

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Bタイプ研究分野「生物資源」

研究課題名

「半乾燥地水稻育種効率化支援 AI エコシステムの構築と実証評価」

終了報告書

研究期間

2020年4月1日から2021年9月30日まで

研究代表者：二宮 正士

東京大学・特任教授

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(実績)

研究題目・活動	2020年度				2021年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
1. 水稲育種効率化支援パイプラインのための要素技術の設計と実装								
1-1 高速フェノタイピング技術の開発と実装	←			→	←	→	* 1	
1-2 ゲノム予測モデルの実装	←			→				
1-3 圃場環境センシングシステムの実装		←		→				
1-4 統合育種データプラットフォーム		←		→				
2. AIによる水稲育種効率化支援パイプライン構築とその試験運用								
1-1 要素技術の統合による育種パイプラインの実装		←		→	←	→	* 2	
1-2 育種パイプラインの運用と評価				←	→		* 3	
1-3 運用マニュアルの作成								
機材導入 GPUサーバ 演算WS NAS		←	→					
		←	→					
		←	→					
渡航活動							* 4	

* 1 コロナ禍の影響で相手国に渡航できず、現地圃場での試験ができなかった

* 2 コロナ禍の影響で相手国に渡航できず、現地圃場での研修や課題の洗い出しを目的とした試験運用ができなかった。選抜支援のためのシステム利用方法については、オンライン研修で代替した。

* 3 2021年度に英文マニュアルを整備した。

* 4 2021年度計画提出時は2021年9月頃の訪印の可能性を想定したが、訪印は不可能であった。

(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

研究交流

2020年度、インド現地を訪問して実施する予定だった日本側が用意した気象センサーの設置運用、ドローン空撮の指導、開発する育種システムの現地の2020年取得データによる運用試験、システムの利用研修などが一切できなかった。また、インド側を日本に招聘しての研修も同様である。2021年度も、日本側の現地訪問はかなわず、研究推進に関わる打合せや、育種システムの利用研修など全て、オンラインで実施せざるを得なかった。

研究内容

研究開発内容そのものの変更は無いが、社会実装に向けたシステム運用試験などが一切実施できず、2021年度の延長期間に先送りしたが、インドにおけるロックダウンなどにより、2021年度も水稻生育期前半の高速フェノタイピング実証の一部などができなかった。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) 成果目標の達成状況とインパクト等

半乾燥地でも安定生産・増産が可能な節水型イネ新品種育成・効率化技術パイプラインをインド現地だけでも運用できる仕様で実装し、その運用・評価を通して社会実装を加速することを目的にしている。本課題は二つのワークパッケージで構成され、その達成状況は以下である。

WP1：水稲育種効率化支援パイプラインのための要素技術の設計と実装

- ・ 高速フェノタイピング技術の開発と実装：SICORP 日印プロジェクト（戦略的国際共同研究プログラム・国際共同研究拠点（インド）：ICT 領域「データ科学で実現する気候変動下における持続的作物生産支援システム」。以下、SICORP）など別プロジェクトで開発したドローンによる圃場画像収集パイプラインや出穂認識・出穂日推定モデルのソフトウェア等の精度向上など改良を加えた。今後、育種過程におけるフェノタイピングの大幅な高速化が期待できる。ただし、インド側ロックダウンなどで、現地での検証が十分に行われたとは言えない。
- ・ 効率的育種に向けたゲノム予測モデルの実装：節水型水稲表現型ゲノム予測モデルを、統合育種データプラットフォームから容易に使えるようにAPIとして実装した。
- ・ 圃場環境センシングシステムの実装：SICORP で複数の仕様の異なるセンサノードから得られるデータや地域気象データについて、相互流通性を確保しながら簡便に収集・利用できる基盤を構築した。その上で本課題に必要なデータ形式でデータを提供、可視化できる、データ収集管理 WEB アプリケーションを開発・実装した。

