

日本ーインド 国際共同研究「ICT 分野」 平成 29 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附属生態調和農学機構 教授
研究期間	平成 28 年 10 月 1 日～平成 33 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/圃場センサー研究開発の主担当
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
佐藤 真一	東京大学・情報理工学系研究科・教授	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

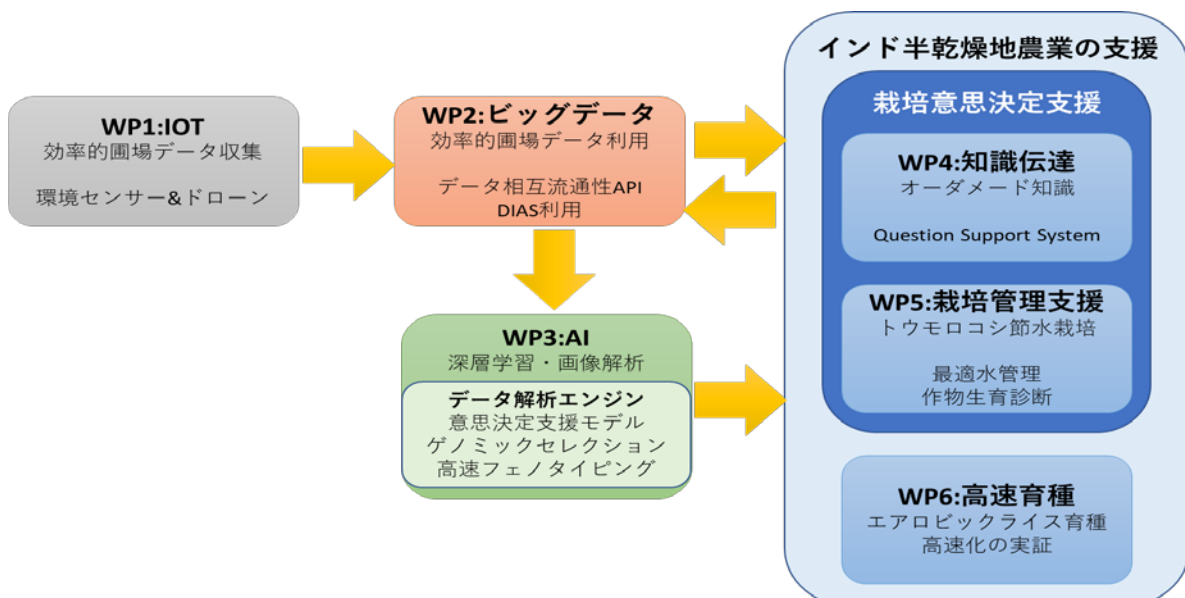
2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

インドの主要な食料生産地帯である半乾燥地で、気候変動下でも持続的な農業生産を支えるための技術開発をデータ科学に基づき行うことを目的とする。

本拠点国際共同研究は以下の 6 ワークパッケージより構成されている。WP1 から WP3 はデ

ータ科学に基づく気候変動下における持続的作物生産支援システム開発に必要なとなる基盤的情報技術に関わる研究開発を行い、WP4 から WP6 は WP1~WP3 の研究成果を活かしながらデータ科学に基づく持続的作物生産支援を行うための応用システム開発を行う（下図参照）。

