾燥地の農業振興に尽力 鳥取大乾燥地研センター長が最終講義	https://www3.nhk.or.jp/inews/tottori/20240325/4040017403.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2023	2024/3/31	読売新聞 朝刊	第61回読売農学賞受賞7人の業績 高温に強い麦 進化ヒントに 野生遺伝子の導入による新規小麦開発と国際育種への展開	15面	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介

2024	2024/4/9	NHK鳥取 いろどり	JICAスーダン事務所長が鳥大乾燥地研究センター訪問	https://www3.nhk.or.jp/news/tottori/20240409/4040017506.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/4/15	NHK鳥取 いろどり	スーダン武力衝突から1年 鳥取在住スーダン人“戦闘終結を”	https://www3.nhk.or.jp/news/tottori/20240415/4040017544.html	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/4/23	NHK NEWS WEB WEB特集 NHK鳥取 いろどり	命守る研究続ける“傷つけ合う”母国スーダンを思う1年	https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240423/k10014429551000.htm	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/4/27	NHK デジタル総合1	戦闘続くスーダン 武力衝突から1年 避難生活送る人は	https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240427/k10014435301000.htm	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/5/9	NHKラジオ らじる★らじる	Nらじセレクト『武力衝突から1年 鳥取から母国スーダンを思う農業研究者』	https://www.nhk.jp/p/nradi/rs/X7R2P2PW5P/episode/re/14V71Q9J93/	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/5/14	NHK World News	Sands of Hope: A Sudanese food researcher in Japan	https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/background/3305/	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/7/16	鳥取大学プレスリリース	ODA70周年、JICAスーダン事務所開設35周年 鳥取大学とハルツーム大学がオンライン交流	https://www.tottori-u.ac.jp/news/docs/fa96b23c408226c7894c7f6f0197d0104ae04b76.pdf	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクトの紹介
2024	2024/8/8	NHK鳥取 いろどり	鳥大のスーダン人研究者がエジプトに避難の研究者に成果報告	https://www3.nhk.or.jp/news/tottori/20240808/4040018370.html	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2024	2024/8/8	日本海新聞	スーダンの大学とオンラインで交流 鳥取大、関係を強化	23面	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2024	2024/12/15	テレビ東京	食の危機を救う！ニッポンの挑戦者たち	https://www.tv-tokyo.co.jp/information/202411/4784.html	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介
2024	2025/3/14	NHK	国際報道2025	https://www.nhk.jp/p/kokusaihoudou/ts/8M689W8RVX/episode/te/E293K7V8GY/	2.主要部分が当課題研究の成果である	プロジェクトの紹介

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
2019	2020/3/6	TAAT Wheat compact Sudan irrigated wheat seed production and technology scaling up traveling workshop	ゲジラ州 スーダン	約100名	公開	プロジェクトのカウンターパート機関であるARCが主体となって実施したワークショップ。ゲジラスキームにおける灌漑農業の進捗状況、効果を確認した。小麦栽培に関する意見交換を実施。
2019	2020/3/9-12	Wheat harvesting technologies and reducing harvest loss workshop	ゲジラ州 スーダン	約50名	公開	プロジェクトのカウンターパート機関であるARCが主体となって実施したワークショップ。収穫ロスを避けるための収穫技術向上を目的とした研修会。全国から担当者が参加した。開催式に参加し意見交換を実施。
2019	2020/8/3	みどり「適塾」第9回デザイン思考勉強会	大阪大学産業科学研究所(日本)	30 (0)	公開	「アフリカ固有植物群の遺伝資源の探索」のテーマで、スーダンサトレプス事業を紹介
2020	2021/2/25-3/14	乾燥地研究センター設立30周年記念パネル展「鳥取砂丘から世界の乾燥地研究へ」	鳥取砂丘ビジターセンター	不明(非常に多いと思われる)	公開	SATREPSの解説とともに開発のコムギ標本を展示した。
2021	2021/12/11	近畿作物育種研究会公開シンポジウム「気候変動への対応を目指した作物生産」	オンライン	不明(非常に多いと思われる)	公開	招待を受け、SATREPSの成果を発表した。
2021	2022/1/22	気候変動についてみんなで考えよう	栃木県那須塩原市(日本)	19名	公開	気候変動が農作物に与える影響と対応策の市民向けワークショップ
2022	2023/1/12	Organic Fertilizer Preparation and application	ゲジラ州 スーダン	57名	公開	プロジェクトのカウンターパート機関であるARCが主体となって実施したワークショップ。
2022	2023/1/18	Organic Fertilizer Preparation and application	ゲジラ州 Northern State	25名	公開	プロジェクトのカウンターパート機関であるARCが主体となって実施したワークショップ。
2023	2023/10/27	東京理科大学 生物環境イノベーション研究部門・公開シンポジウム「コムギにおけるアブシシン酸受容体を介した乾燥ストレス応答と病害応答の分子機構」	東京都葛飾区 (日本)	約100名	公開	招待を受け、SATREPSおよびコムギの耐乾性に関わる研究成果を発表した。
2023	2023/12/4	植物科学シンポジウム「乾燥と病気に強いコムギの開発」	東京都文京区 (日本)	オンサイトとオンラインのハイブリッド(非常に多いと思われる)	公開	招待を受け、SATREPSおよびコムギの耐乾性に関わる研究成果を発表した。
2023	2023/12/10-14	WFP協力現場機械オペレーター研修「スーダンにおける小麦生産作業の機械化」	ゲジラ州 スーダン	25名	公開	WFPとの協力の下、現場機械オペレーターを対象とした研修コースを開催した。
2024	2024/8/7	ODA70周年、JICAスーダン事務所開設35周年 鳥取大学とハルツーム大学がオンライン交流	エジプト・アラブ共和国カイロ市 /鳥取大学乾燥地研究センター	オンサイトとオンラインのハイブリッド(エジプトおよび日本約30名、オンライン約15名)	公開	鳥取大学とスーダンの学術交流、および、SATREPSおよびコムギの耐乾性に関わる研究成果を発表した。
2024	2025/2/13	Final Symposium for Sudan SATREPS Wheat Project: Innovative Technologies for Sustainable Wheat Production: Building Resilience through Partnerships スーダンSATREPSコムギプロジェクト最終シンポジウム	鳥取大学乾燥地研究センター	約40名	公開	SATREPSの最終研究成果をシンポジウム形式で発表した。