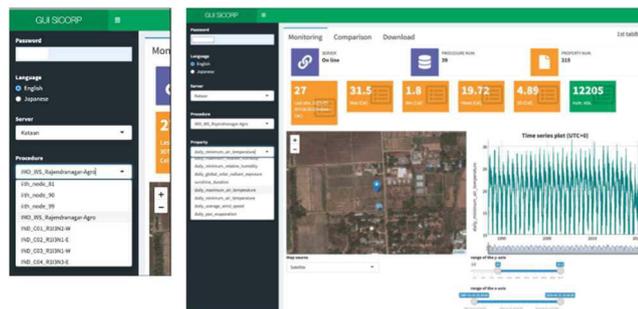


図. センサーの地図上の位置などを確認しながらデータを表示・ダウンロードできる。

- ・ 統合育種データプラットフォーム：「効率的育種に向けたゲノム予測モデルの実装」で開発したAPI群を用いて、GS(ゲノム予測モデリングによる作物性能予測)やGWAS(ゲノムワイド関連解析)解析による関連遺伝子位置の推定結果をユーザーに提供するWebアプリケーションを実装した。使いやすいインターフェースを介して、さまざまなゲノム予測モデルを比較しながら利用できる特徴がある。インド側における2020年度取得データによる利用検証も行った。

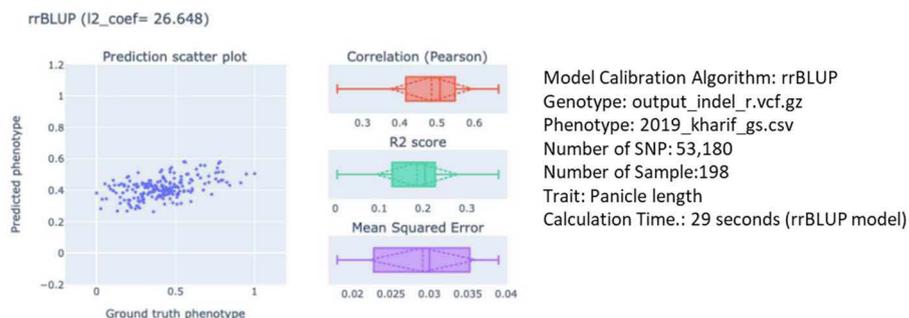


図. ゲノム予測モデルによる穂長予測例。

WP2:AI による水稲育種効率化支援パイプライン構築とその試験運用

- ・ 要素技術の統合による育種パイプラインの実装：WP1 での開発により、パイプライン上に組み込む必要な要素技術の実装は完了した。これを用いることで、これまで人手で何日もかかっていた生育調査が、ドローン画像で代替することで極めて短時間で完了できる。例えば、本研究開発で対象にしているイネ遺伝資源 400 系統の草丈調査の例では、人力で数日かかっていたものを 30 分程度に短縮出来る。また、人力ではほぼ困難な各系統毎の植被率の推定も可能となった。さらに、それらの形質の時系列にそった 400 系統の生育曲線の取得も可能となった。その結果、時系列にそった成長変化を新たな形質として評価することや、系統毎の遺伝情報と総光合成量や収量との関係などのモデル化も期待できる。また、遺伝情報で作物の性能を予測するモデル化で、時間をかけて実際の栽培試験を行わなくても求める遺伝情報をもつ系統を選抜できる。それらの一連の解析は煩雑であるが、育種家が Web 上で容易に実施可能であり、画期的な機能を実現した。
- ・ 育種パイプラインの運用と評価：2020 年度に収集したデータで一連の操作の流れで行う運用評価を実施した。高速フェノタイピングの実証は、インド側ロックダウンなどで不十分であったが、システムが提供する GS や GWAS 機能については、オンライン研修やマニュアル整備を通して、インド側の育種家だけで実施できることが実証された。ただ、日本側のインド訪問はできず、現地での一連の育種操作に組み込んで、課題を抽出しながらの実証は十分では無い。また、日印双方が用意した環境センサーの一部は、2021 年度になってやっと再稼働し、リアルタイム環境データに対する環境センサーシステムの動作検証もできた。
- ・ 運用マニュアルの作成：インド側への利用研修と合わせて英語版 (49 ページ) のマニュアルを作成し、プロジェクト関係者に配布した。「育種プロジェクト設定」、「データ設定・形式と読み込み」、「ゲノム選抜モデル」、「育種価推定」、「GWAS 利用」などについて、システムの利用法がグラフィカルに記載されている。

