

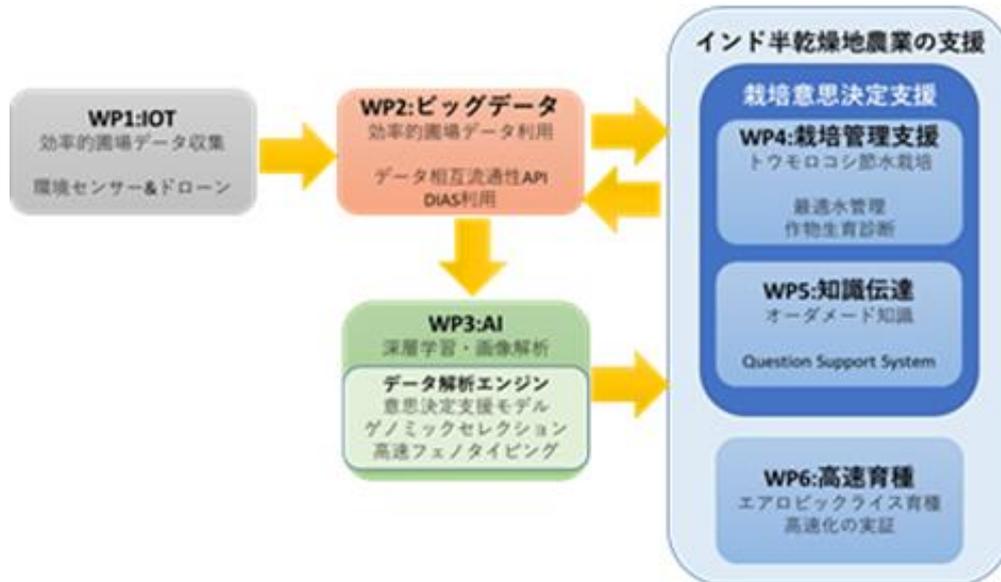
日本－インド 国際共同研究拠点「ICT 領域」 2019 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	データ科学で実現する気候変動下における持続的作物生産支援システム
研究課題名（英文）	Data Science-based Farming Support System for Sustainable Crop Production under Climatic Change
日本側研究代表者氏名	二宮 正士
所属・役職	国立大学法人東京大学 大学院農学生命科学研究科 特任教授
研究期間	平成 28 年 10 月 1 日～令和 3 年 9 月 30 日

## 1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
二宮 正士	東京大学・農学生命科学研究科・教授	研究統括および WP4:農業知識の効率的伝達システムの開発の主担当
川原 圭博	東京大学・情報理工学系研究科・准教授	WP1:IoT/圃場センサ研究開発の主担当
生駒 栄司	東京大学・地球観測データ統合連携研究機構・特任准教授	WP2: ビッグデータ管理・利用基盤の開発の主担当
郭 威	東京大学・農学生命科学研究科・助教	WP3: 農業意思決定支援のための人工知能/深層学習の研究開発の主担当
溝口 勝	東京大学・農学生命科学研究科・教授	WP5: 作物の最栽培管理支援システムの開発の主担当
岩田 洋佳	東京大学・農学生命科学研究科・准教授	WP6: 高効率育種支援システムの開発の主担当

## 2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

圃場 IoT センサによるデータ収集やドローン運用を安定化し、多様な収集データを統合的に利用するためのプラットフォームや API 開発などを、日印スタートアップと連携してさらに充実させる。また、2018 年度来相当量蓄積されつつある PJTSAU 圃場における、土壌水分や気温など IoT 環境データ、ドローン圃場画像栽培データ、全ゲノムデータ、表現型計測データを用いて、トウモロコシ節水栽培モデルや節水栽培イネ育種高速化手法開発などを加速する。課題構成は下記である。



## 3. 日本側研究チームの実施概要

- **WP1: IoT/圃場センサ研究開発**
  - ✓ 引き続きトウモロコシ乾季作向けに、灌水量及び施肥量を調整した各処理区に 1~2 台のセンサを設置するとともに、通信環境の改善を行い、継続した遠隔データ収集を実現した。また、土中温度差発電については、実地で収集した発電量データの解析を行い、実際に設置した場合の有効性の評価を行った。
  - ✓ 圃場におけるドローン運用技術、各種画像センサによるデータ収集技術、GIS 測量技術、データ管理パイプラインを統合し、ドローン画像収集を一年に渡って安定運用を行った。また、一連のプロセスを自動化するための要素技術開発も行った。
- **WP2: ビッグデータ管理・利用基盤の開発**
  - ✓ 2019 年度に再構成されたプロジェクト内のすべての IoT/圃場センサのデータ、ならびに、PJTSAU に設置されているインド気象局の長期気象データについて、国際標準 Sensor Observation Service(SOS)による統合サービスを各プロジェクト WP に向けて提供を行った。気象ジェネレータ API の拡張、作物モデル API の更新、国際標準の地位を固めつつある BrAPI (Breeding API) の評価、UAV 画像データベースの検討を行った。
- **WP3: 農業意思決定支援のための人工知能/深層学習の研究開発**
  - ✓ 意思決定支援システムのエンジンとなるアルゴリズム開発や、植物高速フェノタイピングなどで必要となる画像解析アルゴリズムの開発を引き続き進め、深層学習を用いたトウモロコシの出穂検出および出穂期の判定する手法を開発した。また、対象とする表現型毎に、最適な画像解像度の決め方を検討した。さらに、深層学習の

ボトルネックである学習データの作成過程の効率化のために、弱教師付き学習を用いた深層学習フレームワークを開発するとともに、弱学習データプールと強学習プールを分けて用意することで、人間によるアノテーション作業を最小限にすることが期待できる手法を提案した。

- **WP4:** 作物の最的栽培管理支援システムの開発
  - ✓ 水供給が不安定な半乾燥地で、利用可能水を最大限利用しながら作物収量の安定化のための栽培管理支援や、作物の生育予測を環境予測データの不確実性を考慮しながら行う生育診断予測モデルを開発した。IoT 土壌水分センサと根圏土壌含水量関係をモデル化し灌水の管理法を提案するとともに、土壌水分の実測値とシミュレーションから、栽培初期には灌水量を抑え、栽培中後期に土壌センサにより水ストレスを感知し灌水を行うと水利用効率が高くなることを発見した。
- **WP5:** 農業知識の効率的伝達システムの開発
  - ✓ H30 年度よりインド側のみが本課題を実施しているが、知識の無い農民から抱えている問題を、選択方式で動的にオーダーメイド的に導きだし、適切に対応方針を伝えるアルゴリズムを考案し、それを実装した「Crop Darpan」のプロトタイプを引き続き開発している。
- **WP6:** 高効率育種支援システムの開発
  - ✓ 高効率育種支援システムを開発し、節水型イネ栽培を実現できるエアロビックライスの開発に応用する。今年度は、ゲノミック選抜 (GS) 用集団 36 家系・180 系統、ゲノムワイドアソシエーション (GWA) 用集団 108 系統を用いた解析を行い、形質の遺伝率の推定を行った。また、ガウス過程に基づくベイズ線形カーネル回帰を用いてゲノミック選抜の予測モデルを構築した。その結果、収量関連形質である穂長、千粒重において、ゲノミック選抜が、表現型と同等か、それ以上の精度であることが分かった。さらに、GS 集団、GWA 集団のデータに対して、GWA 解析を行い、そのポテンシャルを確認した。