



「次世代農林水産業創造技術」 への取り組み ーアグリイノベーション創出ー



内閣府 プログラムディレクター
(北海道大学大学院 農学研究院 副研究院長・教授)
野口 伸

目次

◇ SIP農業の目指す農林水産業の未来像

◇ SIP農業の重点目標

1. 進捗状況

○ 総括表

○ スマート農業

・ スマート水田農業

・ データ連携基盤

・ スマート施設園芸

○ 新たな育種技術

○ 高付加価値

・ 次世代機能性食品

・ 改質リグニン

2. 出口戦略（実用化・事業化）とその達成度合い

3. H30（最終）年度 研究開発計画概要

SIPが目指す我が国農林水産業の将来像

日本の農林水産業の現状

- 基幹的農業従事者の減少
(5年前から15%減の175万人)
- 基幹的農業従事者の高齢化
(65歳以上が65%)
- 大規模経営体が急増
(100ha以上が5年間で30%増加)

農業構造
改革の好機

- 農業のスマート化、育種等の技術が急速に進展
- 健康機能性等の食市場が拡大
(農業・食料関連産業生産額：約100兆円)

SIPが目指す科学技術イノベーション（2つの重点目標）

- ① ロボット技術、ICT、ゲノム等の先端技術を活用し、超省力・高生産のスマート農業モデルを実現 <農業におけるSociety5.0を実現>
- ② 国産の持つおいしさや機能性等の強みを活かした食品や、未利用資源から新素材等を産出するなど、高付加価値戦略を推進

日本の農林水産業の将来像

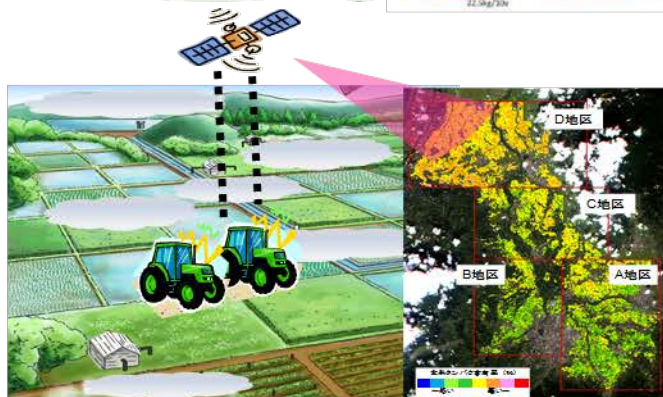
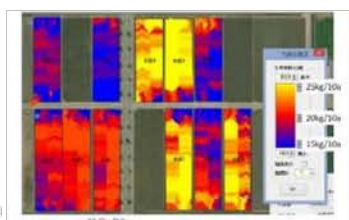
- 担い手を中心とした、グローバル競争に勝てる強い農業
- 高付加価値化による農林水産業及び関連産業の市場規模拡大と地域の発展

重点目標① 超省力・高生産なスマート農業モデル

✓ ロボット技術、ICT、AI、ゲノム編集技術等の先端技術を活用し、環境と調和しながら、**超省力・高生産のスマート農業**を実現

超省力・高生産な水田農業

自動・遠隔水田水管理 スマート追肥システム



マルチロボットトラクタ リモートセンシング

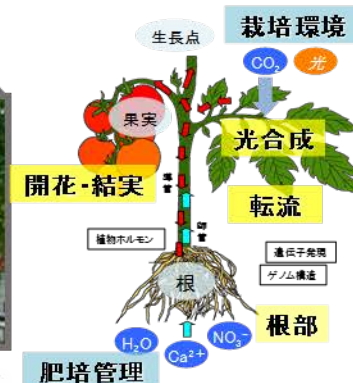
自動化、知能化栽培技術等の向上によりコメの生産コストを**5割低減**

国産ゲノム編集技術



画期的な品種

海外と勝負できる施設園芸



化学農薬に依存しない病害虫防除技術



オミクスデータの活用

- ・ トマトの超多収・高品質を両立させる最適栽培条件の確立
- ・ 新たな病害虫防除技術の開発

重点目標② 農林水産物の高付加価値化

- ✓ 国産農林水産物に**これまでにない健康機能性**を見出し、差別化
- ✓ 未利用資源由来の**新素材**により**新たな地域産業を創出**

健康機能性による 海外農産物との差別化

国産ゲノム
編集技術

画期的な
品種



脳機能活性化、ロコモーション機能の改善など新機能に関するエビデンスを獲得して食品企業等と商品化を目指す

新素材開発による 新たな地域産業の創出



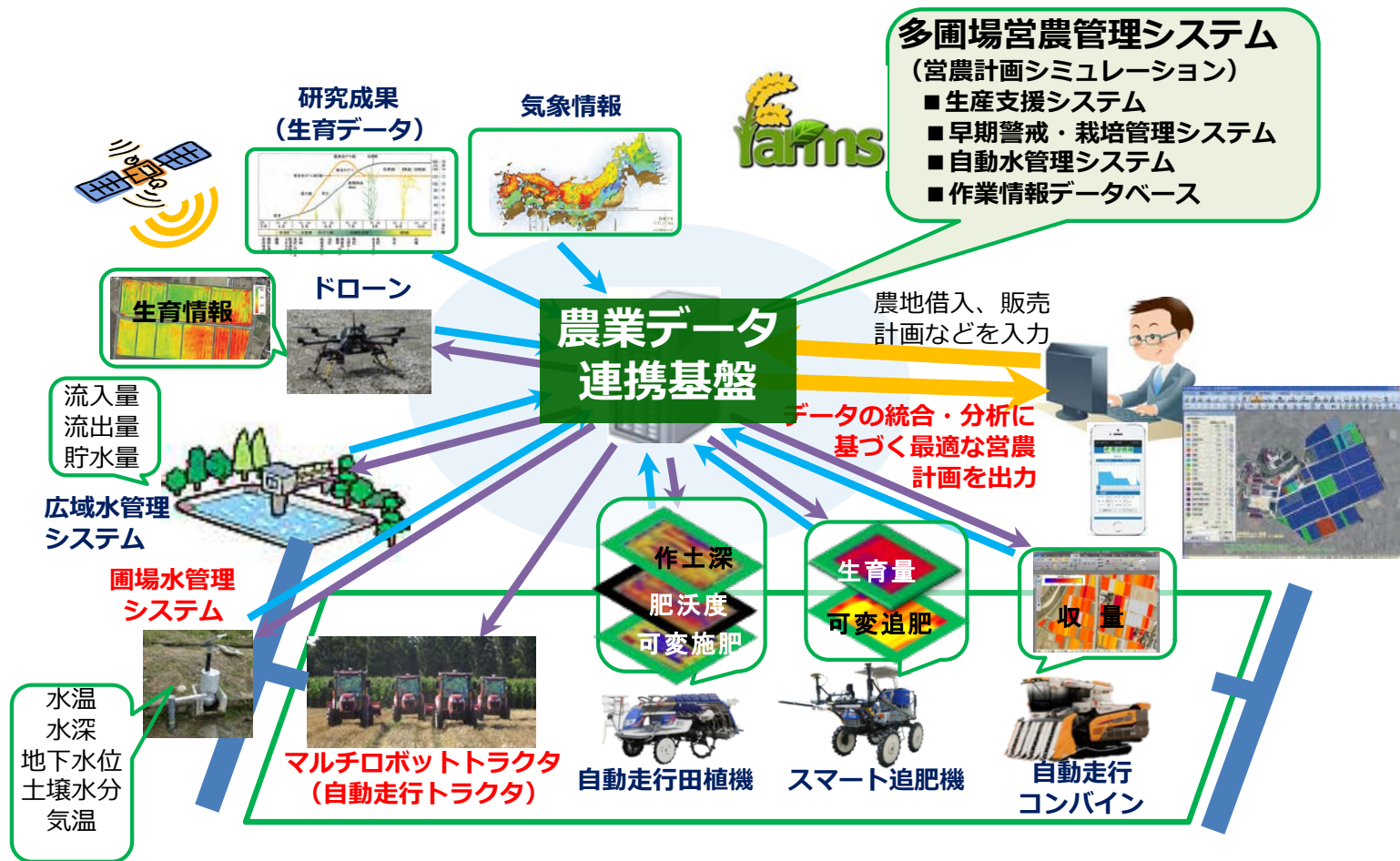
林地残材から改質リグニンを低コスト・安全に抽出し、高機能製品を開発し新産業創出を目指す

