

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（2019年）度/研究期間：5年/

相手国名：スーダン共和国

令和4（2022）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2019年11月21日から2024年11月20日まで

JST側研究期間^{*2}

2018年6月1日から2024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

鳥取大学乾燥地研究センター・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

四半期	2018年度 (10ヶ月)		2019年度				2020年度				2021年度				2022年度				2023年度 (12ヶ月)			
	I	II	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																						
1.2																						
1.3																						
1.4																						
1.5																						
1.6																						
1.7																						
1.8																						
1.9																						
2) 小麦粉品質グループ																						
2.1																						
2.2																						
2.3																						
2.4																						
2.5																						
3) 機構解明グループ																						
3.1																						
3.2																						
3.3																						
4) 気候変動グループ																						
4.1																						
4.2																						
4.3																						
4.4																						
4.5																						
5) 人材育成・普及グループ																						
5.1																						
5.2																						
5.3																						
5.4																						
5.5																						
5.6																						
5.7																						

(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)

なし

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

【タイムライン】

4月

- ・プロジェクト活動用のコムギの収穫を完了した。
- ・分子育種施設の詳細設計を策定した。

5月

- ・脱穀と種子調整および農業形質の調査を行った。
- ・ガラスハウス製造会社と建築に関する契約を締結した。
- ・分析機器および気象観測装置購入のための契約を締結した。
- ・プロットハーベスターが納入された（引き渡しは7月）。
- ・分子育種施設の入札にかかる委員会を立ち上げた。

6月

- ・財務省が分子育種施設のドル建て入札の許可を得るよう要請したため入札が中断された。

7月

- ・分子育種施設の入札開始を財務相が許可した。
- ・IP用の種子をカメルーンとウガンダに送付した。

8月

- ・分子育種施設の入札を開始した。
- ・研究推進会議を開催した。
- ・短期研修生3名が来日し研修を開始した。
- ・本SATREPSのスーダン側CPに対する中間評価会をオンラインで実施した。

9月

- ・連合農学研究科学生である長期研修生3名が博士号を取得し、元職のARCまたはSMAに復職した（1名は要件が一部分間に合わず学位なしでARCに復職したが、学位は翌年3月に9月に遡り授与された）。
- ・第2回国際コムギ会議（中国北京・オンライン）において、SATREPSの成果を6演題として発表を行った。このうち、1題はベスト発表賞に選出された。

10月

- ・スーダン側カウンターパートが鳥取大学の客員教授として来日した（1年間の予定）。
- ・プロジェクトの研究紹介動画をYouTubeで公開した（アラビア語、日本語字幕）。
- ・文部科学省SATREPS 枠国費留学生として来日していた長期研修生が、鳥取大学大学院連合農学研究科国際乾燥地科学専攻に入学した。
- ・本SATREPSの中間評価会を開催した。
- ・第4回JCC会議をオンラインで開催した。この会議では、日本、スーダン両チームに副代表を置き、カウンターパートの不在の場合も事業に支障がない体制を構築した。
- ・在京スーダン大使が乾燥地研究センターを訪問した。

11月

- ・専門家2名がスーダンを訪問し栽培実験の準備を行った。
- ・収穫された種子が認証されイノベーションプラットフォーム（IP）に輸送され、この種子を用いてIP活動を開始した。
- ・種子生産者との提携により次年度の活動に必要な種子の生産を開始した。

- ・ IP の各拠点でレビューや企画会議を開催した。
- ・ 財務省より分子育種学施設建築に関する免税措置が認められた。
- ・ ガラスハウスの資材が到着した（建築は分子育種施設の建設と同時に行う）。
- ・ コンテナハウスをスーダン側に引き渡した。

12月

- ・ 鳥取大学と建築会社が分子育種施設建築に関する契約を結んだ。
- ・ 学位授与が遅れていた長期研修生 1 名の博士論文発表会をオンラインで行った。
- ・ 長期研修生 1 名がスーダンに渡航し、気象ステーションを設置した。
- ・ コンテナハウスに必要な什器をローカルコンポーネントで調達した。

1月

- ・ 大学院生が専門家としてスーダンに渡航し気象観測装置を設置した。
- ・ 分子育種施設の建設会社に初回支払いにかかる送金を米ドルで実施したが中継銀行から差し戻しされた。
- ・ 研究代表者が NHK 番組「視点・論点」に招待され、本事業の内容を中心に「第 2 の緑の革命」について論じた。
- ・ 免税措置を受けて分析機器が納入された。
- ・ IP に技術支援者を招き、技術シンポジウムおよび堆肥生産と施用技術に関するトレーニングコースを開催した。

2月

- ・ 分子育種施設の改築工事が開始した。しかし建設会社に送金できず、その原因を調査した。
- ・ カッサラ州、ゲジラ州、ナイル川州及び北部州で IP のフィールドデイを実施した。
- ・ 日本から専門家を 3 名派遣し、ゲジラ州、ナイル川州および北部州の圃場調査し、IP に参加した。
- ・ 国立スーダンテレビをはじめとする複数の放送局が IP の様子が放映した。
- ・ 研究代表者が ARC の長官および副長官と会談し、今後の事業推進について打ち合わせた。
- ・ 研究代表者が分子育種施設の建築会社社長に会い、建築および送金に関する情報交換を行った。
- ・ JICA スーダン事務所長に会い、事業報告と事業後の取り組みについて意見交換を行った。
- ・ 新たに採用が決定した JICA 業務調整員がスーダンに赴任した。

3月

- ・ 12 月に博士論文発表会を行った長期研修生に学位が授与された。
- ・ 新業務調整員がハルツームからワドメダニに移動し、業務の引き継ぎを始めた。
- ・ ゲジラ州及びナイル川州の研究材料の調査が始められた。
- ・ 政府専門家が種子生産圃場を訪問し認定を行った。
- ・ 契約変更を行い、分子育種施設にかかる初回送金をユーロ建てに変更することで送金を行うことができた。