(2) プロジェクト全体のねらい (これまでと異なる点について)

気候変動に伴いインド農地の大半を占める半乾燥地農地での水供給はますます不安定化し、食料の安定供給や、人口増に伴う増産を脅かしている。品種改良は問題解決の大きな手段の一つであるが、インドの育種の現状は旧来の手法に依存して長い年限を要し、気候変動に対して迅速な対応ができる状況には無い。本研究の目的は、SICORP 日印プロの成果の一部と、これまでに確立した日印共同研究体制を最大限活かして、半乾燥地でも安定生産・増産が可能な節水型イネ新品種育成・効率化技術パイプラインを、インド現地だけでも運用可能な形で実装し、その運用・評価を通して社会実装を加速することにある。本取り組みは、途上国における食料安定生産を軸とした SDGs に貢献するとともに、日本の主食であるコメの将来の気候変動への適応性向上の効率化にも資すると期待できる。

(3) SDGs 達成に向けた重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性 (これまでと異なる点について)

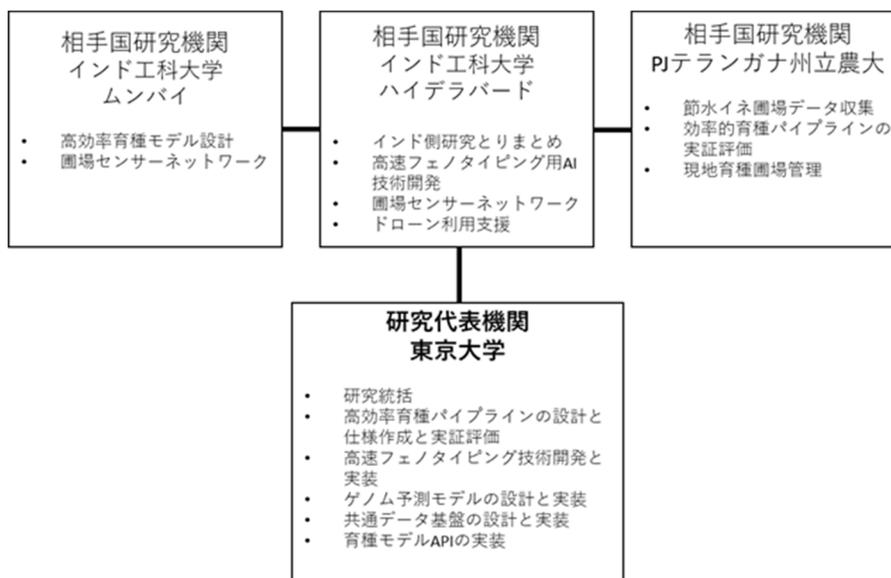
飢餓の克服、健康な生活の確保、農民の貧困解消など食料の安定生産は SDGs 達成に重要な役割を果たしている。インドには米国に次ぐ面積の農耕地がある。その 70% は明瞭な雨期と乾期のある半乾燥地であり、雨期の降雨は地下水を涵養し乾期の農業も支えている。コメはインドの主食として極めて重要であるが、近年は雨期の降雨も不安定で、天水水稲作にとって大きな脅威である。

品種改良は栽培技術の改良とともに農業における問題解決のための重要なアプローチであるが、イネの場合で 10 年以上要するなど、これまでの育種手法だけでは膨大な時間がかかり迅速な品種開発ができない。本研究は、節水栽培可能なイネを効率よく育種するための要素技術を組み合わせ、目標とする性質をもつイネの育種を高速・効率

化するシステムの社会実装を加速しようとするものである。具体的には、従来手作業で行われていたイネの生育情報をドローン画像などで極めて効率よく収集する手法や、実際に時間をかけて栽培しなくても収量や節水性といったイネの性能を予測するモデル開発などを進め、一連の操作を組み合わせることでインドの育種現場で利用できる形でシステム化する。節水性イネ育種を対象としたそのような研究開発は他に無く、本プロジェクトの成果はインドに限らず、他の地域にも幅広く利用できることが期待される。