1. 進捗状況（総括表）

	課題	目標	H29進捗
スマート農業	水田農業	<ul style="list-style-type: none"> ・自動走行農機、自動水管理システムの商品化 ・コメの生産費5割削減 (8,000円/60kg) ※当初計画：4割削減 (9,600円/60kg) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動走行トラクターのH30年度市販化を決定 （総理指示に対応） ・10万円程度の低価格準天頂衛星対応受信機を開発 ・遠隔・自動水管理システムを2月に市販化予定 ・経営評価で 4割以上のコスト低減（9,060円/60kg） と一人当たり利益の増加を確認
	農業データ連携基盤	平成31年4月から基盤の本格運用を開始	<ul style="list-style-type: none"> ・プロトタイプを構築し、主要農機メーカー、ICTベンダーが基盤にAPI接続 ・12月に試験運用を開始 （総理指示に対応） ・参画企業拡大のための協議会を設立。現在、約110社が参加
	施設園芸	<ul style="list-style-type: none"> ・植物生体内情報に基づく栽培管理システムの商品化 ・トマト収量を50%以上向上（糖度5度の場合、55t/10a以上） 	<ul style="list-style-type: none"> ・オミクス解析に基づく生育予測ツールを開発 ・実証試験では、62t/10aを上回るペース（オランダに比肩する収量を確保できる見通し）で推移 ・事業経営の精緻モデルによる経営評価で経営の安定性・収益性を確認
	育種	国産ゲノム編集技術等による育種素材の作出	<ul style="list-style-type: none"> ・機能性成分GABA高含有トマトの外来遺伝子を含まない個体を作成。世界に先駆けてゲノム編集作物を商業化できる可能性 ・ゲノム編集イネの野外隔離栽培を実施し、現在の平均単収の2.4倍に相当する総穂重の増加を確認
高付加価値化	機能性	科学的エビデンスの取得と15品目以上の商品化 ※当初計画：10品目以上	<ul style="list-style-type: none"> ・13品目でヒト介入試験終了、2品目で試験中 ・5品目で商品化済み。H30年度までに13品目を商品化見込み
	リグニン	改質リグニン製造コストの削減、出口製品の商品化	<ul style="list-style-type: none"> ・改質リグニン製造では、従来は電力を要していた固液分離の電力消費量を1/3に削減 ・工業生産可能な銅箔塗工型フィルムの製造に成功