【プロジェクトの全体的な推移】

2022 年度になり COVID-19 の蔓延は落ち着き始めたが、10 月に各地で大規模なデモがあり国内情勢は依然不安定である。また、スーダン通貨に激しいインフレーションが起これ、パンやガソリン等の

日用品の価格が高騰した。政府が十分に機能していないため、ARCの活動を推進するための予算の配賦やARC職員の給与遅配が起き、活動推進に悪影響を与えた。また、国際的にも、COVID-19蔓延やウクライナ紛争等の影響で輸送コストや航空運賃の大幅な値上げ、異常とも言える円安が障害になった。

このように厳しい状況ではあるが、プロジェクトの体制を維持させつつ事業を進めている。本年度の成果として特筆すべきものは次の通りである。

- ① IP実施用の認定種子の生産を行うことができた。
- ② 国内の4州（ゲジラ州、北部州、ナイル川州、カッサラ州）の6カ所でIPを実施した。
- ③ 分子育種施設の詳細設計策定後、入札による建築業者の選定を行い、建築が開始した。
- ④ ガラス室の機材、分析機器、プロットハーベスター、気象観測装置等を投入できた。
- ⑤ 短期研修生3名に分子育種または気候変動対策に関するトレーニングを実施した。
- ⑥ 長期研修生4名（鳥取大学連合農学研究科国際乾燥地科学専攻所属）全員が博士号を取得し、ARCまたはSMAに復職した。この内、1名はグループ1のプロジェクト研究員として再来日し、1名はグループ4のリーダーに任命された。
- ⑦ プロジェクト紹介の動画をYouTubeで公開し、またNHK「視点・論点」をはじめとするテレビやラジオ番組でプロジェクトの研究成果を紹介した。

第4回JCC会議（オンラインで開催）では、スーダン側カウンターパートが、10月より1年間の任期で鳥取大の外国人客員教授として赴任したことが問題となった。週例会議を始め頻繁なオンライン会議で日本側とスーダン側の連携を進めてきたが、カウンターパートの日本滞在時においても事業を円滑に推進するためにスーダン側に副カウンターパートを置き、同時に、日本側にも副研究代表を置き研究代表者の事故対応に備えた。

国内での研究活動は順調に進み、その研究成果はFrontiers in Plant Science誌やTheoretical Applied Genetics誌をはじめ、国際誌に多くの論文を執筆できた（様式02）。

(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「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の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）
 - ・先行研究で同定された高温耐性MSD系統（MSD296およびMSD006）と農林61号（N61）との交配から得られた組換え近交系（RIL）の2つの組み合わせを、スーダン・ワドメダニの研究圃場で評価した。2集団の全系統からDNAを抽出し、DArTseqを用いてジェノタイピングを行った。これらの集団は、2023/24年作期に、ドンゴラとワドメダニで栽培し、耐暑性に関連するQTLを特定し、MASに使用するマーカーを特定するために使用予定である（PO1.1, PO1.2, PO1.3）。
 - ・高温乾燥耐性候補系統であるN61とスーダン品種との交配を行った。耐性の表現型に関連するマーカーを配列データに基づいて設計し、BC1F1世代での選抜に使用した。今後、戻し交配とマーカー選抜を継続し、耐性QTLとスーダン品種の遺伝的背景を持つ新品種を生産する（PO1.3, 1.4, 1.5）。
 - ・N61の広域適応性の遺伝的メカニズムを解明するために、2022/23年作期にN61とChinese Spring

間の RILs (190 系統) をワドメダニで 2 作期目の栽培をし、データを得た(図 1)。今後、1 作期目の形質データ及び GRAs-Di のジェノタイピングデータを用いて、N61 の高温ストレス環境への適応性に関連する QTL を同定する (PO1.1、1.2)。

- ・MSD 系統について、すべての栽培地と作期から収集したすべてのデータを分析し、各条件とストレス強度における耐性系統を同定した。これらの系統を育種プログラムに使用する新しい遺伝資源として登録することを提案するための原稿を作成中である (PO1.6)。

- ・パンコムギの A、B および D ゲノムにおける高温耐性 QTL の蓄積効果を調べるため、これまでの研究で同定された MSD (6 倍性コムギ) と MDL (4 倍性コムギ) を交配し、5 倍性コムギ系統を作出した。これら 5 倍性系統を 2021/22 年作期にワドメダニとフダイバで評価した(図 2、3)。その結果を確認し、バイオマス等栄養体形質における QTL 蓄積の効果を明らかにするために来シーズンも実験を繰り返す予定である (PO1.1、PO1.2)。

- ・将来の気候の影響を調べるために、スーダンの商業品種 20 種をフダイバ試験場で、早まき (10 月下旬)、普通期 (11 月中旬)、遅まき (12 月中旬) の 3 回に分けて播種して栽培し、その農業形質を評価した (PO1.8)。登熟期に気温が次第に上昇するので、播種時期を移行させることにより、異なる強度のストレスにさらすことができる。2021 年収穫の種子に加え、2022 年の種子もすでに日本に送られ、炭素同位体識別 ($\delta^{13}\text{C}$) の測定に使用されている。またこれらの種子はグループ 2、3 が使用する予定である。3 シーズン分のデータを分析することで、今後の気候の影響を把握し、各条件に最適な播種日や栽培品種の組合せを推奨していく予定である。

- ・スーダンでは収穫前にコムギ穀粒が地面に落ちてしまう脱粒による減収が深刻な問題となっており、非脱粒性品種の開発が強く求められていることが、現地研究者との議論で分かった。そこで、ARC で育成された F_3 分離系統 10 集団の脱粒性程度を ARC の実験圃場で評価した。いずれの集団も脱粒性程度が連続的な分布を示したため、この形質は複数の QTL によって制御されることが推察される。また脱粒性系統は、特徴的な形態の穂をもつことが分かり、この形態が人工気象機で再現できることを確認した。