(4) 研究運営体制、日本人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援(研修、若手の育成)およびネットワーク構築等

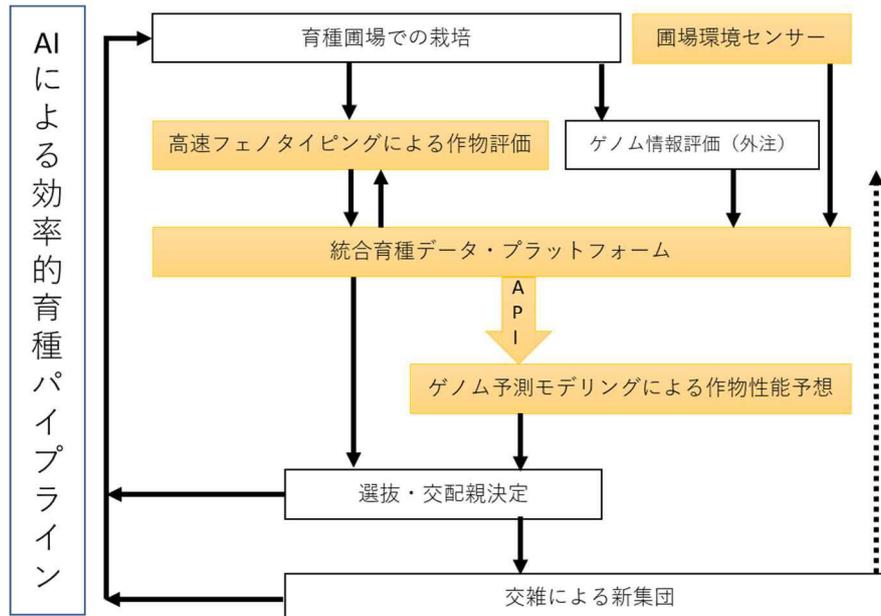
本プロジェクトは下図の体制で実施されている。チーム構成はこれまで実施されてきた SICORP 日印プロジェクトで築かれた共同研究体制の一部を除いて踏襲している。そのため、連携や意思疎通はスムーズであるが、コロナ禍で、訪印だけではなく、インド国内の自由な往来も困難で、日印が連携した現地圃場でのデータ収集によるシステム実証という、本研究開発にとって極めて重要であったプロセスが十分に実施できなかった。また、研究上の必要な日印やりとりはオンライン会議でやりとりせざるを得なかった。



本研究は、日本側の若手の育成にとっても極めて重要な場であり、先行した SICORP 日印プロジェクトでもそれを痛感した。当初は押しの強いインド側若手(学生を含む)に圧倒されていた日本側若手(学生を含む)も、現地訪問やインドからの訪問者とのやりとりや、共同研究を進めるなかで国際感覚を強めたくましくなる姿を頼もしく思ったが、本プロジェクトではそのような交流の場がオンラインを除いて皆無であったのが非常に残念である。また、開発システムをスムーズに稼働させるためにも現地での実証が必須で、そのための現地研修や、インド側若手を日本に招聘しての研修も予定していたが一切実施できないという、国際連携プロジェクトとして非常に残念な状況である。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

予定したシステム実装はほぼ完了し、下図の一連のパイプラインを支える技術の実装は概ね終わった。また、既存データを用いた検証では予定した機能を実現できていることも確認されている。これらの機能が予定通り動作すれば、これまで人手で膨大な時間をかけていた生育調査の劇的な高速化や、実際の栽培を通して長い年月をかけていた選抜作業の迅速化が実現し、少なくとも 10 年を要していたイネ育種の高速化が期待される。