進捗状況：スマート水田農業（全体像）

ロボット技術、ICT、ゲノム等の先端技術を活用し、超省力・高生産のスマート農業モデルを実現 <農業におけるSociety5.0を実現>

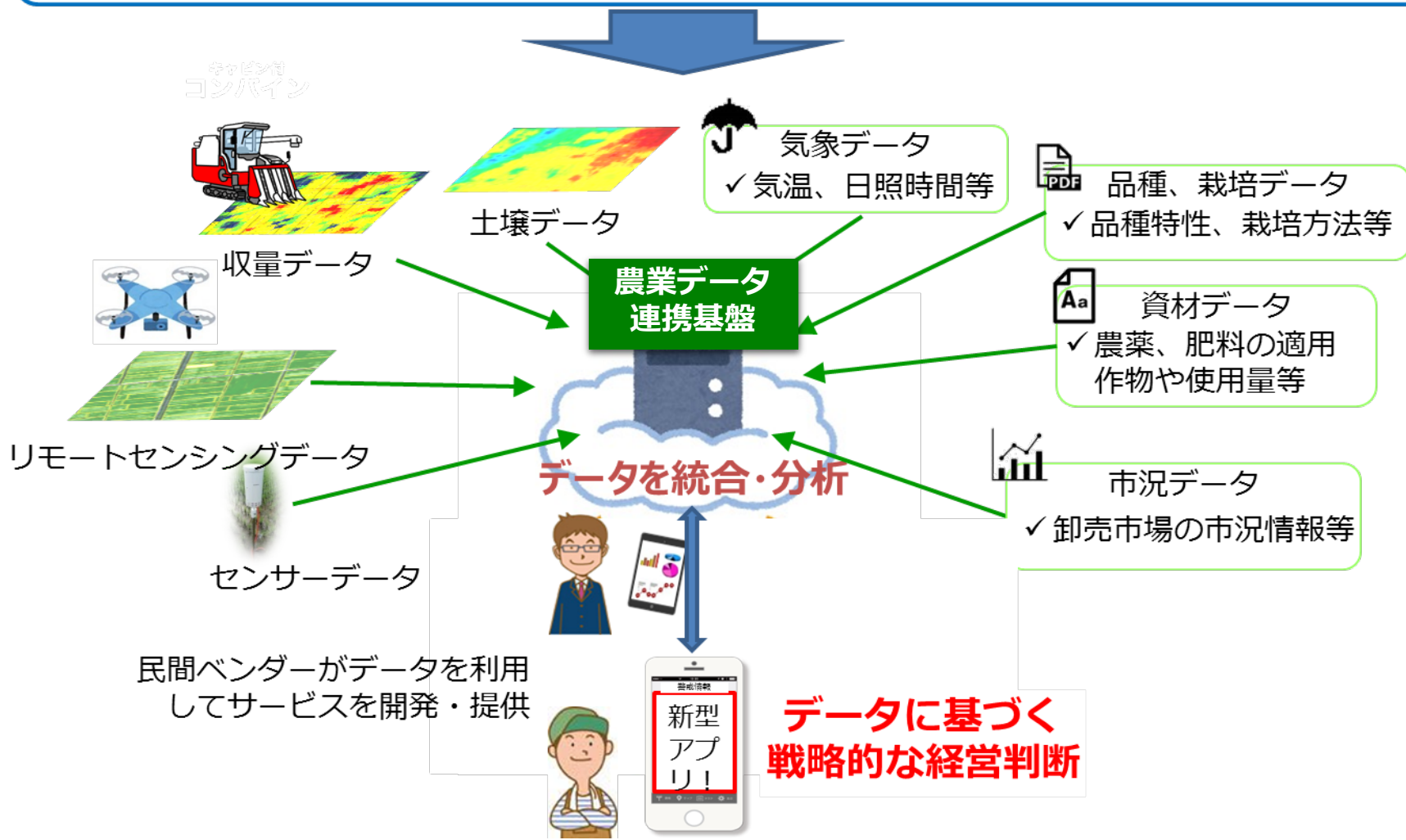


➡ センサー等からのデータ入力
➡ スマート農機への作業指示

農業データ連携基盤

農業データ連携基盤によるSociety 5.0農業の概要

- ✓ 様々な農業ICTサービスが生まれているが、各社システム間の相互連携がない
- ✓ 行政や研究機関のデータがバラバラに存在し、容易に活用できない



進捗状況：農業データ連携基盤

未来投資戦略2017（平成29年6月9日 閣議決定）

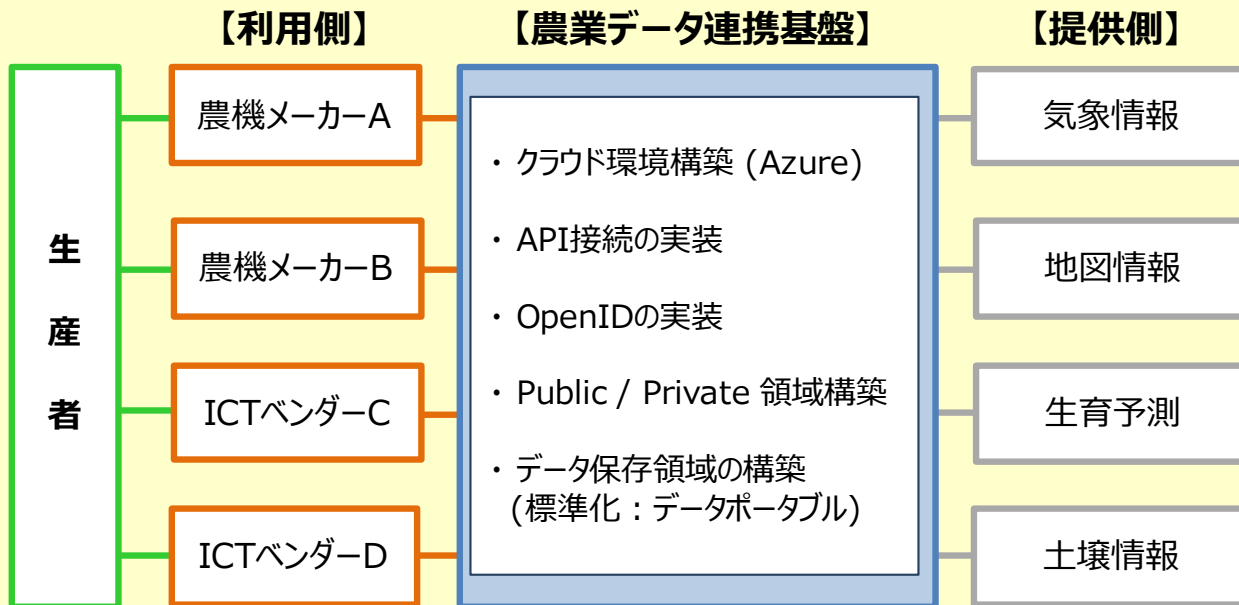
【実現のために必要となる主要項目】 公的機関等が保有する農業、地図、気象等の情報のオープン化等により、**様々なデータを共有・活用できる「農業データ連携基盤」を本年中に立ち上げ**、データに基づく付加価値や生産性の高い農業の現場への実装を推進する。



「第6回未来投資会議」（平成29年3月24日）において、安倍総理から**農業データ連携基盤の推進に関するご発言**あり

【データ連携・提供機能を有する「農業データ連携基盤」をH29年12月に構築】

- ・**基盤の設計・基本機能の構築**を行い、農業ICTベンダー、地図・気象・発育予測に関する民間サービス、土壌・地図・気象関係の国等の**データを基盤に連結した**。
- ・基盤で取り扱うデータの利用規約もコンソーシアム内での調整が終了し、**H29年12月にプロトタイプ運用を開始した**。



【取組の拡大】

- ・様々な主体の参画を進めるため、**H29.8.22に協議会を設立した**。
- ・今後、生産現場での利活用に加え、**流通から消費まで連携の取組を拡大する**。

○ 様々な主体の参画を進めるために**協議会を設立し**、現在**約110社**が参加



○ 設立セミナー（H29.8.22）には**約400名**が参加

進捗状況：農業データ連携基盤によるサービス例①

農地筆ポリゴンを取り込み、**背景地図(航空写真、地形図)**と重ねて表示。
圃場位置の確認等に活用。(千葉県横芝光町)



