

スマート農業技術の活用によるアスパラガス生産体系の確立 南島原スマート農業研究会（長崎県南島原市）

背景及び取組概要

＜187.5a（アスパラガス72.5a、水稻15a、みかん50a、玉ねぎ25a、ブロッコリー25a）
うち実証面積：アスパラガス28.6a ※3経営体の合計面積＞

- アスパラガス栽培にスマート農業技術を導入することで売上増加と省力化を実現し、新規就農者にとって魅力的な栽培体系の構築を図る
 - ① 温度管理・水管理や栽培管理の可視化を通じて収量の増加と品質の向上を図る。
 - ② ロボットやAI技術を用いることで生産時の労働負荷を軽減し、作業時間を短縮する。
 - ③ スマート農業技術を用いたアスパラガス生産を体系化し、マニュアル化。地元の農業高校生にスマート農業を用いた栽培を体験させることで、将来の担い手の輩出を目指す。

導入技術

環境モニタリング

環境管理・水管理を可視化



環境・水管理

定点カメラ

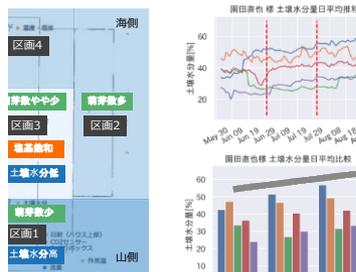
立茎・黄化などの判断基準を可視化



立茎・黄化判断

栽培管理技術研究活動

収集したデータを分析し栽培を体系化



データ分析

アシストスーツ

肉体的負担の軽減により作業の短縮を図る



作業

プレ選別機

秀品・優品の選別における属人性を排除し、選別時間を短縮



選別

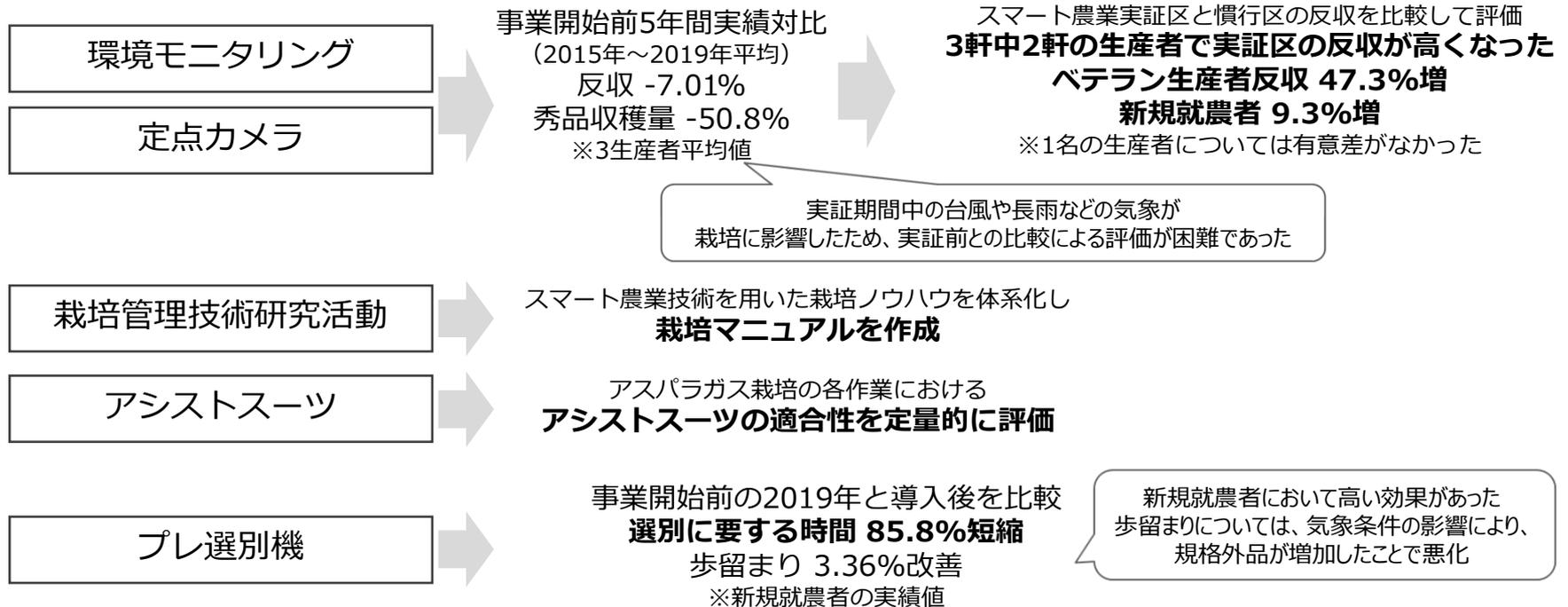
(実証項目別成果) 目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