選抜を効率化するゲノム予測や GWAS による関連遺伝子同定機能について、インド側育種現場でも使いこなせることは実証できた。また、高速フェノタイピングや環境センサーとの連携について開発システムが稼働することも確認している。しかし、一連の操作をインド側とともに現地で運用・検証し、課題を抽出するという、社会実装を加速する上で、最も重要なプロセスが、コロナ禍でまだ完了していない。そのようなプロセスを経てはじめて問題点を抽出し改良を加えるという社会実装にとってもっとも重要なステップに進むことができる。これまでもシステム開発とその現場普及に携わった経験があるが、思いもよらない使い方をされることや、指示通りのデータ収集プロトコルが遵守されず、システムがきちんと機能しないことも少なくなく、その原因探求や間違った利用を避ける措置などが必須であり、SICORP に残された 2022 年 3 月末までの期間などを活用し、そのような不十分性を補完していきたい。

Ⅲ. 社会実装に向けた課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

- (1) 研究成果を社会実装につなげるための課題、現状および課題解決に向けて取り組んだこと

社会実装を加速するために、本研究課題が目指したことは、最終的にインド側だけでシステムの運用ができる体制づくりである。そのためには、開発システムの運用試験や検証を実際に現地のデータ収集に合わせて進める必要があった。しかし、コロナ禍で、インド訪問が実現しなかったことや、インド現地での十分なデータ収集と提供が行えなかったことにより、システムの運用やその結果を反映したシステム改良が十分に行えていない点が、現時点での最大の懸案である。

システムの一つの中核となっている、遺伝情報による作物性能の予測モデルの精度向上のためには、プロジェクト終了後にもさらなる作物データ蓄積を継続的に行う必要がある。とくに、近い将来は遺伝情報と環境情報を組み合わせたモデル化に研究が進展することが期待され、合わせて環境データの蓄積も必須で、圃場環境センサーなどの維持管理も必要となる。このような継続的なデータ蓄積についてインド側にその重要性を繰り返し喚起してきた。

また、データ蓄積や各種モデル演算を実行するための基盤も必要となる。膨大な量となる画像データや気象データ等のストレージについては日本のデータ統合・解析システム (DIAS) の利用許諾を得ているため、プロジェクト終了後も無償で利用できるが、計算資源についてはやや不透明である。高速フェノタイピングに必要となる一連の画像解析にかかわる手法については GitHub に掲載し広く利用できるようにしたが、遺伝モデル API などはクラウド上で提供する必要から現状では有償プラットフォーム (AWS) に依存してきた。本プロジェクト終了後の半月は SICORP (2022 年 3 月末まで) に引き続くが、その後の維持方法については、現在検討中である。

開発した一連の育種高速化技術の全てまたは一部は、他の作物や他の国・地域でも、大きな改良無く利用できることが期待できる。そのためには、それぞれの場で計算資源の確保や運用体制の確立などがもっとも重要となろう。

- (2) 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫

本研究開発の妥当性・有効性・効率性を示すために最も重要なことは、SICORP 日印プロジェクトで2017年来開発してきた技術群を実際にインド側だけで使える形に実装し、実際に目標とする育種の効率化に貢献できることを実証することにある。既存データを用いたシミュレーションでは、開発システムが予定通りの機能を発揮できることを確認しているが、実際にインド側の運用試験でその実証を行うことが必須である。そのため、インドで節水性がある水稻遺伝資源として保全されている 400 系統を用いてその実証を行おうとしてきた。具体的には、節水性と収量性や耐病性などのスクリーニングを行い、交配や選抜を通して望ましい遺伝子の集積を行う作業が効率化できることを示すことである。ただ従来 10 年以上かかるプロセスを、プロジェクト期間中に終了できるまでに効率化することは困難で、少なくともあと数年の検証は必要となる。そのためにも、十分に実施できなかったインド側によるシステム運用試験を継続しなければならない。

インドとの共同研究を進めるに当たって、我が国と大きく異なる国民性や文化の違いを、相互に尊重資合うことは極めて重要で、丁寧かつオープンなコミュニケーションは必須であることを、若手を含めて日本側研究者間の共通認識としてきた。インド側との協議で、発生データをプロジェクト内で共有すること、お互いの役割分担を必要に応じて明確にすること、論文執筆など成果発表に関わる著者順番や知財など事前に十分協議することなども取り決めている。また、東京大学とインド工科大学ハイデラバード校との MOU、東京大学農学生命科学研究科とインド工科大学ハイデラバード校との共同研究契約なども整えている。