進捗状況：農業データ連携基盤によるサービス例②

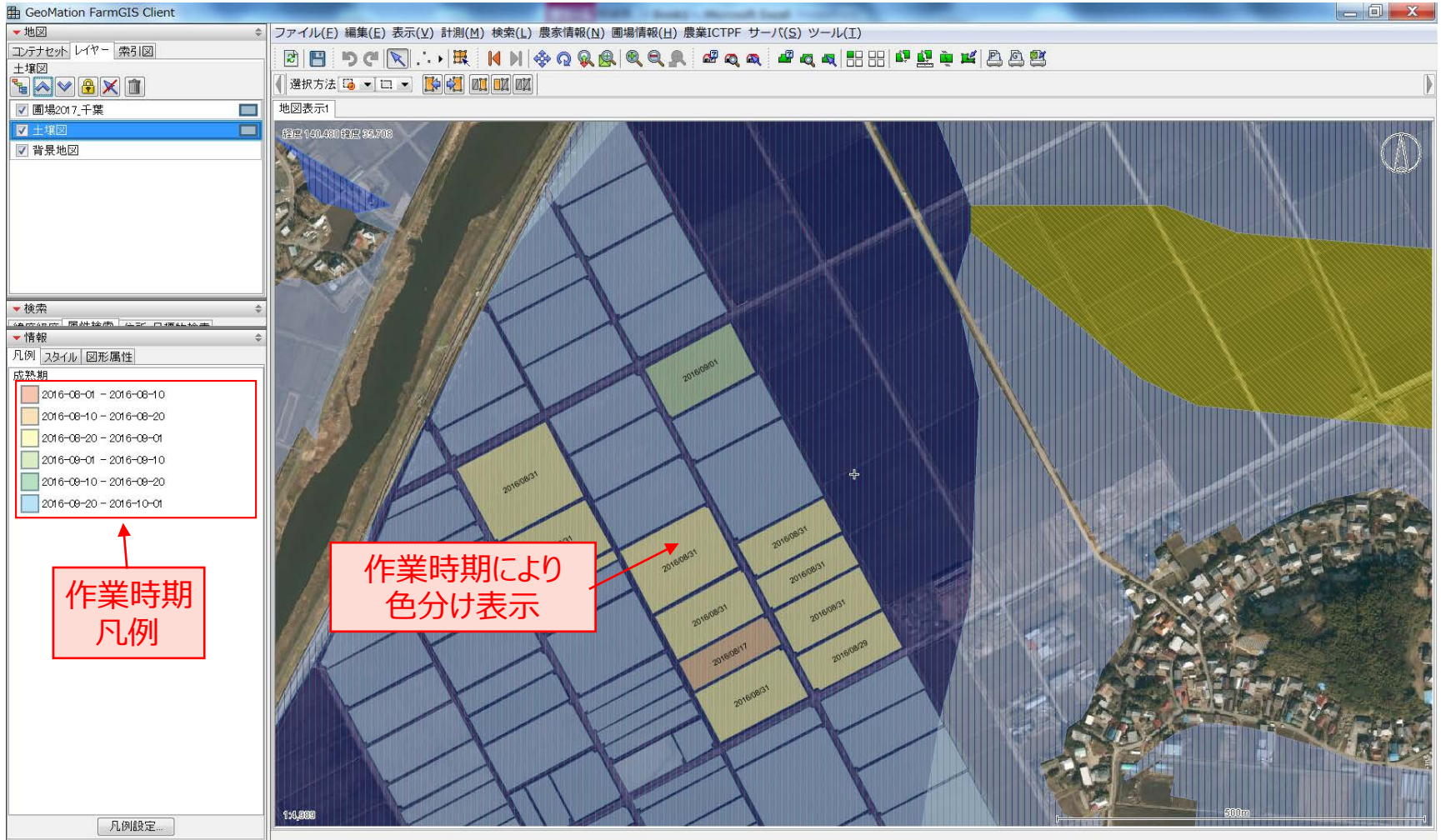
土壌データを取り込み、重ねて表示。

土壌タイプと生育状況や収量との関係を調べることができる。肥料設計アプリでも活用可能。

The screenshot displays the GeoMation FarmGIS Client interface. The main window shows an aerial map with various colored overlays representing soil data. A legend on the left side, titled '土壌図', lists soil types with corresponding color swatches: B1e3 (light brown), B1e4 (yellow), D2z1 (orange), D6h2 (light orange), D6z1 (light blue), F1z1 (blue), F2a1 (light blue), F2a2 (dark blue), F2a6 (medium blue), F3a7 (light blue), F3d3 (dark blue), F3z1 (light blue), F4a3 (green), and I1z1 (yellow-green). A red box highlights this legend with the text '土壌タイプ 凡例'. Another red box points to a specific area on the map with the text '土壌データ'. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Map, Search, Farm Info, Field Info, Agriculture ICTPF, Server, Tools) and a toolbar with various navigation and editing tools.