- ・IP の実施に使用する優良品種の種子を生産した (図 4、PO1.7)。サハラ以南のアフリカ諸国への優良品種の普及に備え、MTA (資料移転契約) を交わして種子の一部をカメルーン、ウガンダ、モーリタニアに送付した。

② 研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果



図1 ワドメダニでの RILs の栽培・評価



図2 フダイバでの系統の評価

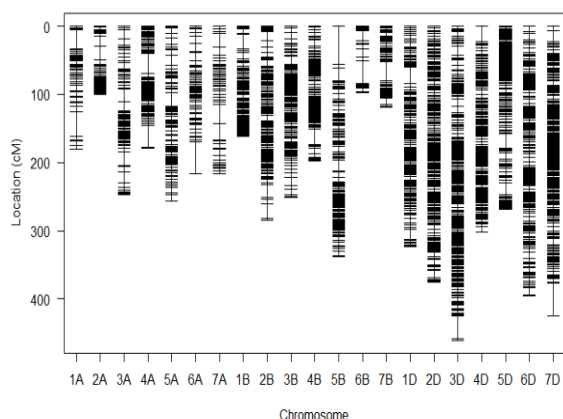


図3 分子マーカーによる遺伝的地図の作成



図4 IP で用いる認定種子の生産

2022年9月に長期研修生4名がスーダンに帰国し、ARCとSMAで活動を開始した。彼らは日本での研修で得た技術や知識を、日本のカウンターパートと協力しながら実践している。

③ 研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

COVID-19対応策が緩和されたので、3人の専門家とPIが、現地調査、フィールドデイ、IPや実験サイトへ技術訪問を行った。

④ 研究題目1の研究のねらい(参考)

遺伝子育種グループの研究目標は、野生種の遺伝資源に由来する育種材料を用いて、高温乾燥耐性コムギの分子育種を行うことである。高温乾燥耐性育種系統の評価やジェノタイピングを行い、その結果はTheoretical and Applied Geneticsなどの育種学をリードする学術誌に掲載された。

⑤ 研究題目1の研究実施方法(参考)

ストレス耐性をARCと乾燥地研究センターの実験圃場で栽培評価し、遺伝解析用の資料を取得した。あわせて、GRAs-DiとGWASを用いたジェノタイピングを実施した。

(B) G1-2: 宇都宮大サブグループ(サブグループリーダー: 岡本 昌憲)

研究題目「ABA感受性の遺伝的機構と分子育種」

① 当初計画(全体計画)に対する実施状況(カウンターパートへの技術移転状況含む)

- ・MSD 集団から単離したアブシシン酸(ABA)高感受性系統 Oka28 は背丈が高いために、N61 と掛け合わせ、背丈の問題を克服した BC1F4 を複数系統得た(図5)。また、昨年度同定した ABA 感受性【令和4年/2022度実施報告書】【230531】

QTL を複数もつ系統(L121, L132, L134)は、オリジナルの oka28 系統には及ばないものの ABA 応答性遺伝子が高く誘導されることが明らかになった(図 6)。これらの系統を宇都宮大学のビニールハウス内の疑似乾燥土壌で栽培した結果、N61 は乾燥土壌で葉が丸まり、葉の先端で枯れが生じているのに対して、乾燥耐性系統は乾燥による葉枯れの程度が軽減されることを確認した(図 7)。今年度は、カウンターパートへの技術移転は行っていない。

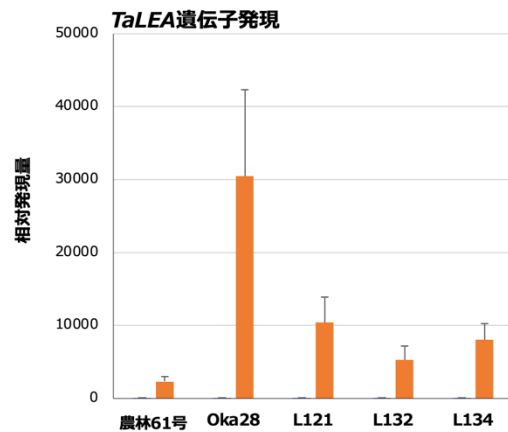
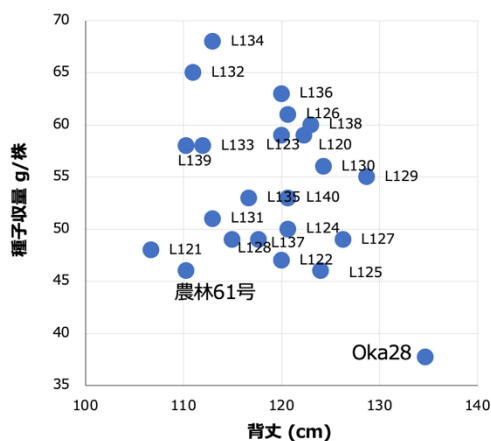