- (3) プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項

国際共同研究における研究の推進や開発システムの安定的運用のためには、相互にさまざまなプロトコルを共有し、それに忠実に従うのが原則である。例えば、今後インド側だけでシステム運用を行うためには、設定したプロトコルに準拠することで、モデル予測の精度などが担保される。本研究やプロジェクト会議等に相手側の大学院生までは通常参加し、プログラム開発やデータ収集などは彼らが実質的に担っているのは日本側と大きく違わない。データの取得法やシステムの使い方などについて、インド側大学院生に丁寧に指導しているが、実際の圃場作業はその院生配下の学生に依頼することが多く、時には孫請けさえあるようである。そのため、例えば圃場画像収集のため、これまでの研究蓄積から最適化されているドローン飛行高度について、きちんと守られず、結果としてデータ品質が低下してしまう事態が日常的に発生し苦慮した。この問題の解決のためには、インド側の指導教員によるより強力な指導を期待するとともに、インド側若手を日本に招聘して研修を重ねることが必須であろう。

- (4) 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果

繰り返し述べたコロナ禍により、システム全体の現地における実証試験を、日本側も参加して十分出来なかった点以外には無い。

IV. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

インドの IT 技術開発力には世界的に定評がある。しかし、これまで情報科学系研究者と農業科学系研究者の研究交流実績はまれで、このような場が、日本側提案で実現したことは、インド科学技術省高官やインド工科大学学長、PJ テランガナ農業大学学長にも高く評価されている。さらに、本研究プロジェクト対象とする、高速育種システムの社会実装加速は、インド農地の 7 割をしめる乾燥地農業の気候変動に対する脆弱性への解決への糸口としての期待も高く、オンラインで開催された Bengaluru Tech Summit 2020 (<https://www.bengalurutechsummit.com/>) でプロジェクトの成果について招待講演を行った。また、本プロジェクトを含むインドでの農業スマート化の一連の取り組みは、日本政府広報オンライン (<https://www.gov-online.go.jp/tokusyuu/COVID-19/policy/smart-agriculture.html>) で紹介する機会を得た。また、在日インド大使館科学技術担当参事官や FAO インド事務所所長らに、本プロジェクトや SICORP の成果を説明する機会を得、その方向性と可能性について共感を得ることもできた。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

別紙に記載

以上

1 論文発表等

Publication of Articles etc.

1. 1. 1 原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code ※"doi:"は不要	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 1. 2 原著論文(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2021	Zhang, W., Chen, K., Wang, J., Shi Y., Guo, W. (2021). Easy domain adaptation method for filling the species gap in deep learning-based fruit detection. Horticulture Research. 2021, 8:119, 1-	http://dx.doi.org/10.1038/s41438-021-00553-8	英文(English)	出版済み (published)	2 Year Impact Factor: 5.404
2021	Fukano, Y., Guo, W., Aoki, N., Ootuska, S., Noshita, K., Uchida, K., Kato, Y., Sasaki, K., Kamikawa, S., Kubota, H.(2021) GIS-based analysis for UAV-supported field experiments reveals soybean traits associated with rotational benefit. Frontiers in Plant Science. Frontiers in	https://doi.org/10.3389/fpls.2021.637694	英文(English)	出版済み (published)	
2021	Ninomiya, S. (2022) High-throughput field crop phenotyping: current status and challenges. Breeding Sci. 68(2):		英文(English)	in press	

0	初年度
3	2年度
3	合計論文数

1. 1. 3 原著論文(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 1 その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 2 その他の著作物(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 3 その他の著作物(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

2 学会等発表(セミナー、ワークショップ、シンポジウム等)
Presentations at Academic Conferences etc. (Seminars, Workshops, Symposia)

2.1 学会発表(相手側研究チームと連名の発表)
Conference Presentations (Joint Presentations with Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