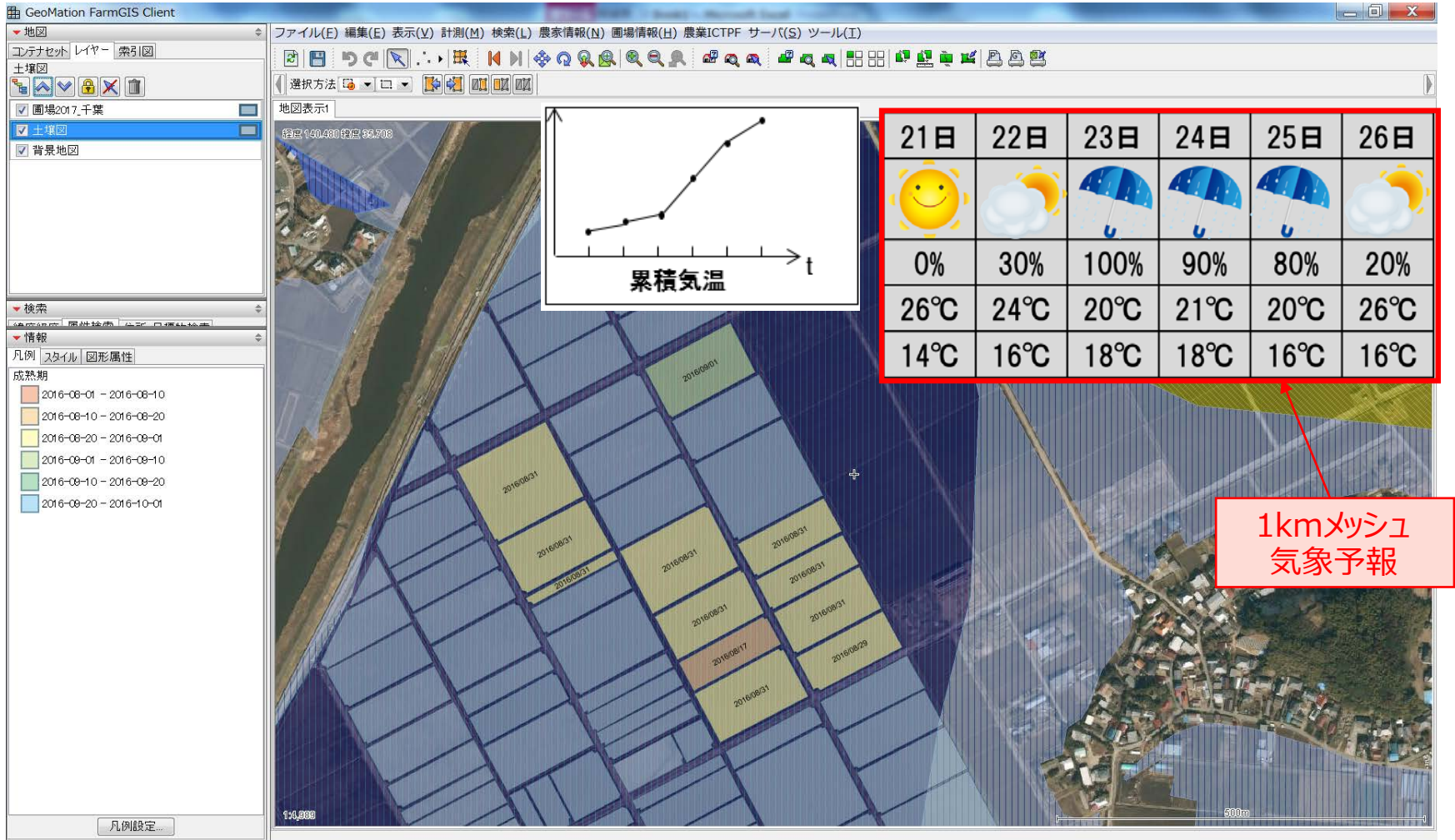
進捗状況：農業データ連携基盤によるサービス例③

農地毎の作業実績データ(移植日、葉齢)を元に、**生育予測システム**が返す成熟期や収穫予測日などにより圃場を色分け表示。可視化された作業適期を作業計画に反映。



進捗状況：農業データ連携基盤によるサービス例④

さらにメッシュ気象データとの連携により、高分解能気象予報(降雨量、気温等)を確認しながら作業時期・内容を調整。気象実績を圃場と関連付けて管理することも可能。



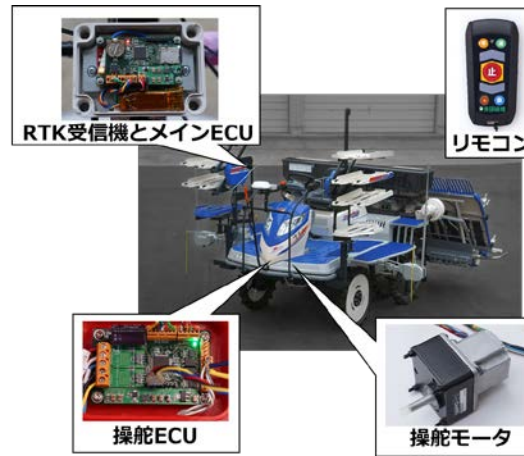
進捗状況：スマート水田農業（自動化・ロボット化）

- ✓ 安倍総理からSTSフォーラムにおいて**マルチロボットトラクタ**をPRいただく。
- ✓ 無人運転で熟練者以上の速度と精度で植え付け可能な**自動運転田植機**を開発。
- ✓ 準天頂衛星システム(QZSS)に対応した**超低価格(10万円程度)な高精度受信機**を開発。



安倍総理から自動走行トラクタを紹介

「科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム」
(京都、2017年10月1日)



高速・高精度な自動直進



高速自動旋回

自動走行田植え機

田植え作業と苗補給を1人で実現
→ **人件費削減・規模拡大**

QZSS対応低価格受信機

- 水平方向誤差3cm以下を確認
- ロボット農機の低価格化 → **日本全国に広く普及**





CEATEC JAPAN 2017
総務大臣賞受賞



戦略的 **H30年度市販化が決定**
Cross-minis

進捗状況：スマート水田農業（自動走行トラクタ）



 次世代農林水産業創造技術
 北海道大学大学院農学研究院

編隊を組んで協調作業するマルチロボットトラクタ

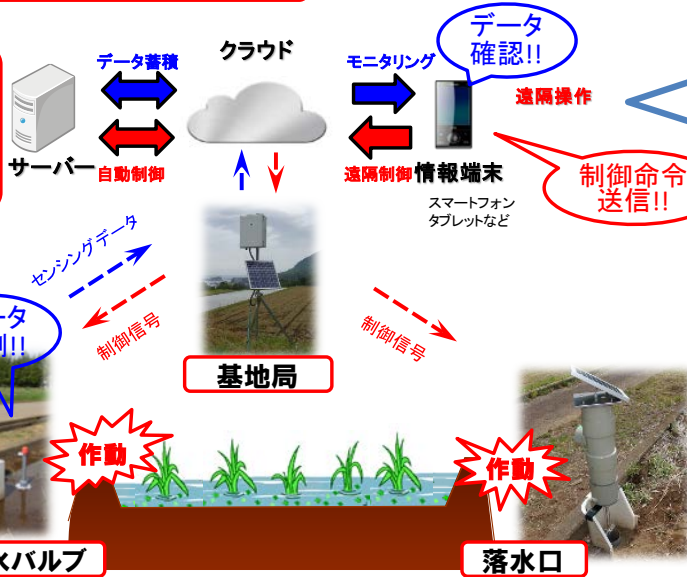
進捗状況：スマート水田農業（自動水管理システム）

- ✓ 遠隔または自動で『給水』と『排水』が可能。
→水稲作で最も多くの労働時間(約30%)を占める水管理作業時間について、
実証試験で目標50%を大幅に上回る90%削減を達成した。
- ✓ 最適水管理スケジュールを自動で作成・更新するアプリも作成。

遠隔・自動制御システムの概要

サーバーソフト

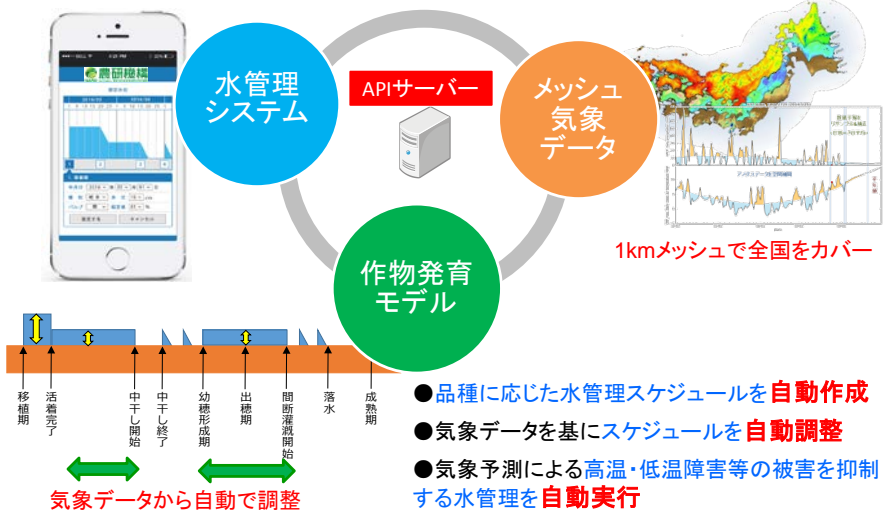
- データ閲覧ソフト
- バルブの操作ソフト
- 水管理の自動制御ソフト
- 気象災害警告ソフト
- は場間連携ソフトなど



- ### センシングデータ
- 湛水深
 - 地下水位
 - 水温
 - 土壌水分
 - その他に
 - 気象予報
 - 生育状況

最適水管理アプリの概要

- 品種、移植日、地点の登録で最適水管理が可能



クボタからH30年2月発売、12万円

● 開発に当たっての創意工夫

- ・バルブ一体型の制御装置ではなく、後付け型を採用した
- ・異なる水圧への対応
- ・多種多様なバルブへの適用
- ・用水中の異物への対応

進捗状況：スマート水田農業（現地実証試験）

- ✓ 国内4か所にパイロットファーム(大規模実証圃)を設置し、各要素技術の統合実証と農業経営の専門家による経営評価を実施中。
- ✓ 北海道では圃場間移動を含む自動走行実現のための実証において3Dマップを作成中(SIP自動走行との連携課題)。