図 5 ABA 高感受性系統の BC1F4 の背丈と種子収量

図 6 ABA 応答性遺伝子発現解析

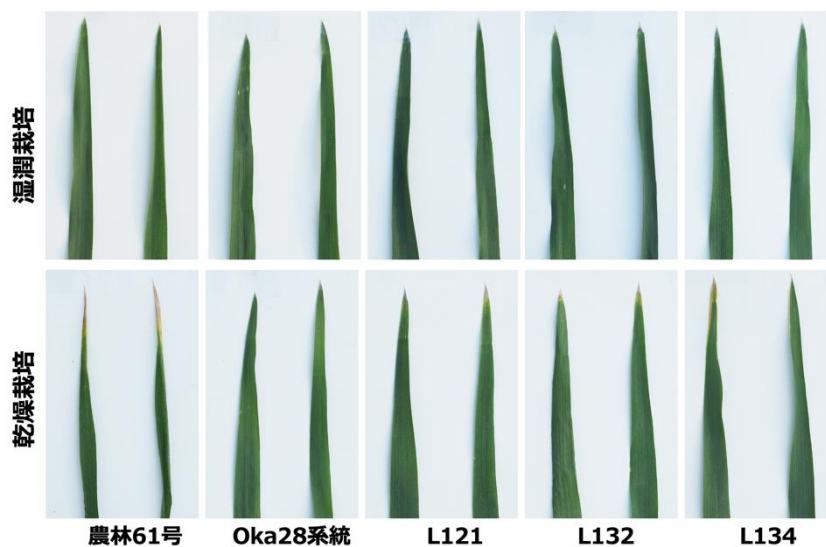


図 7 ABA 高感受性系統における湿润および乾燥土壌における葉の形質

② 当該年度の目標の達成状況と成果

- ・N61 背景においては oka28 系統が持つ ABA 感受性の QTL を導入することができ、さらには、国内で再現した乾燥土壌栽培試験にて乾燥耐性が向上していることを確かめることができた。一方、スーダンの基幹品種である Imam 系統については、ABA 感受性の QTL が導入できているかは確認できていないために、次年度に ABA の感受性が向上しているかを解析する。

【令和 4 年 / 2022 度実施報告書】【230531】

③ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

- ・コムギでは ABA の機能を高めてもサリチル酸の機能が低下しないことが明らかになった。つまり、今回作出している乾燥耐性系統は耐病性が低下している可能性は低いと考えている。

④ 研究のねらい

- ・MSD 系統を育種素材として、乾燥耐性コムギを分子育種することをゴールとするものである。乾燥耐性に寄与する QTL の同定により、高温耐性品種 Imam に乾燥耐性形質の導入が容易になる。

⑤ 研究実施方法

- ・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の育成を行う。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て疑似乾燥土壌における耐乾性を試験している。スーダン農業研究機構の圃場にて形質評価するための種子を現在国内で増殖中。

(3) G2：小麦粉品質グループ（リーダー：田中 裕之）

研究題目：「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 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

- ・スーダンの高温・乾燥ストレス下でも種子形態（P02.1）や生地特性（P02.2）に優れる MSD 系統の選抜では、ARC より長期研修生として受け入れている研究員へ小麦粉の物性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、鳥取大学連合農学研究科から博士号を授与された。選抜した MSD 系統について詳細な小麦粉品質、特に製パン試験（P02.2）を行うため、鳥取の実験圃場で栽培を開始した。

- ・野生種染色体保有コムギ系統およびパン用小麦に適した *Glu-D1d* 遺伝子保有系統を用い、穂培養による高温ストレス下での種子形態（P02.1）と胚乳デンプン発現のプロファイル（P02.3）を調査した。

- ・スーダン品種の中で高温下でも種子中の貯蔵タンパク質が高発現する品種 Bohaine とパン用小麦粉に適する *Glu-D1d* 遺伝子を導入した N61 とを交配し、*Glu-D1d* 遺伝子をホモに持つ RILs (recombinant inbred lines) を育成するため自殖を繰り返している（P02.4）。

- ・*Glu-D1d* 遺伝子を Bohaine に導入した NILs (near-isogenic lines) を育成するため、戻し交配を行っている（P02.5）。

② 研究題目 2 の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・小麦粉品質調査用に栽培している MSD 系統は、鳥取の実験圃場で順調に生育している（P02.1, P02.2）。

・コムギ近縁野生種 *Thinopyrum elongatum* の 1E~7E 染色体を 1 対ずつ実験用品種 Chinese Spring に添加した系統について高温ストレスを与えて種子登熟させた結果、種子形態の変化は 4 タイプに分けられた(図 8)。その中で種子形態を維持した系統は種子重も維持されており、高温ストレス耐性を持つと考えられる (P02. 1)。

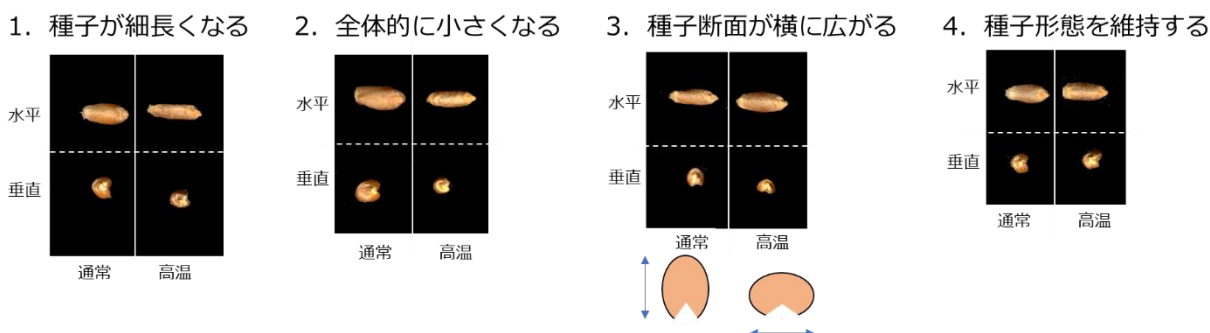


図 8 高温ストレス下で登熟させた種子の形態変化

・N61 の遺伝的背景に 1E 染色体長腕または *Glu-D1d* 遺伝子を導入した系統について高温ストレスを与えて登熟させた。その結果、種子形態およびデンプン組成は N61 と同等であり、1E 染色体長腕または *Glu-D1d* 遺伝子の導入に影響されないことが分かった (P02. 1, P02. 3)。

・RILs の育成について、現在、鳥取大学で F₄ 世代を育成している (P02. 4)。

・NILs の育成について、現在、鳥取大学で BC₃ 世代を育成している (P02. 5)。

③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

・特になし。順調に進んでいる。

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、特に生地の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)

・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、ジェノタイピングデータとの比較を行っている。

・野生種染色体保有コムギ系統およびパン用小麦に適した *Glu-D1d* 遺伝子保有系統を用い、高温ストレス下での小麦粉品質を評価している。

・人工交配によって遺伝分析用の材料を育成している。

(4) G3 : 機構解明グループ (リーダー : 明石 欣也)