○環境モニタリング・定点カメラにより栽培ノウハウを可視化し、栽培管理技術研究活動によって体系化することで、74%の反収増、秀品収穫量の73.5%増を実現する

○AIを活用した画像解析を用いた選別作業により、選別に要する時間を5.7%短縮し、歩留まりを5.3%改善する

各研究項目の現在の達成状況



(実証項目別成果①) 環境モニタリングシステム

取組概要

- アスパラガス栽培において重要となる環境管理、水管理をモニタリングサービスを利用することで可視化する

(使用機器) みどりクラウド (株式会社セラク)

環境管理の可視化

- 温湿度センサー
- CO₂濃度センサー

水管理の可視化

- 日射量センサー
- 土壌水分センサー
- pHメーター
- 流量センサー



- 生産者は、アプリを用いて随時状況を確認し、計測値に基づいて判断を行う

- 窓の開閉
- カーテン管理
- 灌水頻度・量の調整

- 収集したデータを栽培管理技術研究活動において分析し、長崎県島原振興局による栽培指針との比較や、有識者による助言をいただく

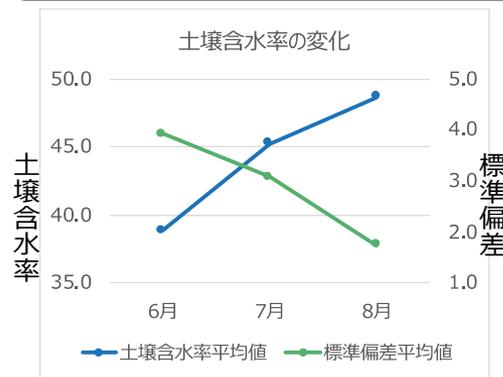
実証結果

温度推移の可視化による温度管理水準の安定

環境を可視化することで、管理精度を向上させることができた。その結果、夏場の温度管理において、**生育に悪影響を及ぼす35度を基準にした高温積算温度(℃・分)を最大99.6%小さくすることができた。**

35℃高温積算温度(℃・分)	2020年6月・7月	2021年6月・7月	減少率
ベテラン生産者	1130	5	99.6%
一般生産者	3903	78	98.0%
新規就農者	7283	1652	77.7%

土壌水分度水準の向上と安定



環境モニタリングによって、水管理における問題を明らかにし、1日の灌水頻度を1回から2回に変更し、数値目標に基づく灌水を実施

土壌含水率上昇
(38.8 → 48.7)

標準偏差減少
(3.9 → 1.7)

=ばらつき低下

今後の課題 (と対応)

