

さきがけ研究領域
「情報科学との協働による革新的な農産物
栽培手法を実現するための技術基盤の創出」
事後評価資料

2021年 2月

研究統括 二宮正士



科学技術振興機構

戦略研究推進部 ICTグループ

Japan Science and Technology Agency



内 容

- 領域の背景とねらい
- 研究課題の募集と選考での考え方
- 領域運営の進め方と成果
- 戦略目標達成への貢献
- 総括の総評

領域の背景とねらい

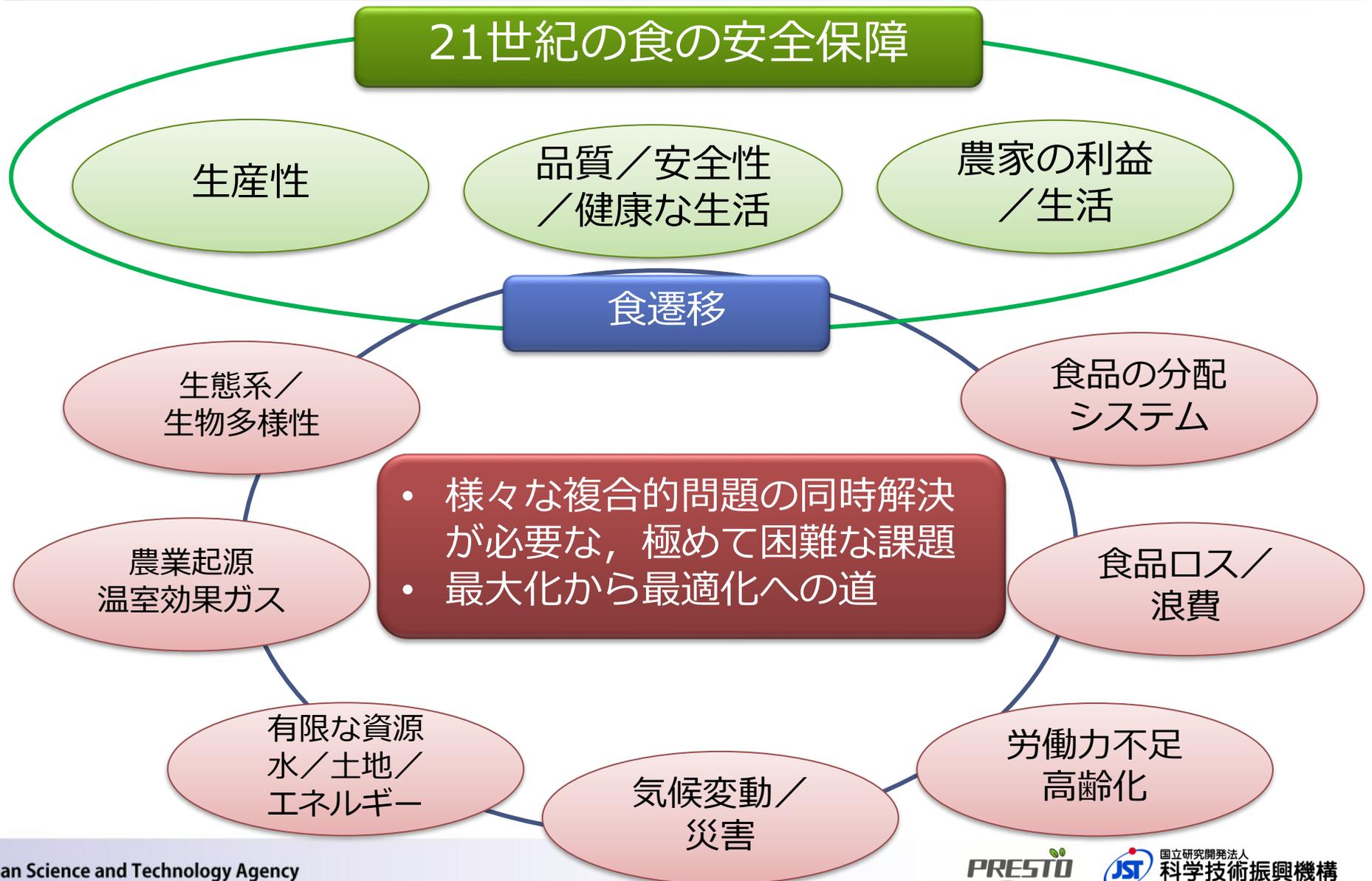
共通の戦略目標の下で3領域を実施

- 気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築
- 社会における支配原理・原則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築