【北海道岩見沢市（北村遊水地）】

栽培面積：2.2ha

栽培品種：きらら397

実証技術：自動走行トラクタ、自動給排水システム、栽培管理支援システム

※圃場間移動を含む自動走行実現へ向け、SIP自動走行と連携し、3Dマップを作成中



【宮城県亶理町】

栽培面積：13ha

栽培品種：元気丸・ひとめぼれ

実証技術：無人走行田植機、自動給排水システム、栽培管理支援システム

【茨城県龍ケ崎市】

栽培面積：1.5ha

栽培品種：あきだわら

実証技術：自動給排水システム、広域水管理システム、栽培管理支援システム

【千葉県横芝光町】

栽培面積：5.5ha

栽培品種：コシヒカリ、ふさこがね

実証技術：自動走行トラクタ、自動給排水システム、栽培管理支援システム

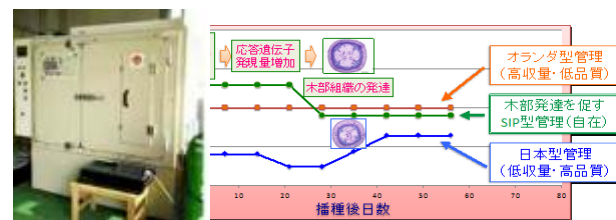
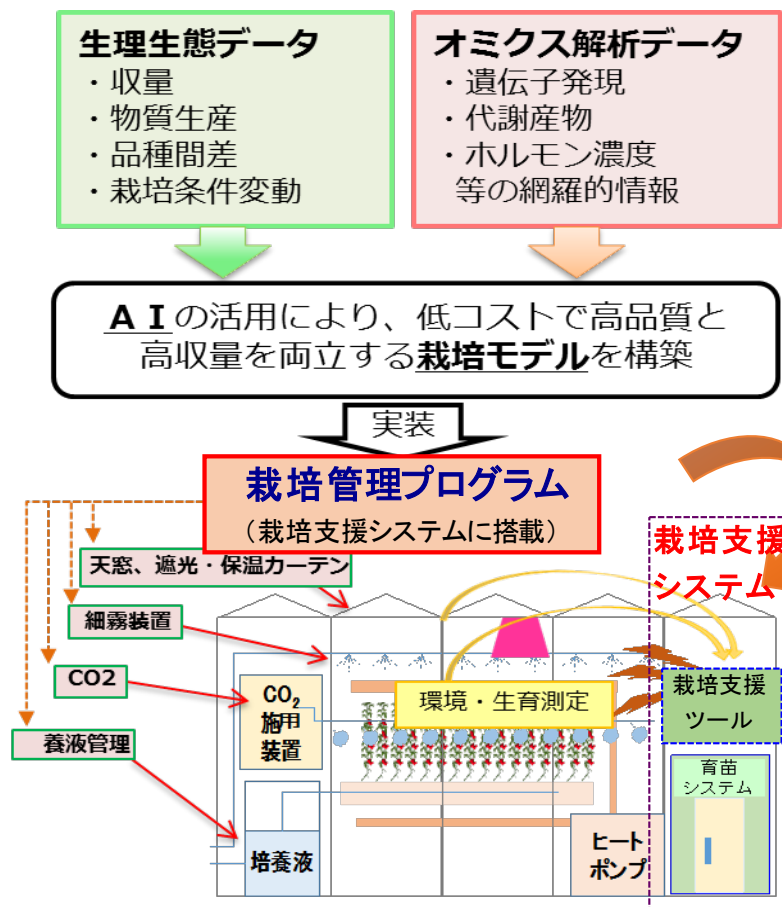
※経営評価を実施

実証先の生産者の声

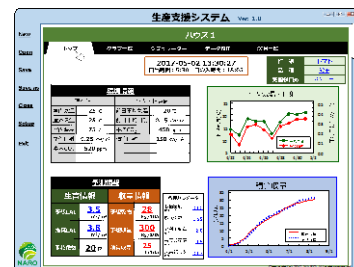
- ・水管理の負担が小さくなり助かる
- ・どのオペレータが行っても上手い下手がなく、同じ結果が得られる
- ・多数品種を移植期をずらして栽培しているので、栽培管理支援システムの中の「生育予測情報」に期待している

1. 進捗状況：スマート施設園芸（栽培支援システム開発）

- ✓ トマトの多収や高品質の鍵となる内在性因子を用いた栽培モデルを構築
- ✓ 栽培モデルを基に「新育苗システム」と、連続生産期の「生育予測・栽培支援ツール」を開発



新育苗システム
各品種に最適な養液条件を設定

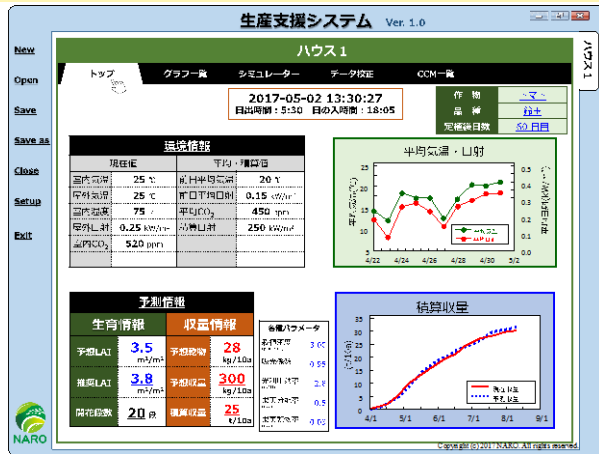


生育予測・栽培支援ツール
各種データとモデルによる生育予測情報を表示

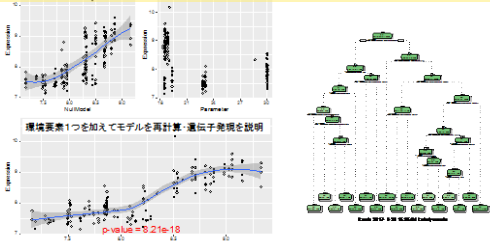
1. 進捗状況：スマート施設園芸（実用化に向けて）

- ✓ 民間コンサルを活用し、植物工場の事業計画モデルを策定
- ✓ 開発した「生育予測・栽培支援ツール」は、実用化に向けて生産法人で実証・評価を実施

世界初の生育予測・栽培支援ツール



日本独自の高品質化灌水制御プログラム



生産法人の植物工場
【静岡県菊川市】



【栃木県下野市】



【熊本県水俣市】



導入

評価

生産法人からの
情報収集と検証
による事業計画
モデルの構築

- ・内部収益率の推移
- ・投資回収の時期・規模

進捗状況：スマート施設園芸（病害虫防除）

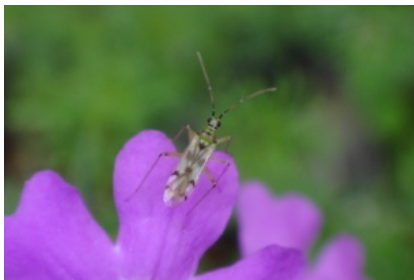
- ✓ 慣行栽培で使用する**化学合成農薬使用量を5～7割削減**するトマトとイチゴの新規病害虫防除体系の構築に向けて試験を継続中。
- ✓ 今後、防除体系を支える個別技術を**順次販売開始予定（8種類）**。