2.2 学会発表(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)
Conference Presentations (by Japanese Research Teams, excluding Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation
2020	英語(English)	Seishi Ninomiya, Data Science-based Farming Support System for Sustainable Crop Production under Climatic Change, Japan Session in Bengaluru Tech Summit 2020 "Japan-India: Co-developing high tech Solutions for future Society", 2020/11/21 (https://www.bengalurutechsummit.com/)	招待講演(Guest/Invited Speaker)
2020	日本語(Japanese)	二宮正士, スマート農業で生産性と持続性の両立を, スマート農業の社会実装の加速化～ Society5.0の実現に向けて～, 政府広報, 2020/12/11(https://www.gov-online.go.jp/tokusyu/COVID-19/policy/smart-agriculture.html)	招待講演(Guest/Invited Speaker)
2020	英語(English)	Seishi Ninomiya, An emerging domain, phenomics for the next generation plant and agricultural sciences, Data Science for Agriculture and Natural Resource Management (DSANRM2020), 2020/12/12	招待講演(Guest/Invited Speaker)
2020	英語(English)	Seishi Ninomiya, Data Science-based Farming Support System for Sustainable Crop Production under Climatic Change, 東京大学 x Google パートナーシップ締結記念シンポジウム, 2021/3/3	招待講演(Guest/Invited Speaker)
2021	英語(English)	Seishi Ninomiya, Progress of Smart Agriculture in Japan - Long-term Policy toward 2050 with Smart Farming, The 6th International Conference on Smart Agriculture Innovative Development (ICSAID 2021), 2021/07/11	招待講演(Guest/Invited Speaker)
2021	英語(English)	Seishi Ninomiya, Sustainable and Productive Agriculture with Plant Factory - Perspectives toward 2050, Sustainable and JPFA 10th Anniversary Symposium, 2021/09/16	招待講演(Guest/Invited Speaker)

4	初年度
0	2年度
6	合計発表数

2.3 学会発表(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表)
Conference Presentations (by Partner Research Teams, excluding Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

3 ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催
Workshops, Seminars, Symposia and Other Events

3.1. ワークショップ・セミナー・シンポジウム(日本側研究チームおよび/または相手側研究チーム主催)
Workshops, Seminars, Symposia (Organized by the Japanese and/or Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	開催期間 Event duration	主催者名 Name of Organizer	名称 Title of the Event	場所(国名、都市名、会場名) Location (Country, City, Venue)	参加人数(チームメンバー含む) Number of Participants (Including Team Members)	概要 Overview

0	初年度
0	2年度
0	合計開催数

4 研究交流の実績
Record of Research Exchanges

4.1 日本側の本プロジェクト関連海外出張
Record of Visits by the Japanese Side to Overseas

4.1.1 日本側研究チームメンバーのみ
Only those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

4.1.2 日本側研究チームメンバー以外
Excluding those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

4.2 相手国側の本プロジェクト関連海外出張
Record of Visits by Partner Reserach Teams to Overseas including Japan

4.2.1 相手側研究チームメンバーのみ
Only those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

4.2.2 相手側研究チームメンバー以外
Excluding those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

5 特許出願
Patent Applications

5.1 日本側の単独出願
Independent Applications by Japanese Research Teams

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数(登録番)

5.2 “相手国”側の単独出願
Independent Applications by Partner Countries

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数(登録番)

5.3 共同出願
Joint Applications

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数

0 初年度
 0 2年度
 0 合計出願数(登録番)

6 受賞等 Awards

6.1 受賞 Awards

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	賞の名称 Name of Award	受賞日 Date of Award	受賞者 Recipient	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計受賞数

6.2 新聞報道 Newspaper Reports

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	新聞名、記事のタイトル Name of Newspaper & Title of Article	掲載日 朝刊・夕刊の別 Date of Publication (Morning or Evening Edition)	掲載者 Publisher	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計掲載数

6.3 その他 Other

テレビ、雑誌等に取り上げられた場合などありましたらご記入ください。

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	テレビ:放送局、番組名/ 雑誌:雑誌名、巻号数、引用した箇所のページ Television: Broadcasting Station, Program Name/ Magazine: Name, Volume/Edition, Reference Page	テレビ:放映日/ 雑誌:発行年月 Television:Broadcasting Date Magazine: Date of Publication	出演者/掲載された人 Presenter/Person mentioned	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計出演・掲載数