3領域が相互に連携しながら展開進行

- さきがけ・情報協働栽培（二宮総括，2015～2020年度）
 - 情報科学との協働による革新的な農産物栽培手法を実現するための技術基盤の創出
- CREST・植物頑健性（田畑総括，2015～2022年度）
 - 環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた基盤技術の創出
- さきがけ・フィールド植物制御（岡田総括，2015～2020年度）
 - フィールドにおける植物の生命現象の制御に向けた次世代基盤技術の創出

生産性と持続性の両立が求められる21世紀農業



本研究領域のねらい

数理・情報科学と農学・植物科学との連携で問題解決

- 複雑な制約のもと問題解決を図りながら、高収量・高品質な農産物の持続的生産を支える栽培技術の実現に向けた研究
- 実験室から圃場に
 - 実験植物ではなく実際の実用植物（作物）を対象
 - 室内では無く原則野外の圃場で実施
- 農学・植物科学と先端計測科学やデータ科学等の情報科学との協働
 - 研究推進にあたっては、情報科学研究者と農学・植物科学研究者との情報交換・議論・連携とシナジー効果を得る体制
 - CREST「植物頑健性」／さきがけ「フィールド植物制御」との連携

研究課題の募集と選考での考え方

本研究領域が期待する課題例

数理・情報科学と農学・植物科学との連携で問題解決

1. 野外における植物の生体機能の革新的な計測技術
2. 多様で大規模なデータから最適栽培に資する知識を抽出する技術
3. 植物栽培の地域特異性を凌駕できる汎用生育モデルや不確実性を考慮できる生育モデル
4. 圃場生態系を記述する複雑系モデル
5. 野外での生育を精度よく制御する技術

実用植物を対象に限定

ブラックボックス化を許容するモデル

ビッグデータ

時系列

レガシーデータの活用

環境 × 遺伝子型 × 栽培管理・相互作用のモデル化

野外における生体機能計測

野外における作物栽培のデザイン

モデルやデータの不確実性への対応

暗黙知の定量化

「情報協働栽培」採択方針

- 数理・情報科学系，農学・植物科学系など分野を問わず採択
- 提案当初に両方の分野を十分にカバー出来ていない提案も両分野の融合で飛躍できそうな課題は採択
- 情報科学研究者と農学・植物科学研究者との情報交換・議論・連携とシナジー効果を得る体制を想定
- 境界領域でリーダーシップをとれる人材育成を想定

領域アドバイザー等（選考・評価・指導）

領域アドバイザー：選考・領域運営/研究推進・評価を担当

氏名（敬称略）	所属・役職
上田 修功	日本電信電話株式会社 コミュニケーション科学基礎研究所 上田特別研究室長（NTTフェロー） 機械学習・データ科学センタ代表 理化学研究所 革新知能統合研究センター 副センター長
加々美 勉	株式会社サカタのタネ 常務取締役 常務執行役員
亀岡 孝治	三重大学 名誉教授
後藤 英司	千葉大学 大学院園芸学研究科 教授
中野 美由紀	津田塾大学 情報科学科 教授
堀江 武	京都大学 名誉教授
松井 知子	統計数理研究所 モデリング研究系 教授

領域運営アドバイザー：領域運営/研究推進を担当

磯部 祥子	かずさDNA研究所 先端研究部植物ゲノム・遺伝学研究室 研究室長 （CREST植物頑健性・さきがけフィールド植物制御 領域アドバイザー を兼任）
森川 博之	東京大学 大学院工学系研究科電気系工学専攻 教授

