

ローカル5Gを活用したイチゴ栽培の智能化・リモート化実証

(株) いちご畑 (埼玉県深谷市)

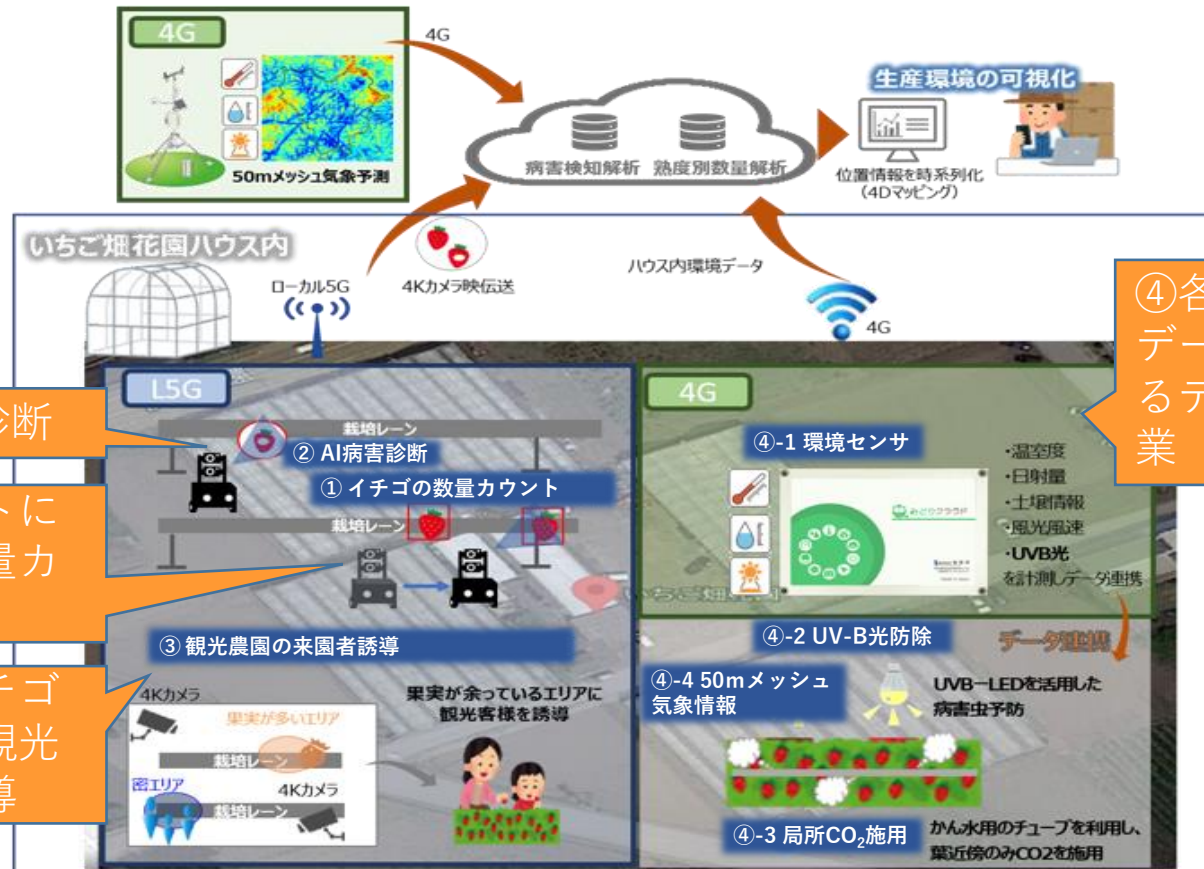
◎ ローカル5G

背景及び取組概要

＜経営概要 110a(イチゴ 70a、トマト 30a、ナス 10a) うち実証面積 イチゴ 40a＞

○ スマート農業技術の生産現場導入による農作業のリモート化等超省力化技術の社会実装や生産性・利益の向上に向け、ローカル5Gによる大容量データ(画像)の高速通信、ロボットによる農作業のリモート化、AI画像識別による農作業の智能化、IoT等の最先端技術をイチゴ観光農園に導入し、①自走式ロボットによるイチゴの数量カウント、②AIによる病害診断、③ハウス内のイチゴの見える化による観光農園の来園者誘導、④各種環境・作業データの活用によるデータ駆動型農業を実現することで、農作業の智能化・リモート化、生産者の利益向上を実証する。

導入技術



②AIによる病害診断

①自走式ロボットによるイチゴの数量カウント

③ハウス内のイチゴ見える化による観光農園の来園者誘導

④各種環境・作業データの活用によるデータ駆動型農業

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

- ・AIやロボットを活用した農作業の知能化・リモート化のためには、複数の4Kカメラで撮影した動画データをエッジサーバへ安定して伝送する必要があり、**100Mbps程度の伝送速度を確保**できるローカル5Gシステムを構築(総務省事業から引き続き実証)。
- ・4K動画による高精細画像により、病斑の見落としを減らし、**果実病害を高精度に検出**。