研究題目 : 「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 の当初計画 (全体計画) に対する実施状況 (カウンターパートへの技術移転状況含む)

活動計画表(P0)に記された課題のうち、機構解明グループ (G3) では 3.1 から 3.3 の 3 課題を担当している。

3.1. (生理応答解析) では、これまでに、標準系統 N61 を用い、生育の異なる段階における高温ストレスへの暴露が、コムギの成長特性や収量関連形質、光合成代謝、次世代種子の発芽特性など

【令和 4 年 / 2022 年度実施報告書】【230531】

に異なる影響を及ぼすことを明らかにした。また複数の高温耐性 MSD 系統群が、N61 とは異なる多様で特徴的な生理成長応答を示すことを解明した。これらの解析の多くにはスーダンからの長期研修生が貢献しており、スーダン人研究者に対して解析ノウハウを指導した。またグループ 1 と共同で、土壤水分センサー、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、現地の研究者に使用方法について技術移転した。

3.2. (特異的代謝物の同定) では、コムギ葉内の低分子有機化合物や無機ミネラル類の種類や含量などが、高温暴露される生育時期により著しく異なることを、LC-MS および ICP 解析により見出した。複数のコムギ系統の解析から、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、複数の非タンパク質構成アミノ酸を新奇に発見した。これらの解析技術およびデータベースについて、スーダン ARC 研究者への技術指導を行った。葉組織の高分子化合物群を FTIR (フーリエ変換赤外分光法) の計量化学と機械学習により分析し、コムギ葉のストレス暴露を診断する技術を新たに開発した。同方法により、高温に暴露されたコムギ葉において特異的に変化する赤外光吸収領域を用いたスペクトル・マーカーを開発した。FTIR 解析についてはスーダンからの長期研修生が研究を主担当し、技術移転を細部に渡って進めた。

3.3. (選抜指標開発のための mRNA 同定) では、3 葉期幼苗の葉組織における遺伝子発現の経時的応答を RNAseq 分析により行い、代謝産物挙動と生または負の相関を示す遺伝子群を新奇に見出した。これら遺伝子解析の実際についてスーダン ARC からの短期研修生に継続的に技術指導を行った。また、高温耐性の異なる 6 種類の MSD 系統群および対照の N61 を用いて、登熟期の葉組織における RNAseq 比較解析を行い、mRNA ストレス応答とその系統間差異に関して包括的な分子応答データを取得した。現在これらデータのマイニングおよびデータベース構築と、技術移転のためのマニュアル整備を進めている。

② 研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・赤外吸収スペクトル (FTIR) 測定によるコムギ葉の化学組成変化の解析技術を、高温耐性の異なる 3 種類のコムギ系統群に適用した。その結果、コムギ系統間で共通の分光応答に加え、系統間で異なる分光応答を検出することに成功し、高温耐性系統に特徴的な赤外光吸収変化について、海外学術誌において発表した。

- ・N61 を用いた多糖類の組成分析により、細胞壁ペクチン画分において、高温ストレスに反応してその構成単糖成分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 (図 9)。高温ストレス下において葉からの熱散逸効率を調節している可能性が示唆され興味深い。