南島原市のアスパラガス栽培における栽培基準として整理したマニュアルの継続的な充実化

取組概要

定点カメラの画像を用いて、アスパラガス栽培特有の作業である立茎や黄化（全刈実施時期の判断）の判断基準を可視化する

- 各圃場に2種類のカメラを設置し、定点で継続的に撮影を行う
- 撮影した画像を画像処理によって数値化することで、定量的に立茎や黄化の判断を行う。

葉色記録用カメラ

- マルチスペクトルカメラ
- WEBカメラ

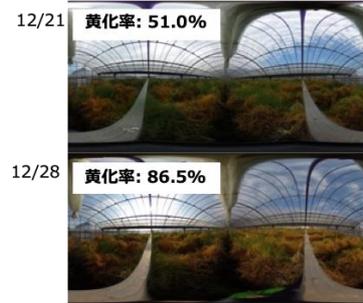
萌芽記録用カメラ

- WEBカメラ



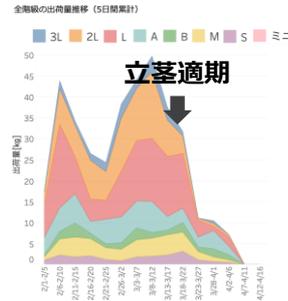
実証結果

黄化判断



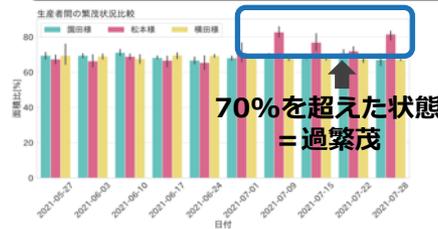
マルチスペクトルカメラで黄化の定量化ができたことを確認した上で、安価な360度カメラ（可視光）にて撮影した画像による判断を試みた。植物体を抽出し、抽出した対象に対してピクセル単位でVARIを算出することで**黄化状況の時系列変化を定量的に評価することができた。**

立茎判断



画像から算出したVARI（植生指数）の時系列変化を分析することで、立茎判断に必要な株の力の低下時期の検知を試みたが困難であった。代替手段として、**階級別収穫量を5日毎に集計したところLサイズが急速に減少する様子が見受けられ、立茎適期の推定に利用できる可能性が示唆された。**

株元画像から繁茂状況を数値化



株の根元から屋根に向けて写真を撮影し、撮影した写真を2値化し、面積比を算出することで、**繁茂状態の定量的な評価を実施**。70%を超えていた2021年7月の一般生産者圃場においては過繁茂であることを検知した。

今後の課題（と対応）

南島原市のアスパラガス栽培における栽培基準として整理したマニュアルの継続的な充実化

(実証項目別成果③) プレ選別機

取組概要

アスパラガスの秀品と優品は見分けが難しく、その選別作業が新規就農者にとっての負担となっている

今回、AIを用いた画像による選別機を試作し、選別時間の短縮や属人性の排除を試みる

○ カメラによって撮影した写真によって秀品と優品を判別するプレ選別機をオープンソースや安価に購入可能なハードウェアを用いて試作する

○ 現在行われているアスパラガスの選別作業を分解し、試作したプレ選別機を組み込んで選別作業を再設計する

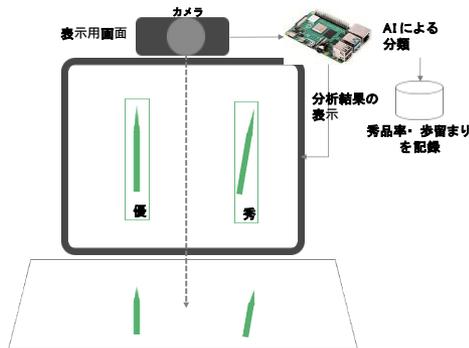
期待される成果

新規就農者による選別作業の正確性の向上

- 選別不十分によって廃棄されるアスパラガスをなくす
- 熟練農家でなくても安定的な選別を可能にする
- 歩留まり 平均5.3%改善

プレ選別機による選別作業時間の短縮

- 選別作業時間 平均5.7%削減

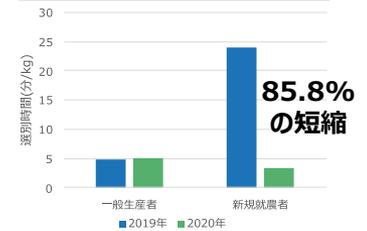


実証結果

(1) プレ選別機による判断支援



新規就農者の選別にかかる時間を**85.8%短縮**
選別技術が習熟し、翌年度は自力で適切な選別が可能となった



(2) IoTはかりによる計測負担軽減



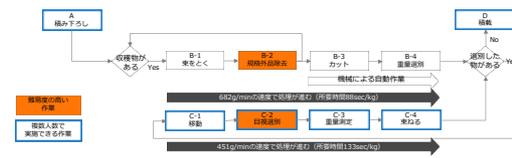
はかりをIoT化し、1kgの計測負担を軽減

- 画面上に大きく重量を表示
- あと何本で1kgになるのか自動算出



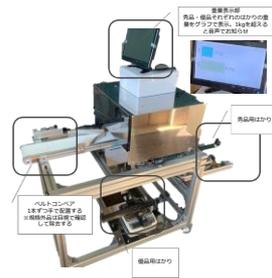
熟練者の選別に要する時間への短縮効果はなかったが、身体的な負担を軽減する効果はあった