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

- ・イチゴの数量把握により来園者の予約数を適正化するとともに、適熟イチゴへの来園者誘導による**三密回避**(来園者集団間のソーシャルディスタンスを2m以上確保)を実現し、**集客数をコロナ禍前(約5,000人/年)に戻す**。
- ・自走式ロボットと4Dマッピングおよび、各種環境・作業データの活用により、**生育管理作業時間を30%削減**。
- ・AI活用による早期病害診断、UV-B光防除(LED)の活用により**農薬使用量を30%削減**。
- ・適時制御の局所CO₂施用により**収量を20%増加**、また、**CO₂発生源の燃料費を30%削減**。

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

- ・上記の各目標を達成することで、**生産者の売上を10%向上**させ、**経営の黒字化**を図る。

目標に対する達成状況等

目標に対する達成状況

1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標に対する達成状況

- ・ローカル5Gシステムについては、ファームウェアのアップデートなど種々のシステム改修を実施した結果、**100Mbps程度の伝送速度を安定的に確保**できるシステムを構築できたことから、目標を達成。
- ・高精細画像による果実病害の高精度検出については、高精細画像の取得方法の改良により、対象となる**うどんこ病果実の検知率を高め、94%と高い正答率**を得ている(表1)ことから、目標を達成。

表1 イチゴの病害診断AI検知率の状況

年度		令和3年度	令和4年度
	正答数	331	2,463
	同率	91%	94%
	非検出数	27	83
	同率	7%	3%
	誤認識数	4	84
	同率	1%	3%
合計数		362	2,630

(正答数は健康なイチゴを健康、病害のイチゴを病害と判定した数、非検出数は病害イチゴを健康なイチゴと判定した数、誤認識数は健康なイチゴを病害と判定した数、なお前年度よりも病害果の検出率が向上した。)

目標に対する達成状況等（つづき）

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

- ・集客数約5,000人/年の目標については、自走式ロボットの数量カウントにより、適切な受け入れ可能来園者数の把握が可能となり、それに基づく予約受付をした場合には**年間5,216人の受け入れが可能**となる見込み。また、実証期間中の来園者へのアンケート調査から、来園者誘導システムによって次年度の来園者が**今年度来園者から32%増加**する見込み。これらのことから本目標を達成したと判断。
- ・生育管理作業時間30%削減の目標については、試算値となるが、自走式ロボットの数量カウント等による生育管理作業では、ロボットの準備時間が生じたことから、目標達成はできなかった。
- ・農薬使用量30%削減の目標については、UV-B(LED)光防除の活用により、9月から2月上旬の防除作業において、慣行区と比較して**農薬使用量を27%削減**し(図1)、目標をほぼ達成。
- ・適時制御の局所CO₂施用による収量20%増加の目標については、慣行区と比較して**18%増加**し、目標をほぼ達成する見込み。一方、**CO₂発生源燃料費30%削減**の目標については、試算値となるが、**13.3%削減**の見込みとなり、目標達成度は44%。

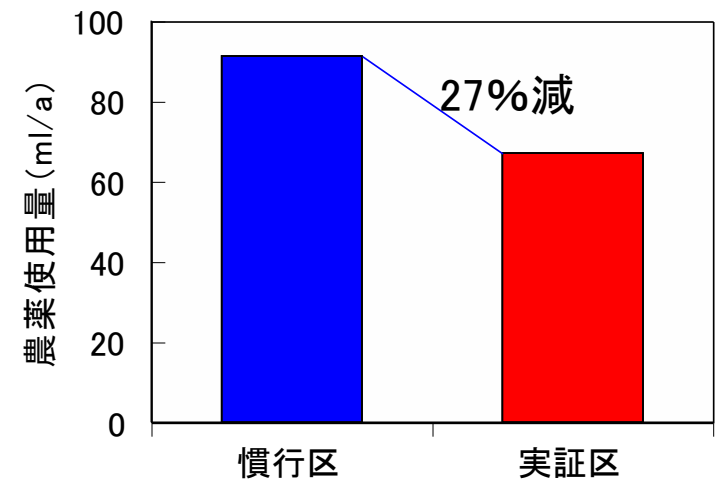


図1 面積当たり農薬使用量の比較

目標に対する達成状況等（つづき）

3)生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

- ・前記の通り、本事業の実証項目全体として、イチゴ栽培通期での実証結果は得られていないものの、収入の増加に大きく関わる観光農園の来園者数や収量の増加、ならびに農薬使用量の削減等一部の経費削減効果に関する目標は達成できる見込み。
- ・実証目標の達成による生産者売上の向上や経営黒字化については、今作後(6月以降)の最終的な結果に基づく評価が必要となるが、現時点の試算では、**売上(収入)は16%増**となり(図2)、10%向上の目標を達成見込み。一方、ローカル5G設備の整備・維持コストやスマート農機導入コストが多額に上るため、**純利益推計値が赤字**となる見込み。