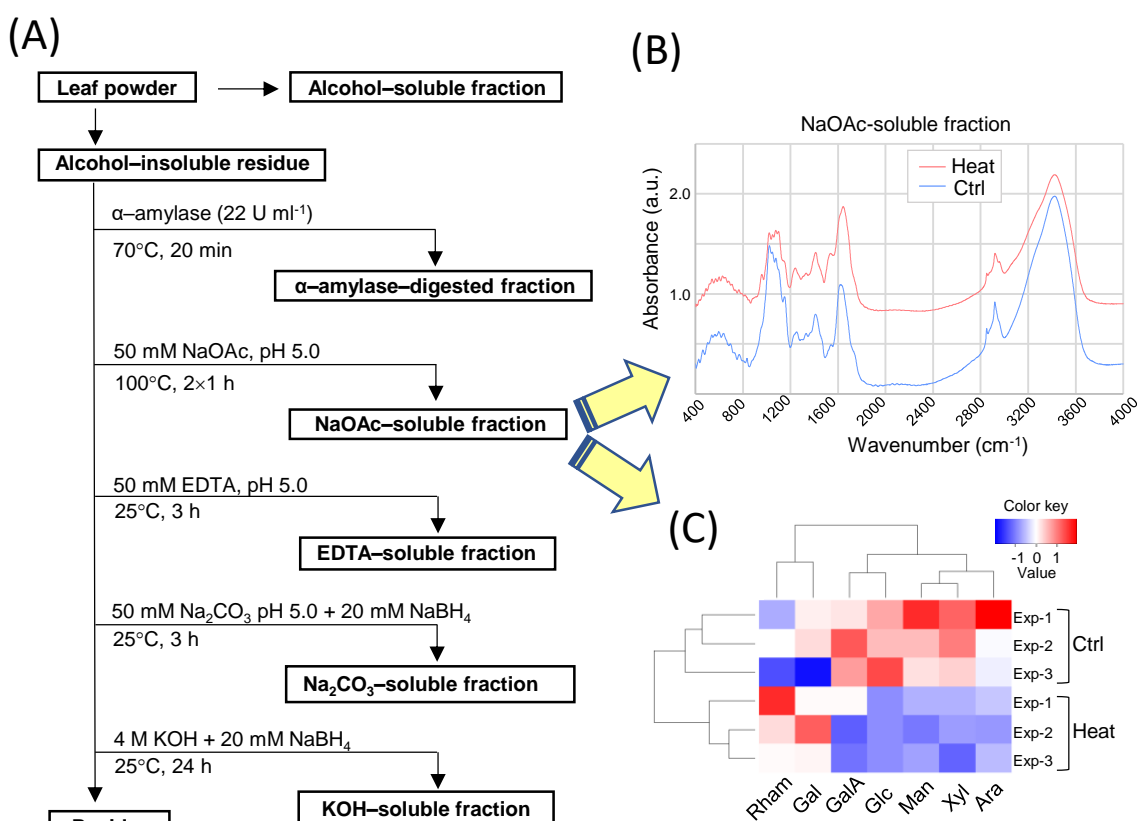


図 9. コムギ細胞壁の高温応答。(A) コムギ葉を様々な溶媒で化学分画し、細胞壁の諸成分を得た。(B) 細胞壁ペクチンを可溶化する酢酸ナトリウム可溶性画分における高温ストレス葉とコントロール葉の FTIR スペクトルの比較。1000–1100 cm⁻¹ 領域においてスペクトル形状に顕著な差異が見られる。(C) ペクチン画分の単糖組成分析。高温ストレス下では直鎖型ペクチン含量が減少するのに対し、分岐の多い RG-1 タイプのペクチン含量の増加が示唆される。

- ・人工気象環境で生育させた 6 種類の MSD 系統群（高温耐性および高温感受性を含む）および対照の N61 を用いて RNAseq 解析を行い、登熟期に高温に暴露された葉組織における mRNA 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。得られた mRNA データのマイニングを開始すると共に、前年度までのメタボロームデータとの関連解析と、そのデータベース構築を進めた。
- ・スーダン ARC のワドメダニ圃場で栽培したコムギ系統群の葉を用い、FTIR による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。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

本研究題目 3 で確立した FTIR による化学構造モニタリング技術を、本研究課題 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* 遺伝子をホモ接合に持つ N61 の小麦粉を、対照のコムギ品種から 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、研究課題間の成果を相互に生かし相乗効果をもたらした例と言える。

④ 研究題目 3 の研究のねらい (参考)

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ており、第 1 段階として MSD 系統のゲノムの 3/4 を提供した親品種、N61 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い、そ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、将来の化合物マーカー選抜やさらなる分子育種につなげる。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。

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、高温下の生理応答を人工環境において詳細に解析するとともに、複数のオミクス手法を組み合わせ、その鍵分子および mRNA の探索と分子機構の解明を行い、コムギの高温応答の学術的理解および育種への活用を図る。

(5) G4 : 気候変動グループ (リーダー : 坪 充)

研究題目 : 「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 の当初計画 (全体計画) に対する実施状況 (カウンターパートへの技術移転状況含む)

- ・ワドメダニの ARC 試験圃場における微気象観測のデータ解析を行い、2m 高と作物群落レベルの気温勾配と水蒸気圧勾配に相関があることを確認した (P04. 2)。
- ・コムギ圃場における作物群落のエネルギー収支および表面温度の地域間差を明らかにするために、気候が異なるワドメダニとドンゴラの 2 地点において微気象観測を行った (P04. 2)。また、フダイバにおいても微気象観測を開始した (図 10)。
- ・コムギの高温ストレスに関する早期注意報 (収量見通し) システムを開発するために、季節予報ダウンスケーリングの気温予測値が収量と負の関係にあることを確認した (P04. 5)。
- ・広域の作物群落温度のモニタリング技術の開発に向けて、作物群落高の地上気温データと衛星データの解析中である (P04. 5)。
- ・カウンターパートへの技術移転状況については、長期研修生として受け入れている博士課程の大学院生に、微気象観測データの解析手法を教授した。

② 研究題目 4 の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・温度に対する灌漑コムギの応答において、作物モデルと地表面モデルを用いて推定した群落表面温度が気温よりも収量と高い相関を持つことを明らかにした (P04. 2)。
- ・気象モデル (WRF) によるダウンスケーリングの精度・正確度の検証を行った結果、最適な WRF 数値実験条件 (スキーム) がコムギ生産地域 (北部州、ゲジラ州、カッサラ州) によって違うことを明らかにした (P04. 5)。

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
特になし。

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の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。



図 10 フダイバの ARC 試験圃場に設置した微気象観測機器（2023 年 1 月撮影）

(6) G5：人材育成・普及グループ（リーダー：ヤシル・ゴラフィ）

研究題目：「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 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

・全ての IP の介入サイトで評価と計画会議を行った。成果と欠点が議論され、活動計画が作成された（P05.2）。

・ゲジラ州の IP（2カ所）、カッサラ州（2カ所）、北部州、ナイル川州において、6つの IP を運営した。昨年生産した種子をこれら全ての IP の農家に配布し、4つの IP のサイトでフィールドデイと定期的な技術訪問を実施した（図 11）。また、個別指導や農民学校を通じて、フォローアップ研修を実施した（P05.5）。これらの活動には多くの人が参加し、例えばゲジラ州でのフィールドデイには 200 人以上の関係者が参加した（図 12）。また、北部州とニューハルファの IP では、100 人以上の農民や普及指導員を対象に 2つのトレーニングコースが実施された（P05.5）。

・おもにグループ 1, 2, 3 及び 4 において研修を受けた長期研修生 4 名が全員、鳥取大学大学院連合農学研究科で博士号を取得した（内 3 名は 9 月に、1 名は 3 月に 9 月に遡り取得）。全員が 9 月にスーダンに戻り、3 名は ARC で、1 名は SMA で働き始めた（図 13）。また、2021 年 10 月から文部科学省 SATREPS 枠留学生として、もう 1 名の学生が渡日した。彼は 1 年間の日本語コースを修了し、入学試験に合格し 2022 年 4 月から鳥取大学大学院連合農学研究科に在籍している。また、グループ 1, 4 に属する短期研修生 3 名が 1 ヶ月間（8～9 月）研修を受け、スーダンへ帰国した（P05.6）。