18課題を採択

数理・情報科学と農学・植物科学との連携で問題解決

- 2015年から2017年，3回公募。
 - 18課題を採択。各約3年半の実施
 - 農学系 5課題 (3)
 - 植物科学系 5課題 (3)
 - 数理・情報科学系 4課題 (2)
 - 工学系 4課題 (2)
- ✓ カッコ内は反対領域について，採択時に十分な知見や経験を有する者の数

第1期生（2015年度採択）

- **超高精細フィールドセンシングによる個体生育モニタリング**

– 農研機構・北農研・杉浦綾

ビッグデータ

時系列

栽培デザイン

生体機能計測

- **量的遺伝学に基づく環境応答型イネ選抜モデル開発**

– 農研機構・次世代作物開発研究センター・矢部志央理

ブラックボックス

レガシーデータ

環境×遺伝相互作用

- **精密環境オミクスデータに基づく植物生産不安定性の解明**

– 大阪府大・工学・福田弘和

不確実性

ビッグデータ

時系列

環境×遺伝相互作用

ブラックボックス

- **多様な環境に自律順応できる水分ストレス高精度予測基盤技術の確立**

– 静岡大・情報・峰野博史

暗黙知の定量化

時系列

ビッグデータ

栽培デザイン

ブラックボックス

- **粒子フィルタを用いた森林植生モデルのデータ同化手法の確立と環境変動下の植生動態の将来予測**

– 京大・フィールド科学教育研究センター・伊勢武史

不確実性

ビッグデータ

時系列

- **農作物の早期診断技術の創出と栽培法の最適化**

– 名大・高等研究院・野田口理孝

時系列

生体機能計測

栽培デザイン

第2期生（2016年度採択）

- **マルチスケールデータ融合による草姿・草型の超解像フェノタイピング技術の開発**
– JSTさきがけ/東大・農 野下浩司
不確実性 栽培デザイン 生体機能計測
- **レガシーデータに基づくイネの品質と生産性に関わる因果関係の解析と機械学習を用いた生育診断技術の開発**
– 名大・生命農 西内俊策
環境×遺伝相互作用 レガシーデータ ブラックボックス
- **確率光合成モデルによる高汎化型イネ成長応答モデルの開発**
– 東京農工大・農 辰己賢一
不確実性 栽培デザイン 時系列
- **病原ゲノミクスによる土壌診断法の開発**
– JSTさきがけ/理研 浅井秀太
時系列 生体機能計測 栽培デザイン
- **時系列生長データに基づく植物生長の統計的予測技術の開発**
– 滋賀大・データサイエンス 松井秀俊
レガシーデータ 時系列 栽培デザイン
- **野外の生物群集ネットワークを利用した植物の動態予測**
– JSTさきがけ/京大・生態研 潮雅之
時系列 環境×遺伝相互作用 ビッグデータ
栽培デザイン

第3期生（2017年度採択）

- **不確実環境下における栽培条件のベイズ的最適化**
– 滋賀大・データサイエンス 岩山幸治
不確実性 栽培デザイン
- **マルチモーダル・マルチテンポラル個葉スケール空撮画像のテンソル分解による作物の活性度推定法の開発**
– 東工大・情報理工 宇都有昭
栽培デザイン 時系列 生体機能計測
- **緻密な生育管理を実現する「未来栽培」のための植物の三次元構造復元と植物ライフログの構築**
– 阪大・産業科学研 大倉史生
時系列 生体機能計測 栽培デザイン ブラックボックス
- **自然条件下で光合成誘導時間を連続的に推定する手法の開発**
– 農研機構・農業環境変動センター 小野圭介
時系列 不確実性
生体機能計測 栽培デザイン
- **ディープラーニングを利用した植物表現型の定性的・定量的計測技術の開発**
– JSTさきがけ/名大・トランスフォーマティブ生命分子研究所 戸田陽介
栽培デザイン
ビッグデータ 生体機能計測 ブラックボックス
- **アレルギー低減食品開発のためのデータ科学による作物育種**
– JSTさきがけ/京大・化学研 四倉聡妃弥
栽培デザイン 生体機能計測 環境×遺伝相互作用