【トマト病害虫防除体系デザイン】



写真はダミー

新型エッジ色彩粘着板
2017特許出願→2018販売開始



天敵（タバコカスミカメ）
2017.8月 生物農薬登録本申請



トマト栽培ハウス



天敵誘引LED照射
試行販売終了→2018販売開始



コナジラミ忌避剤
農薬登録済→2018販売開始

その他製品

新型赤色防虫ネット
テスト販売→2018全国販売開始

天敵捕獲装置
2017特許出願→2018販売開始

アザミウマ忌避剤（PDJ剤）
2018農薬登録適用拡大申請（予定）

超音波発生装置
2018試験販売開始

1. 進捗状況：育種（高GABAトマトの開発）

✓ ゲノム編集による高GABAトマトを開発

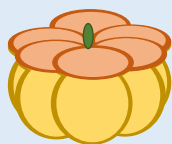
➤ 野生型の15倍のGABA含量(125mg/100gFW)を持つ個体を作成



GABA合成酵素GADの特徴

定常時

活性中心はふたで覆われている



GABA合成酵素活性OFF

ストレス環境下 (カルシウムイオン過多)
ふたが外れ活性中心がむき出しになる



GABA合成酵素活性ON

本研究の戦略

活性中心を覆うふたを
ゲノム編集技術により除去する



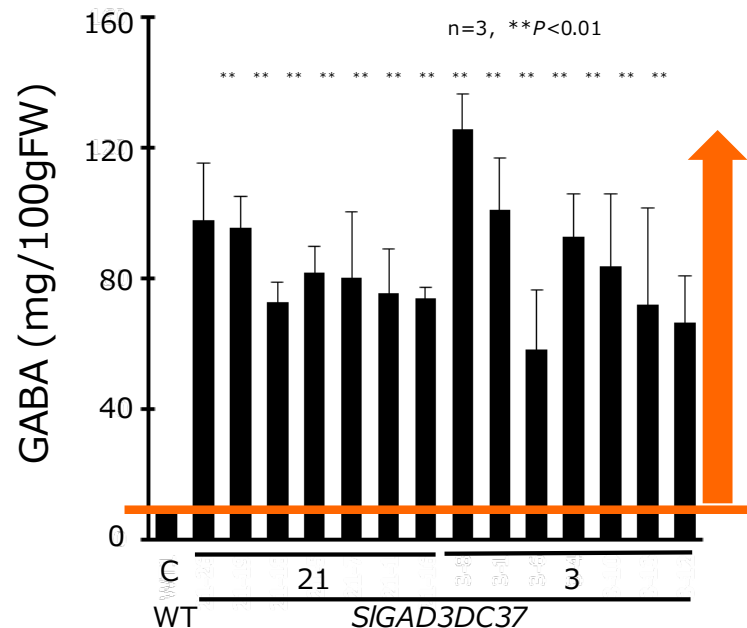
GABA合成酵素 常にON

GABA UP!!



トマトでGABAが高蓄積する

SIGAD3のゲノム編集個体 (T₁世代, 赤熟果実)のGABA含量



(Nonaka et al., Sci Rep, 2017)

進捗状況：次世代機能性食品

- ✓ 15品目以上を目標に認知症予防、身体ロコモーション改善食品を開発中。
→13品目でヒト介入試験終了。2品目で試験中。
- ✓ 運動との相乗効果の検証、改善効果の測定装置の開発を実施中。

商品化の対象（目標：15品目以上）

赤字：ヒト介入試験まで到達

- ・ **ロスマリン酸**(しそ・ハーブ)
- ・ **ノビレチン**(柑橘類)
- ・ **プロシアニジン**(リンゴ、黒豆)
- ・ **テアフラビン**(茶)
- ・ **γ-オリザノール**(玄米)
- ・ **SAM・GPC**(酒粕)
- ・ **高圧米**
- ・ **アントシアニン**(紫人参)
- ・ **オリゴ糖**(ムカゴ)
- ・ **ケンフェロール**(桑)
- ・ **ラクトフェリン**(乳)
- ・ **マスリン酸**(オリーブ)
- ・ **魚肉タンパク質**(スケソウダラ)
- ・ **ロダンテノンB**(マンゴスチン)
- ・ **トマチジン**(青トマトから誘導)
- ・ **オレアノール酸**(パミス)
- ・ **モリン**(わかめ)
- ・ **イヌリン**(菊芋)
- ・ **DHA**(オーランチオキトリウム藻類)

食品と身体運動の相乗効果の検証

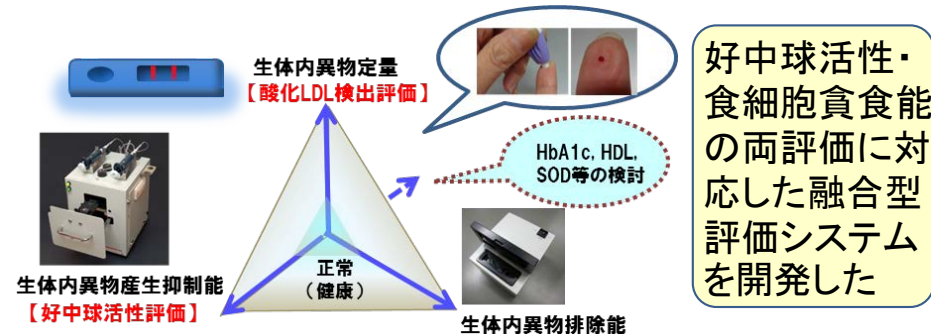
ホメオスタシス多視点評価システム



+



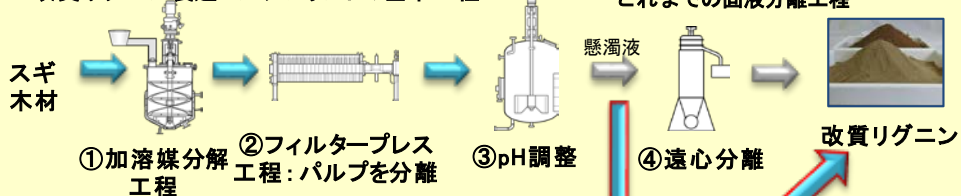
魚肉タンパク質と運動の組み合わせでイス立ち上がりテストの成績向上



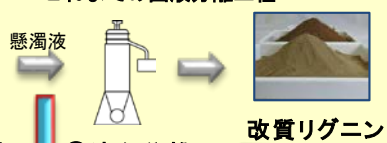
進捗状況：改質リグニン

- ✓ 凝集とろ過による新しい固液分離プロセスの開発でプラントシステム全体の電力コストが3割削減。全体のプロセスコストを60円/kg削減し、本年度の目標(300円/kg)を達成。社会実装に向けた最終目標(200円/kg)の達成に前進。
- ✓ 改質リグニンハイブリッド膜を利用した、出口製品(銅箔積層型フィルム)製造に成功。改質リグニンをを用いる電子回路基板製造プロセスの工業化に大きな前進。