・短期研修生 3 名（グループ 1, 4）は、日本で 1 ヶ月の研修を受け、スーダンに帰国した。

ゲジラ州、北部州、カッサラ州、ナイル川州で IP を運用し、農民への革新的なコムギ栽培の技術移

転を行った(図 14)。

② 研究題目 5 の当該年度の目標の達成状況と成果

・日本に派遣された 6 名の長期研修生に技術指導を行った。そのうち 3 名は博士号を取得後、スーダンに帰国した(図 12)。1 名は学位をもたずスーダンに帰り、3 月に 9 月に遡り博士号が授与された。

・播種用プロットハーベスターを購入し、ARC に納入した。

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

・騒擾が発生したため入国が困難になった。そこで、鳥取大学は ARC と新たに協定を締結し、ARC に分子育種施設建築に関するコンサルタント業務を依頼した。これに伴い、詳細設計と仕様書が作成され、入札が行なわれ業者が決定し、鳥取大学と契約を結んだ。2023 年 3 月には、半年後の完成に向けて分子育種施設の建築が始まった。

・プロジェクトに関する紹介動画を作成し、YouTube にアップロードした。JICA と協議の結果、スーダンの政治情勢を理由に JICA の要請で中断していたプロジェクトウェブサイトの更新を 2023 年 4 月から開始する予定である (P05. 4)。

・カッサラ州ニューハルファに新しい IP を設立した。

④ 研究題目 5 の研究のねらい(参考)

スーダンにおけるコムギの分子育種を持続的に行うため、分子育種施設を建設し、ここに設置される分析機器を使って自ら育種事業を行える人材を育成する。革新的な小麦栽培技術を普及させるため、農家やあらゆる関係者が参加する IP を実施する。

⑤ 研究題目 5 の研究実施方法(参考)

施設の建設や機器の設置は、鳥取大学および ARC の規則に基づき実施する。人材育成については、将来的にプロジェクトの実施をリードする人材を長期研修生として招聘し、大学院で博士号を取得するための研修を行う。また、短期研修生を受け入れ、指導者を補佐する人材を育成する。さらに、革新的な栽培技術の普及を促進するため、現地の農民学校やイノベーションプラットフォームにおいて、情報共有、研修、技術フォローアップを行う。



図 11 ナイル川州の Aliab での IP の技術指導



図 12 ゲジラ州でのフィールドデイ



図 13 長期研修生学位授与式



図 14 短期研修生

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

社会情勢は引き続き不安定であるが、遅れていた分子育種施設の建設が始まった。また、温室の機材や、プロットハーベスター、研究機器などが投入された。コンテナハウスには必要な什器が揃えられ使える状態になった。今後、遅れを巻き返すための最大限の努力を行うが、施設をセッティングして分子育種事業（マーカー選抜育種および世代促進）を稼働させるためには、2023/24年作期を予備試験とし、これに加え、2024/25年作期において、自主的に運用できる状態にする必要がある。本年度は4名の長期研修生が研修を終え、スーダンに帰国し、ARC または SMA に戻り元の職に就いた。この長期研修生らが分子育種施設の業務に関われるよう、ARC や SMA に働きかける必要がある。また、彼らを補助できる技術員を養成するため、現地でのトレーニングも必要であると考えている。

一方で、新品種の普及を目指して実施している IP については、4 州の 6 カ所で行った。そして、認定種子を用いて指導に沿って栽培を行った農家は、慣行の栽培法での農家に比較して、平均 35% 収量が増し、最高の農家では 2.0 倍の収量を上げることができた。この結果は、現在は、本来の収量ポテンシャルの半分にしか成果を発揮できておらず、本プロジェクトでの革新的技術を用いることにより、同じ労力や投資でも格段に増収できることを示すことができた。この成果を受け、今後、さらに規模を大きくして、スーダン全土に広げていくことができれば、上位目標である SDGs の目標 2（食糧安全保障）に大きく貢献できると考えている。本 SATREPS の 4 年次(2023 年度)が終わった時点での達成状況を図 15 に示す。