領域運営の進め方と成果

領域会議（年2回）

- 11回の領域会議（非公開での研究成果報告・議論）
 - データ取得や情報学的解析の詳細に関する議論
 - 今後の計画、個別に必要となるサポートや連携を中心に議論
- 分野が大きく異なる研究者間のネットワーク醸成の場
 - バーチャル研究所としての基盤づくり
- 農業現場・農業研究現場の視察



サイトビジット

- 領域総括やアドバイザーが個別研究者の研究の場を訪問して研究の進捗や課題について指導や議論
- 実験現場の訪問や要望の吸い上げ
- 66回実施（7回オンライン，研究者毎の回数は大きな差）



領域内や関連領域との連携

■ 領域内の連携

- 統計解析モデル技術，画像解析技術，栽培技術など相互補完的に研究連携を行い，バーチャル研究所として機能
- 領域内プロジェクトとしてデータ共有に関する調査研究
- 多くの共同研究がスタート

■ 植物3領域との連携

- 相互の領域会議への研究者の招聘と情報提供
- 3領域自主勉強会への参加
- 結果として数多くの共同研究が領域間で発生
- 6名が終了後CRESTの分担者に

■ 異分野研究が集まる場作り

- さきがけ新分野開拓セミナー
「マテリアルズインフォマティクス」・「情報計測」領域との合同開催
「情報学が目指す未来」を議論
- 領域会議に招待し研究発表



科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ
情報科学との協働による革新的な産業技術革新を促進するための連携基盤の創出（情報計測領域）
「情報学が目指す未来」を議論する「マテリアルズインフォマティクス」領域との合同開催
「マテリアルズインフォマティクス」領域との合同開催
「マテリアルズインフォマティクス」領域との合同開催

第2回 さきがけ新分野開拓セミナー 「ICTの展開」

平成27年度から平成28年度にかけて、「情報計測領域」「マテリアルズインフォマティクス」領域計3つの研究領域がスタートしました。この3領域の協働による革新的な産業技術革新を促進する目的で、各研究領域の研究者が互いに連携を深め、お互いの研究領域を、実用化に向けた実用化に向けた連携を深め、連携による新たな産業技術革新を実現することを目的として、11月9日（木）に、東京大学本部国際棟4階ホール（東京都千代田区五番町7 K&G五番町）にて、第2回 さきがけ新分野開拓セミナー「ICTの展開」を開催しました。本セミナーは、各研究領域の研究者が互いに連携を深め、連携による新たな産業技術革新を実現することを目的として、11月9日（木）に、東京大学本部国際棟4階ホール（東京都千代田区五番町7 K&G五番町）にて、第2回 さきがけ新分野開拓セミナー「ICTの展開」を開催しました。

■日時・場所
平成27年11月20日（月）
【午前】10:00-12:00 【午後】13:00-18:00 【懇話会（会費別）】18:30-20:30
科学技術振興機構 東京本部国際棟4階ホール（東京都千代田区五番町7 K&G五番町）
<http://www.jst.go.jp/koutsu.html#EKKAN>
■参加申込Webサイト（要事前登録、参加費無料）
<https://form.jst.go.jp/enquetes/j-seminar2017>

■プログラム
【午前】10:00-12:00
主催者挨拶
常任委員（東京大学、さきがけ「マテリアルズインフォマティクス」研究総括）
参加者によるグループ討論：情報学がもたらす未来について

【午後】13:00-18:00
主催者挨拶、関連領域研究総括挨拶
二宮正也（東京大学、さきがけ「情報計測」研究総括）
田中謙（北海道大学、CREST「ビッグデータ応用」研究総括）