(3) プレ選別機改良版による自動選別



選別オペレーションを分析し、1名で選別作業を可能にするための自動選別機の試作を行った

- 選別時間短縮の実現
- 技術習得を補助(新規就農者の自立支援)
- 選別作業における属人性の排除と作業工数の削減



今後の課題(と対応)

- プレ選別機改良版による効果測定(春芽の遅延により実施できず)
- 自治体による新規就農者への貸し出し

(実証項目別成果④) アシストスーツ

取組概要

低い位置での作業が中心となるアスパラガスの生産において、アシストスーツを利用することでその肉体的負担の軽減をはかり、作業時間の短縮に役立てる

- アスパラガスの生産において発生する各作業において、アシストスーツを利用する
- 利用した際に発生した体の負担を定量化し、評価することで、アスパラガス栽培のどの作業にアシストスーツが有効であるか評価を行う

期待される成果

- ・ アスパラガス栽培におけるアシストスーツ有効性の評価
- ・ アスパラガス栽培において有効なアシストスーツの使い方を明らかにする



実証結果

作業ごとの負担軽減効果

- ▶ アシストスーツの負担軽減効果を6段階で評価し、1点(負担軽減効果無し)～6点(負担軽減効果大)で得点化
- ▶ 項目ごとに得点の平均値を算出

作業名	肉体的負担軽減	精神的負担軽減	作業軽減	回答人数	作業適正
収穫前準備(たい肥被覆)	5.0	4.3	4.7	2人	○
収穫前準備(土寄せ・培土)	6.0	6.0	6.0	1人	◎
施肥(元肥)	4.0	3.7	4.0	3人	○
刈り取り(全刈り)	動きに制限があるため利用せず			0人	×
残渣撤去(全刈り)	3.7	2.3	3.3	3人	○
畝表面焼却(全刈り)	安全面に懸念があるため利用せず			0人	×
収穫作業	動きに制限があるため利用せず			0人	×

肉体への負担軽減効果

体の部位	アシストスーツの負担軽減効果
肩	73%
腰	67%
腕	17%

慣行作業、アシストスーツ両方での評価が記入された部位を集計。作業時の負担の大きさを3段階で評価し、アシストスーツの有無でその得点を比較した結果、特に**肩、腰への負担が大きく軽減されている**ことがわかった。

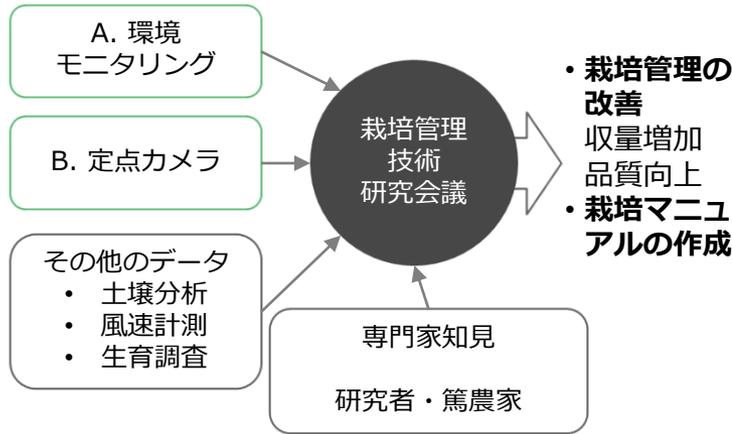
定性的な評価(生産者の声を元に実施)

- ▶ 重い物を持ち上げる運搬作業が含まれる作業において有効
- ▶ 収穫作業や畝表面焼却作業など、動きが制限されることがマイナスに働く作業には有効ではない(収穫作業においてははかがむ、及び、手を伸ばす動作に支障があり利用が困難であった)
- ▶ 女性など力作業が負担となる生産者にとっては有用である