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
2019	2020/3/1	第1回合同調整委員会(JCC)	18名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。
2020	2020/12/2	第2回合同調整委員会(JCC)	14名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。
2021	2021/10/20	第3回合同調整委員会(JCC)	32名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。
2022	2022/10/26	第4回合同調整委員会(JCC)	29名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。
2023	2023/11/1	第5回合同調整委員会(JCC)	25名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。
2024	2024/8/6	第6回合同調整委員会(JCC)	25名	プロジェクト進捗状況の確認、投入実績の共有、PDM、POの一部改定討議。

6 件

成果目標シート

研究課題名	スーダンおよびサブサハラアフリカの乾燥・高温農業生態系において持続的にコムギを生産するための革新的な気候変動耐性技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	辻本 壽(鳥取大学 乾燥地研究センター 教授)
研究期間	H30採択(平成30年6月1日～ 令和6年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	スーダン共和国/農業研究機構
関連するSDGs	目標2 2030年までに持続可能な食糧生産システムを確保し、生産性を高めて気候変動、干ばつなどの災害への適応能力を強化する。

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・国際政情の安定による経済発展 ・食糧輸入国である日本の食糧確保 ・日本の農業技術の国際的影響力の発信
科学技術の発展	・気候変動適応のための持続的農業開発 ・新規遺伝資源探索とそれを利用したコムギ分子育種
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・ストレス耐性で高栄養・高品質育種素材の開発 ・有用形質を確実に選抜するDNAマーカーの開発 ・耐性選抜指標開発による新しい育種法の開発
世界で活躍できる日本人材の育成	・若手・中堅研究者の国際活動力の強化 ・国際会議の企画力、発言力、交渉力の強化 ・大学院国際乾燥地科学専攻等の機能強化を通じた若手研究者・実務者の養成
技術及び人的ネットワークの構築	・スーダンの分子育種施設をハブにしたネットワーク構築とサブサハラアフリカへの波及
成果物	・コムギのストレス耐性の分子生物学的理解 ・有用育種素材の開発 ・審査つき国際雑誌の論文・総説の執筆

上位目標

公開資料

サブサハラアフリカの乾燥・高温農業生態系に適応するコムギ実用品種が開発され、広く普及しており、SDGsの目標2(食糧安全保障)に貢献している

スーダンのコムギ育種において分子育種技術による計画的な遺伝子集積法が自立的に行われており、イノベーションプラットフォームにより品種普及が促進される

プロジェクト目標

スーダンの高温・乾燥環境に適応できるコムギ遺伝資源を開発され、選抜マーカーを利用した分子育種技術が実用品種開発に利用されている