基調講演
武田浩一（日本IBM株式会社 東京基礎研究所 技術理事）
「情報学のこれから（仮題）」

若手研究員講演
栗谷立（情報科学研究機構、さきがけ「情報計測」研究者）
「否からへのセセシメ論：究極の究極に挑むべき問い」
高橋啓介（物質・材料研究機構、北海道大学）
「材料の「情報学」による新たな産業技術革新（仮題）」
志賀元紀（読売大学、さきがけ「マテリアルズインフォマティクス」研究者）
「情報学がもたらす未来（仮題）」
結野博史（静岡大学、さきがけ「情報計測」研究者）
「情報学がもたらす未来（仮題）」
伊勢史文（京都大学、さきがけ「情報計測」研究者）
「データサイエンスを用いた森林賦生モデルのデータ同化手法の確立と環境変動下の賦生予測の精度向上」

作物 質 予 計 測
数 理 情 報



アウトリーチ活動

■ 領域の認知向上

- CREST・さがけ 植物研究領域合同シンポジウムの開催

■ 企業開発者等との交流・成果展開に関する議論

- アグリビジネス創出フェア出展

■ 企業・大学等研究者との研究推進議論

- 情報協働栽培 領域公開ワークショップの開催



国際活動

■ 国際ワークショップを2回主催

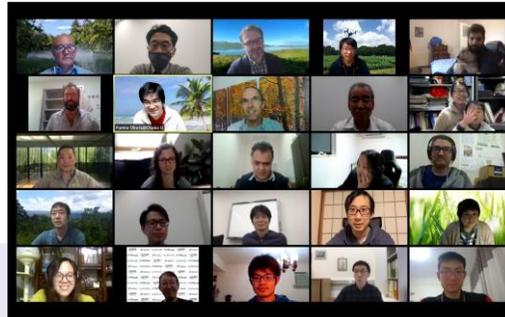
「栽培のための野外フェノタイピングとモデリング」

International Workshop on Field Phenotyping and Modeling for Cultivation

- 第1回 2017年12月, 85名, 第2回 2020年12月オンライン, 114名
- 世界の植物フェノミクスやモデリングの先端研究者を招聘して主催
- 領域研究者が企画・運営. 密な議論のために参加者数を限定
- 高いクオリティーで内外で評判に. 第2回録画コンテンツは国際組織IPPSでwebinar素材に利用

■ 国際会議IPPSに領域として参加し日本への認知を向上

- 植物フェノタイピングの主要国際会議IPPS (International Plant Phenotyping Symposium, 2018年および2019年) に、領域から多くの研究者が参加. 領域の成果をアピール.



人材輩出等

■ 昇任

- 准教授から教授 2名
- 助教から准教授 2名
- 研究員から助教 2名
- 主研から上級研究員 1名など

■ 国際活動への積極的貢献

- 国際誌編集委員, 国際WS運営, 国際会議招待講演など

■ 受賞等

- 8件

戦略目標達成への貢献

応募時の提示課題例

■ 公募時に提示した課題例と関連キーワード

1. 野外における植物の生体機能の革新的な計測技術
2. 多様で大規模なデータから最適栽培に資する知識を抽出する技術
3. 植物栽培の地域特異性を凌駕できる汎用生育モデルや不確実性を考慮できる生育モデル
4. 圃場生態系を記述する複雑系モデル
5. 野外での生育を精度よく制御する技術