(実証項目別成果⑤) アスパラガス栽培管理技術研究活動

取組概要

環境モニタリングや定点カメラによって収集したデータを分析し、栽培管理の改善や、スマート農業を活用したアスパラガス栽培の体系化に取り組む

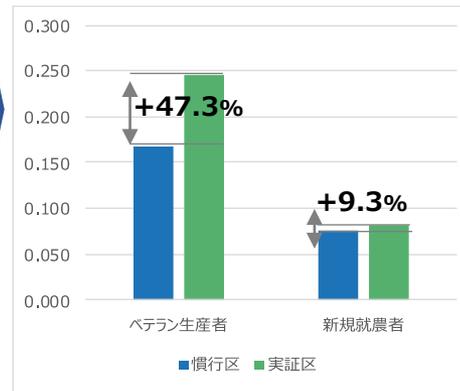


- モニタリングデータや定点カメラ、その他収集データの分析を行い、毎月レポートを作成
- レポートに基づいて、関係者を集めた栽培管理技術研究会議を開催し、その解釈について議論を行う
- 議論の結果をスマート農業技術を用いたアスパラガス栽培体系として整理し、マニュアルを作成する

実証結果

R3年度の実証において、3名の生産者のアスパラガス栽培圃場において、スマート農業技術を導入する実証区と、慣行栽培を行う対照区について、収穫量の計測を行なった。
(6月～8月の間の任意の日に45回実施)

	慣行区平均 (kg/10a/日)	実証区平均 (kg/10a/日)	増収率 (%)	検定結果
ベテラン生産者	16.7	24.6	47.3%	有意差あり
一般生産者	23.9	21.8	-8.8%	有意差なし
新規就農者	7.5	8.2	9.3%	有意差あり



3名の生産者のうち、ベテラン生産者においては慣行区と比べ実証区では収量が47.3%増加。新規就農者については、9.3%の増加となった。一般生産者については、8.8%の減となったが、5%水準の有意差検定を行ったところ、有意差は見受けられないという結果となった。

スマート農業技術を導入した区画で 最大47.3%の反収増加

アスパラガスは多年生植物であることから、親株の影響や過去の病気などが収量に影響する。そのため、一概にはスマート農業技術による貢献とは言えないが、一定の効果が見込まれると考えられる。

また、新規就農者よりもベテラン生産者にて高い効果が現れたのは、アスパラガスの株齢の違いや、圃場特性に起因する環境管理精度の限界 (cf. 高温積算温度) によるものであると考えられる。

(実証項目別成果⑤) アスパラガス栽培管理技術研究活動

実証結果

栽培管理マニュアルの作成

アスパラガス栽培管理技術研究活動において明らかになった各種管理基準について、マニュアルとしてまとめることで体系化を行なった。作成したマニュアルは印刷物としての配布とみどりクラウドWEBサイト (<https://info.midori-cloud.net/>) にて公開。

アスパラガスにおける環境制御指標

環境制御指標の目安

灌水管理と温度管理は、大まかに次のような数値を目安に管理を行います。

灌水管理

モニタリング項目	用途	計測・分析手段	計測・分析方法	確認頻度
土壌性質	灌水によってどの程度保水されるのかを判断	土壌分析	土壌分析を依頼し、土壌物理性を確認	1年2回
土壌水分	水管理の目標値	土壌水分センサー	30cmの深さにセンサーを設置	毎日1回

目標値 **50% ~60%**

※土壌性質によって上下

不足時

通常のアスパラガス土壌では50%程度が基準値となります。基準値を下回る場合には灌水を行います。火山灰土等の排水性が高い土壌では土壌水分流出が大きくなるため、少量多灌水など灌水の周期を高めて、土壌水分の確保します。

過剰時

灌水を行わずに1日スキップし、翌日以降に灌水の要否を判断します。

温度管理

モニタリング項目	用途	計測・分析手段	計測・分析方法	確認頻度
気温	収穫：40℃を超える高温を避ける 黄化：5度以下の低温遭遇時間の判断	温度センサー	地表1.5mの高さにセンサー設置	毎日1回~2回