- WP1: IoT/圃場センサー研究開発**
 圃場用の気象センサーや土壌センサーならびに作物生育評価のためのドローン画像撮影技術を開発する。WP1 で開発する環境センサーやドローン技術は、WP4 から WP6 において圃場気象データや土壌データ、作物生育状況の高速モニタリングに活用される。
- WP2: ビッグデータ管理・利用基盤の開発**
 圃場 IoT によって収集されたデータを効率的に統合、管理運用し、応用プログラムから効率的に利用できる基盤を開発する。データベースとして DIAS を活用する。ここで開発されるデータ相互流通性を確保するためのプラットフォームならびに API は、WP4、5、6 における各種アプリケーションからの効率的データ利用を支援する。
- 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**
 独立変数の次元が極めて高い場合も精度良く予測できる機械学習、WP3 で開発される、深層学習モデルや画像解析手法は WP5 における生育予測モデルや、WP6 におけるゲノミックセレクションモデルおよび高速フェノタイピングに応用される。
- WP4: 農業知識の効率的伝達システムの開発**
 無知な農民が適切な質問を専門家にすることを支援する「Question Support System」を開発し、意思決定支援のオーダメード化を実現する。インド側が全体を担当する。
- WP5: 作物の最栽培管理支援システムの開発**
 半乾燥地における水利用を最適化したトウモロコシ栽培を実現するために、WP1 開発のセンサー群で土壌水分状況や地下水位、気象条件を、ドローン画像などより作物生育状況をモニタリングすることでデータ収集を行い、モニタリング結果を用いて、土壌水分の変化モデルやトウモロコシの生育予測モデルを開発し、最適水管理を支援するためのシステムを開発する。また、作物の生理状態の指標としてイオノームの解析も行う。モデル構築には WP3 の成果を利用する。
- WP6: 高効率育種支援システムの開発**
 水稻節水栽培のための高機能エアロビックライスを開発するための手法開発を行い、品種改良に着手する。具体的にはエアロビックライス 288 系統の表現型、遺伝子型評価を行い、優良な候補をジェノミックセレクションで選抜して育種サイクルを高速化する。高速フェノタイピングやモデル構築には WP3 で開発する深層学習モデルや画像解析手法を利用する。



3. 日本側研究チームの実施概要

- ・ **WP1: IoT/圃場センサー研究開発**
 - ✓ 低価格土壌水分センサーの運用試験を行い、問題点を抽出した
 - ✓ 圃場ドローンセンシングについてインド側の習熟を支援するとともに、オートパイロットシステムの開発と現地導入を行った。

- ・ **WP2: ビッグデータ管理・利用基盤の開発**
 - ✓ 本プロジェクト内で発生するデータ群を整理しアプリケーションとの関連付けを行った上で、国際標準 API である Sensor Observation Service(SOS)を用いて高い相互運用性を確保するための基本デザインを検討した。
 - ✓ 複数のセンサーノードからデータを収集し統合化するとともに、メタデータとデータを SOS を通じたサービスとして提供した。

- ・ **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**
 - ✓ シミュレーションで高速フェノタイピング情報を加味したゲノミックセレクションモデルの開発し選抜効率の向上に効果があることを示した。
 - ✓ 緑の葉に隠れる緑の果実を効率よく発見する手法を深層学習で開発した。
 - ✓ 水稻の開花出穂を効率的に画像から認識する技術を開発した。

- ・ **WP4: 農業知識の効率的伝達システムの開発**
 無知な農民が適切な質問を専門家にすることを支援する「Question Support System」についてインド側が全体を担当することとした。

- ・ **WP5: 作物の最栽培管理支援システムの開発**
 - ✓ 圃場を遠隔モニタリングするシステムを稼働させ、灌漑に伴う対象圃場の畝の上部と下部の土壌水分量の変化を実測するとともに、既存のシミュレーションソフトを使って土壌中の水分移動を再現した。
 - ✓ 地下水位の変化を遠隔モニタリングするシステムを稼働させた。
 - ✓ トウモロコシ圃場のドローンによる画像収集を行い、画像の解析から灌水条件毎のバイオマス成長曲線を得、生育モデル化の基礎データの一部を構築した。

- ・ **WP6: 高効率育種支援システムの開発**
 - ✓ エアロビックライス 288 系統の分子マーカー多型情報を得た。
 - ✓ 水稻の本格的栽培が出来ずフェノタイピングは実施できなかったが、ドローンによる圃場画像収集について習熟をはかった。
 - ✓ 日本の奨励品種決定試験データ 25 年分、約 15 万データという歴史的データの利用で、多様な環境における作物の応答に関するパラメータを実際に栽培しなくても推定できることを示した。