実用植物を対象に限定

ブラックボックス化を許容するモデル

ビッグデータ

時系列

レガシーデータの活用

環境 × 遺伝子型 × 栽培管理・相互作用のモデル化

野外における生体機能計測

野外における作物栽培のデザイン

モデルやデータの不確実性への対応

暗黙知の定量化

採択課題の内容と課題例・キーワードの関係

期	研究者	研究タイトル	目標番号					重要キーワード								
			1	2	3	4	5	ビッグデータ	時系列	レガシーデータ	ブラックボックス化	野外での生体機能計測	環境と遺伝子型の相互作用	栽培デザイン	不確実性への対応	暗黙知の定量化
I	伊勢	粒子フィルタを用いた森林植生モデルのデータ同化手法の確立と環境変動下の植生動態の将来予測			●			●	●					●	●	
I	杉浦	超高精細フィールドセンシングによる個体生育モニタリング	●		●			●	●			●		●		
I	野田口	農作物の早期診断技術の創出と栽培法の最適化	●						●			●		●		
I	福田	精密環境オミクスデータに基づく植物生産不安定性の解明	●	●	●			●	●			●		●	●	
I	峰野	多様な環境に自律順応できる水分ストレス高精度予測基盤技術の確立	●				●	●		●			●			●
I	矢部	量的遺伝学に基づく環境応答型イネ選抜モデル開発			●					●	●		●	●		
II	浅井	病原ゲノミクスによる土壌診断法の開発	●						●			●		●		
II	潮	野外の生物群集ネットワークを利用した植物の動態予測		●	●	●	●	●	●			●		●		
II	辰己	確率光合成モデルによる高汎化型イネ成長応答モデルの開発			●				●		●			●	●	
II	西内	レガシーデータに基づくイネの品質と生産性に関する因果関係の解析と機械学習を用いたオンサイト生育診断技術の開発		●						●	●		●	●		●
II	野下	マルチスケールデータ融合による草姿・草型の超解像フェノタイピング技術の開発	●									●		●	●	
II	松井	時系列生長データに基づく植物生長の統計的予測技術の開発		●	●				●	●			●	●		
III	岩山	不確実環境下における栽培条件のベイズ的最適化		●	●		●	●	●				●	●		●
III	宇都	マルチモーダル・マルチテンポラル個葉スケール空撮画像のデンスル分解による作物の活性度推定法の開発	●						●			●		●		
III	大倉	緻密な生育管理を実現する「未来栽培」のための植物の三次元構造復元と植物ライフログの構築	●						●		●	●		●	●	
III	小野	自然条件下で光合成誘導時間を連続的に推定する手法の開発	●					●	●			●		●		
III	戸田	ディープラーニングを利用した植物表現型の定性的・定量的計測技術の開発		●	●			●		●	●	●		●		
III	四倉	アレルギー低減食品開発のためのデータ科学による作物育種		●	●								●	●		

戦略目標の達成状況（代表的成果）

1. 野外における植物の生体機能の革新的な計測技術

- 数千個体ある圃場の個体別の生育情報をドローン画像から精度高く推定する技術
- 作物の周囲画像から見えない内部の枝構造や葉の構造を復元
- 超高精細作物3次元構造再構築と個体群葉群分布による構造表現
- 植物の体内シグナル物質篩管液をサンプルし短時間で診断する技術
- ドローン画像から個体群葉身分布の推定

2. 多様で大規模なデータから最適栽培に資する知識を抽出する技術

- ネット上の病害画像を効率的にクレンジングし学習データ化
- シミュレーションデータで学習データ構築を効率化
- 膨大なオミクスデータから生育安定性要因の発見とその検出技術
- 膨大なレガシーデータから環境・栽培管理とイネの生育の因果関係の発見

戦略目標の達成状況（代表的成果）

3. 植物栽培の地域特異性を凌駕できる汎用生育モデルや不確実性を考慮できる生育モデル
 - ドローン画像から地下部生育を推定する技術
 - 野外圃場・開放系で作物個体群の光合成動特性モニタリング技術
4. 圃場生態系を記述する複雑系モデル
 - 水田の環境DNA時系列解析から圃場生態系ネットワーク制御による全く新しい栽培管理法を提案
5. 野外での生育を精度よく制御する技術
 - 安価なカメラ画像と気象センサーで篤農家並みのトマト品質を実現するAI灌漑システム

研究成果のまとめ

■ 戦略目標

- 気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築
- 社会における支配原理・原則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの

■ 数理・情報科学と農学・植物科学との連携で、求められる21世紀型の「生産性と持続性が両立する食糧安保」に貢献する成果

■ 異分野融合でこれまでに無い極めて新規性の高いさまざまな研究成果

- とくに、遅れていた日本のフェノミクス（植物の状態把握）に関して一気に世界レベルを凌駕する成果

成果発表や資金獲得状況

■ 成果発表

- 原著論文 53報（うち国際誌46報）
- 特許出願 17件（うち国際出願2件）
- 口頭発表 286回
- ✓ 年1回の野外データの取得に依存する領域の性格上論文発表は遅れがち