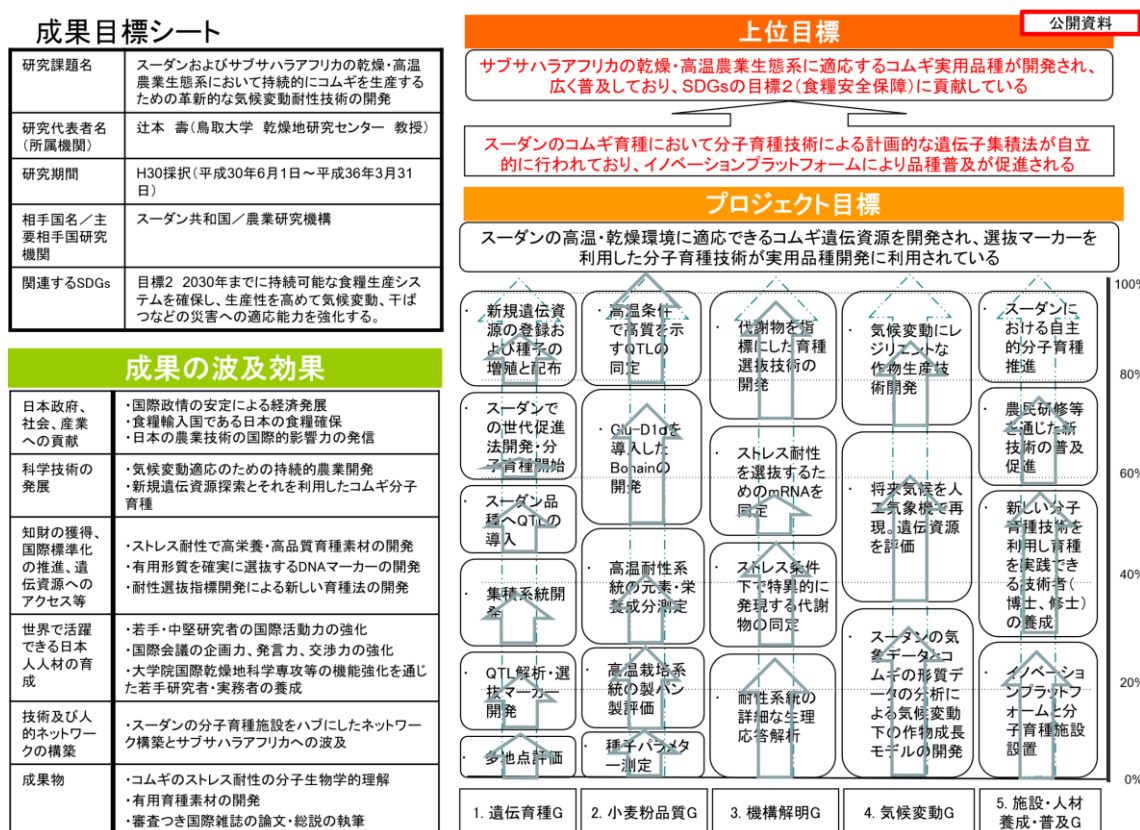


図 15 2022 年度末の目標達成シート

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

情勢不安のため現地への渡航を制限せざるを得なかった。しかし、毎週定期的にインターネットを使った会合を行い、情報交換を密にしている。

(2) 研究題目 1 : 「分子育種技術を用いた高温・乾燥耐性系統の開発」

遺伝育種グループ (リーダー: 辻本 壽)

研究のためスーダンにおいて採集した乾燥葉を日本に輸入する際には、種子の場合と異なり動物検疫が必要であることが分かり、動物検疫を受けて輸入した。

(3) 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」

小麦粉品質グループ（リーダー：田中裕之）

現地に渡航できないので、研究材料をスーダンで収穫し日本に空輸し分析をしている。

(4) 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」

機構解明グループ（リーダー：明石欣也）

本プロジェクトの前半で構築された人的ネットワーク（長期研修生の日本への受け入れや、日本での博士学位の取得、当該研修生のスーダンへの帰国・復職による現地研究の活性化）により、リモート環境であってもある程度の研究進捗は図れるようになってきている。人的ネットワークをプロジェクトの早い時期に構築することは重要かつ効果的と思われる。

(5) 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」

気候変動グループ（リーダー：坪 充）

コロナ渦で海外渡航が制限されたが、ARC 研究者と長期研修生として受け入れている博士課程の大学院生が微気象ステーションをフダイバの ARC 圃場に設置し、微気象観測を開始することができた。また、現地からデータを送ってもらい、解析している。

(6) 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」

人材育成・普及グループ（リーダー：ヤシル・ゴラフィ）

分子育種施設建築の支払いを鳥取大学と建設会社の契約に従いドル建てで送金したが、理由なく送金不可能との連絡があった。そこで、ユーロ建ての契約書に変更し、ユーロで送ったところ支払いを完了することができた。

IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

将来的には IP により考え方が変化した様々なステークホルダーが、新品種の開発にも積極的に関与し、参加型育種 (participatory breeding) やさらに進んで、参加型品種選抜 (participatory selection) ができる体制になると、スーダンをはじめとするサブサハラアフリカ諸国が革新的技術により、持続的に農業生産技術の開発ができるようになる。また、育種にはしっかりとした科学的基盤が必要であり、知識と技術を身につけた長期研修生が母国に戻り、分子育種施設を活用した新たな育種や栽培技術を導入し、自らの力で持続的に運営することができるように取り組んでいる。

V. 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に、このロゴマークを JICA、JST および鳥取大学のロゴマークとともに掲げ、この事業が日本の支援である事を強調してきた。また、イノベーションプラットフォームで使う種子袋にもこのロゴをつけて、本事業のプレゼンスを強調してきた。活動はスーダンの国営テレビ局や地方局のニュースで紹介された。また、活動内容紹介動画をアラビア語（日本語字幕付き）で作成し、YouTube で公開した。

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	

論文数 19 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 19 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
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/jsbbs.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., Mosquana 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	

論文数 8 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 8 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
2019	Kamal N. M., Gorfai Y. S. A., Abdelrahman M., Abdellatif 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, 藤井壮太, 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	

著作物数 13 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
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
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://www.youtube.com/watch?v=JAVfzd9FYgY https://www.youtube.com/watch?v=b7sPvZl_MEk https://www.youtube.com/watch?v=F5HoTC258Hk https://www.youtube.com/watch?v=HTVAeGrW6 https://www.youtube.com/watch?v=hxAv2FqDwblk
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	

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, 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: 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 genetic 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 <i>Aegilops tauschii</i> introgressions 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 in Sudanese 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: 野生エンマール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 <i>Aegilops tauschii</i> . 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 (<i>Triticum aestivum</i> 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 <i>Aegilops tauschii</i> 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 <i>Aegilops tauschii</i> 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 wild 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

招待講演 4 件
口頭発表 14 件
ポスター発表 12 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
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 <i>Aegilops tauschii</i> 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の高温・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) 2022年11月25日-27日	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-ヒドロキシピペコリン酸合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) 2022年11月25日-27日	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 <i>Glu-D1d</i> 遺伝子をパンコムギ品種「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16.17日	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-ヒドロキシピペコリン酸合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、(つくば) 2022年12月17日	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パ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、(つくば) 2022年12月17日	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、析第17回ムギ類研究会、(つくば) 2022年12月17日	ポスター発表

招待講演	7 件
口頭発表	15 件
ポスター発表	20 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 - <i>Thinopyrum elongatum</i> ロバートソン型転座系統	田中裕之	鳥取大学	3.一部当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	Mohammed Balla	岡山大学	1.当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	Mohammed Balla	Crop Science Society of China	1.当課題研究の成果である	

7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-鳥取海岸-		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-	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/miplus/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 いろいろ	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/miplus/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=iLncATcvG-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/ts/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

17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
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、スーダンサトレップス事業を紹介
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。

8 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。

4 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。

上位目標

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

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