目標値

7月~9月
最高気温40℃未満
11月~12月
5℃以下低温積算温度300時間以上

高温期

梅雨期間中も換気を徹底し、蒸らさないように、谷換気、妻面換気、サイド換気を行い、40℃を超えないように注意します。

低温期

日平均気温が16℃を下回る11月上旬頃を目安に低温積算の算出を開始し、養分転流に必要な低温遭遇時間を確保します。

夏季の栽培管理

7~9月の環境管理

長期どりのアスパラガスは1年中気象の影響を受けます。とりわけ近年は猛暑、残暑の傾向があり、夏場(7~9月)の昇温には注意を払う必要があります。夏場の高温による障害としては茎葉の焼けやムレなどがあり、傷んだ茎葉に斑点性病害が加わると一気に減収へとつながってしまいます。最悪9月頃に落葉、黄化が起これしまうと、その後の栽培継続が困難になってしまいます。

環境管理方針

夏場の時期は換気、遮光を通じて昇温対策を実施します。ハウス開口部の開放を基本とし、環境モニタリングを生かした自動換気を導入することも効果的と言えます。

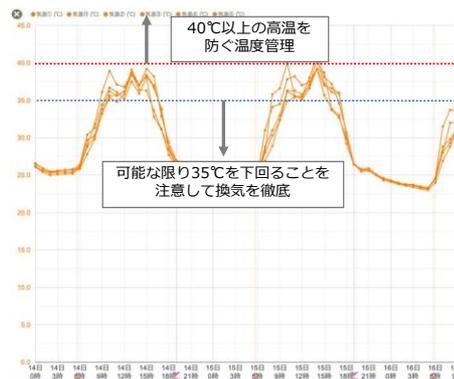
温度管理を行なうことで、L級品が増加し、生理障害による外品割合が減少します。温度は40℃以下にするように注意し、可能な限り35℃以下で管理できると理想です。また、これらの昇温対策に加え、ハウス内の風通しを意識することも重要です。サイド/谷/妻面の換気を行うことで、通路部と摘心上部に風が抜けるように管理します。

主な生理障害

開き、曲がり、タケノコ・裂開、扁平：
高温によって発生が増加します

気温を見るグラフ

描画範囲：3日
測定項目：温度



アスパラガス栽培マニュアル記載内容

1. アスパラガス栽培において有用なセンサー種類と最小構成例
2. 環境モニタリングデータの見方
3. センサーの設置方法
4. 土壌診断と診断結果の見方
5. シーズン別栽培管理方法 (水管理・温度管理)
6. 黄化判断基準
7. 立茎判断基準
8. 過繁茂判断基準

主な昇温対策

- ▶ アラートの設定：気温の上限アラートを設定。昇温前にハウスの状態を把握し、換気等で対策
- ▶ 自動換気の設定：モニタリングした気温をもとに、自動換気の設定を行う
- ▶ 寒冷紗の設置：遮光による昇温対策。モニタリング結果を見ながら、設置の調整を行う

(終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	環境管理 ・水管理	環境モニタリングシステム (みどりクラウド)	センサーの故障が発生し、交換を行う必要があった。 土壌に埋設して利用するセンサーであるため、圧力による湾曲により浸水が発生したと思われる。 無線化 (LoRa) したセンサーの通信が安定しない ケースが見受けられた。
2	黄化判断 ・立茎判断	定点カメラ (みどりクラウド・ マルチスペクトルカメラ)	特になし。
3	作業全般	アシストスーツ (マッスルスーツEvery)	作業によっては動きが制限されることによって作業 性が低下するケースが見受けられた。
4	選別作業	プレ選別機	特になし。

(実証成果 (全体)) 実証課題で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

○ 実証課題で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

実証技術	普及への取組み
環境モニタリング	すでに商用化済み (株式会社セラクがみどりクラウドとして販売)
定点カメラ	すでに商用化済み (株式会社セラクの農水産ソリューションとして提供)
プレ選別機	株式会社セラクにて商品化を検討中
アシストスーツ	株式会社イノフィスにて販売中
アスパラガス栽培マニュアル	作成が完了後、500部を印刷し配布 また、データをみどりクラウドのWEBサイト (https://info.midori-cloud.net/) にて一般公開している
アスパラガス栽培支援 (コンサルティング)	株式会社セラクにて提供

本実証に関するお問い合わせ

南島原市農林課

nougyousenryaku@city.minamishimabara.lg.jp

電話：0957-73-6661

FAX：0957-82-0217

株式会社セラク みどりクラウド事業部

info@midori-cloud.net

電話：03-6851-4831

FAX：03-6851-4832