■ 資金獲得

- 領域研究者のうち6名が、引き続き継続するCREST「植物頑健性」の分担者として参画し、さきがけの成果をさらに発展中
- JST関連予算の獲得
 - ✓ 創発的研究支援事業 2名
 - ✓ START 1名
 - ✓ A-STEP 1名
 - ✓ 未来社会創造事業 1名
 - ✓ 創発的研究支援事業 2名

新領域を発展させる研究コミュニティ醸成

- 日本植物フェノタイピングネットワーク（2019年3月名）
 - さきがけ「情報協働栽培」が加速した日本の植物フェノミクスのさらなる発展に向けて、150名参加。
- 超分野植物科学研究会（2021年2月）
 - 植物3領域の連携で築いてきた異分野融合の新領域をさらに発展させるプラットフォームとして、100名超参加。



JPPN - Japan Plant Phenotyping ... JP EN

日本植物フェノタイピングネットワーク

Japan Plant Phenotyping Network (JPPN)

News

2019/07/09 JIRCAS/JPPN主催 アイデアソンを8月26,27日につくばで開催しました！（[詳細はこちら](#)）

2019/03/17 日本育種学会 第135回講演会で日本植物フェノタイピングネットワーク（JPPN）の立ち上げ宣言を行いました！（[詳細はこちら](#)）



日本植物フェノタイピングネットワーク
Japan Plant Phenotyping Network (JPPN)

JPPNは、日本の植物フェノタイピングにかかわる技術や学術の発展や普及の推進をはか



TDPS home join

超分野植物科学研究会

Society of Trans-disciplinary Plant Sciences (TDPS)

News

2021/01/23 Webサイト（仮）をオープンしました！

研究会について

1990年代以降、DNAシーケンサーや電子計算機等の性能の向上と関連する分析技術の進歩に支えられ、多種多様な植物のゲノムやこれらに含まれる膨大な数の遺伝子の構造が明らかにされてきました。また、近年は質量分析技術や画像情報取得技術の向上がめざましく、DNAやクロマチンタンパク質の修飾や様々な細胞内物質の動態、さらには植物体の外的形質をも大規模に捕捉しデータ化することが可能になりました。しかし、複雑な生命現象を真に理解するためには、これらの大規模解析によって得られる大量の情報をいかに有効に活用し、実験生物学的知見と統合するかが重要であり、これを実現させるため、従来の生物学の枠に囚われない、異分野融合により形成された新たな生物学の領域が、基礎から応用に至る幅広い目標に向けて大きな成果を挙げつつあります。そこで、この新たな流れをさらに発展させるための仕組みとして、「超分野植物科学研究会」を設立しました。

①

Japan Science and Technology Agency

社会経済的観点から見た領域

- 2020年に食の生産性と持続性に関わる大きな政策
 - 米国農務省「農業イノベーションアジェンダ（2020年2月）」
 - EU「Farm to Fork戦略（2020年5月）」
 - 農水省「みどりの食料システム戦略策定（2020年10月）」
- どの政策も科学技術のイノベーションなしに達成できないことを明言
- 本領域の全ての課題がそのような政策実現に貢献
- 3名の本領域研究者が期間中に起業
 - 峰野研究者（AIによるトマトの高品質栽培技術）
 - 野田口研究者（篩管液簡易サンプリングと迅速分析技術）
 - 戸田研究者（AIによる病害診断技術）

総括の総評

領域実施の総括

■ 領域運営

- 領域内で異分野協調・相互補完が実現しバーチャル研究所として機能した。同様に関連3領域間でも相互補完で研究加速
- 新しい研究領域の確立を加速

■ 戦略目標達成

- 生産性と持続性を両立出来る農業を支える様々な要素技術や技術シーズの提供
- 世界で急速に盛り上がる新しい農業政策支えるイノベーションを先導

■ 新研究領域研究活動の持続的推進

- 今後の発展に向けた研究プラットフォームの構築
- 日本の新領域における国際的地位の向上