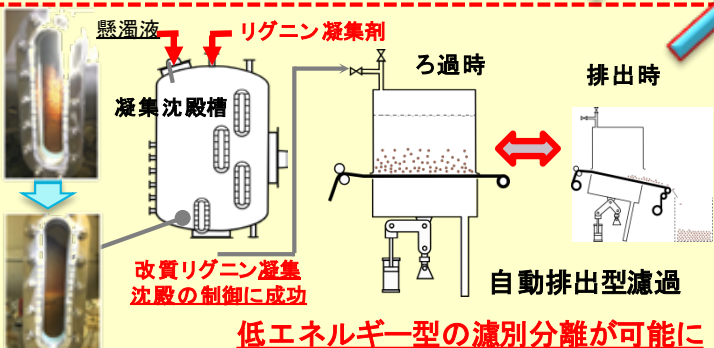
改質リグニン製造ベンチプラントの基本工程



これまでの固液分離工程

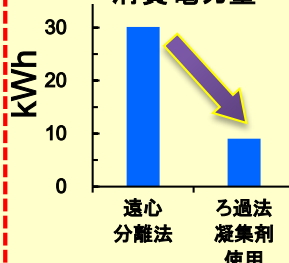


開発した新プロセス



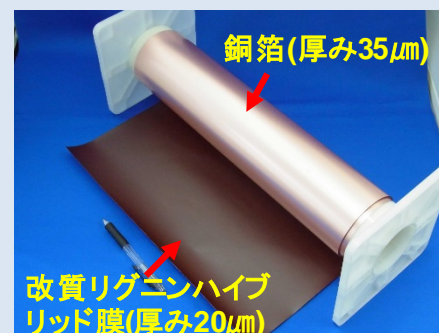
低エネルギー型の濾別分離が可能に

固液分離工程の消費電力量



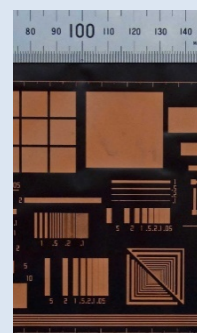
消費電力量
1/3に減少

* 改質リグニン1kg製造するためのプラント全体の電力コストは¥190から¥130へ

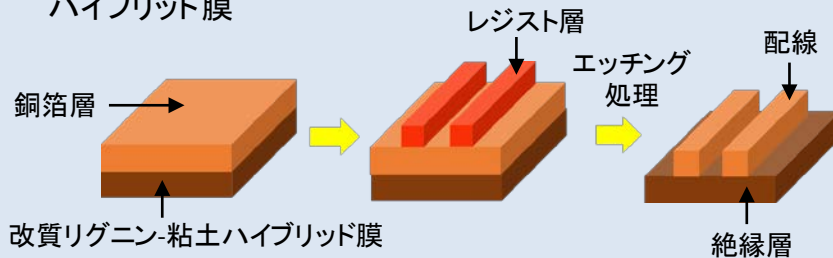


銅箔積層型改質リグニンハイブリッド膜

エッチング処理



電子基板の例



銅箔積層型ハイブリッド膜からの電子基板の製造工程

2. 出口戦略：最終年度にどのような出口を設定するか

- SIP参画/協力機関である各民間企業が製品を市場に投入（主な事例）

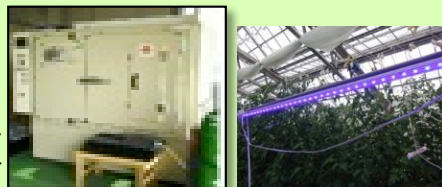
ロボットトラクター
準天頂衛星受信機
(H30年度発売予定)



遠隔・自動水管理システム
(前倒しでH29年度発売)



トマト育苗装置
(H30年度発売予定)
病虫害防除製品
天敵誘引LED、エッジ色彩粘着板
(H30年度発売予定)



機能性食品
γ-オリザノール
マスリン酸
(いずれも販売済)



- 農業データ連携基盤

・プロトタイプ構築・試験運用開始
・協議会を設立し、参画機関を拡大

運営主体を決定し、
H31年度から本格運用
を開始する

- リグニン

改質リグニン製造の低コスト化
と高付加価値製品の開発

FSの予算を措置し準備中

早期にパイロット
プラント着工へ

- その他(ゲノム編集作物の社会実装)

商用化するゲノム編集作物
第1号を目指し、規制当局
との情報交換、協議

高GABAトマトを生産・
販売するベンチャーを
設立(検討中)

ゲノム編集作物の販売例をつくり、社会
受容につなげる

3. H30 (最終)年度の研究開発計画

SIP終了

	~2015年(H27)	2016	2017	2018	主なアウトプット	アウトカム目標
スマート農業（水田農業・植物工場）	超省力・高生産な水田農業システムの要素技術の開発（ロボット農機・自動水管理・早期警戒・多圃場管理等）			農業データ連携基盤（プロトタイプ）の構築と各システムの統合、運営主体の決定	2019年4月から農業データ連携基盤の本格運用	農業におけるSociety 5.0の実現
		大規模経営体における統合技術の現地実証と遠隔監視自動走行農機開発（パイロットファームを全国4か所に拡大）			水田農業（水稲）多圃場管理システムとIT農機群の商品化	水田農業（水稲） 稲作全体の労働時間半減や資材費低減等を図り、コメの生産費5割削減（8,000円/60kg）
	ゲノム編集技術の確立、画期的な農水産物の開発、社会受容へ向けた取組		国産ゲノム編集技術による育種素材の作出と社会実装に向けた戦略の策定	施設園芸（植物工場）・オミクス解析成果による栽培管理プログラムを実装したシステムの商品化 ・化学農薬使用を減らす特定波長光利用等防除技術の商品化	植物工場（トマト） トマトの収量を50%以上向上（糖度5度の場合55t/10a以上）	
	栽培データとオミクス解析による品質や収量に係る因子の特定		至適栽培管理技術の開発・体系化、 現地実証	育苗システム商品化		
	光による害虫行動制御や化学物質による抵抗性誘導の解明		化学農薬を用いない病害虫管理技術の開発・体系化、 現地実証	農薬登録・商品化		
		戦略策定WGによる経営評価と出口戦略（中間報告）策定	専門家による 経営評価 、民間コンサルによる 事業計画モデル策定	研究拠点・人材育成拠点の構築	スマート農業の普及戦略と拠点形成	
機能性・リグニン 高付加価値化	次世代機能性食品・食と運動の相乗効果解析基盤の確立、ホメオスタシス維持効果測定技術の開発		機能性に関する科学的エビデンスの解明（ヒト介入試験、 経済波及効果 の検討） 食と運動による相乗的な効果を検証 ホメオスタシス計測機器 の有効性を検証	機能性に関する科学的エビデンスの取得と15品目以上の商品化	国民のQOL向上 機能性食品市場の拡大（約1200億円程度）	
	藻類からの有用成分の効率的な抽出技術の開発		改質リグニン製造 実証事業 と 出口製品の商品化	改質リグニン製造プラント、出口製品の商品化	木材の派生物、林地残材を活用した地域新産業の創出（1000億円規模）	
	林地残材収集・リグニン製造工程技術等の開発		新規リグニン産業のLCC・LCA手法による評価と ビジネスシミュレーション			

ご清聴ありがとうございました