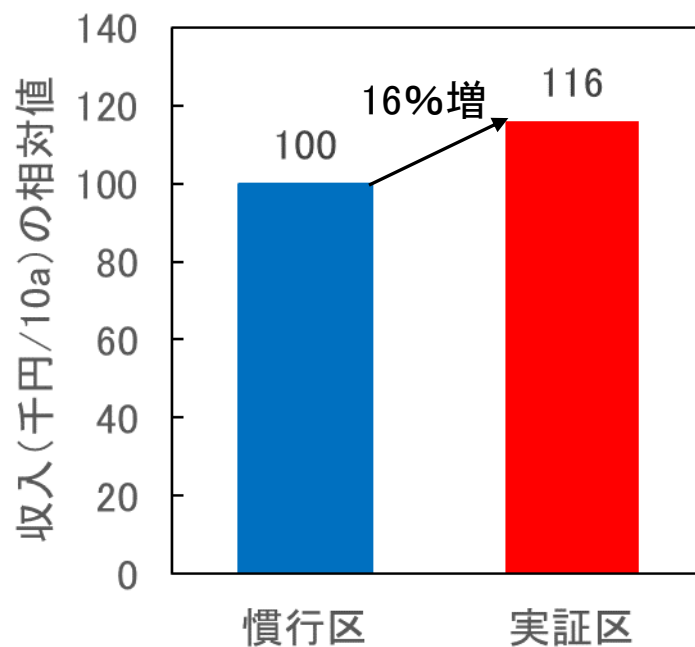


図2 収入(見込み)の比較

(実証項目別成果①) 自走式ロボットとAIを活用したイチゴの数量カウント

取組概要

- イチゴハウス内に、カメラ搭載の自走式ロボット「FARBOT」(図3)を走行させ、AI解析を用いて成熟果実の数量をカウントし、その数量・位置を時系列でマップ上に表示可能とするシステム(図4)を構築し、その実証を行う。
- 数量把握により、来園者の予約数を適正化し、集客数増加を実現する(実証項目③との連係)とともに、生育・成熟状況把握のための見回り等の管理作業を省力化する(実証項目④との連係)。
- イチゴ株の出蕾状況を4Dモニタリング装置を用いて検出・マッピングするシステムを開発し、その実証を行う。

(使用機器) 自走式ロボット「FARBOT」、数量カウントシステム
4Dモニタリング装置

(実証面積) 慣行区: 10a 実証区: 30a

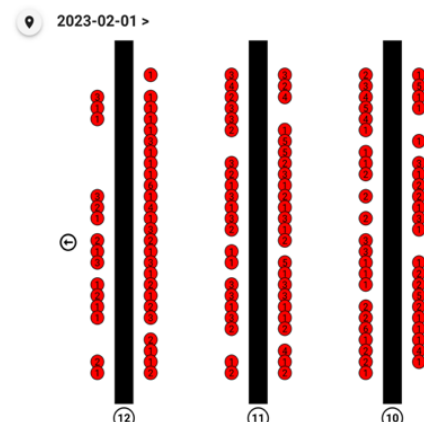


図3 自走式ロボットFARBOT

図4 イチゴ数量カウントの結果表示例

実証結果

- 自走式ロボットの走行安定化、AI解析精度向上等を実施し、数量カウント・マッピングシステム(図4)を構築して実証した結果、開園期間(2~5月)の受け入れ可能者数は5,216人(図5)と見込まれた。
- 数量把握により、見回りの作業時間が削減できたが、自走式ロボットの準備に時間を要するため、トータルでは生育管理作業時間の削減には至らなかった。
- 出蕾株を4Dマッピングするシステムを開発・実証し、出蕾状況の多角的な把握を可能とした(図6)。

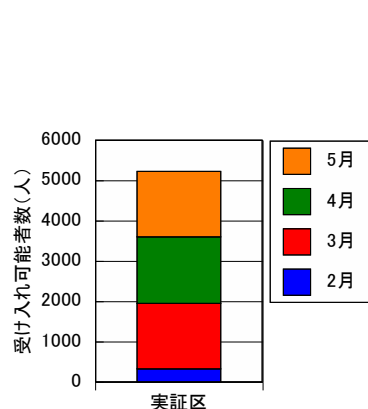


図5 月別来園者受け入れ可能者数

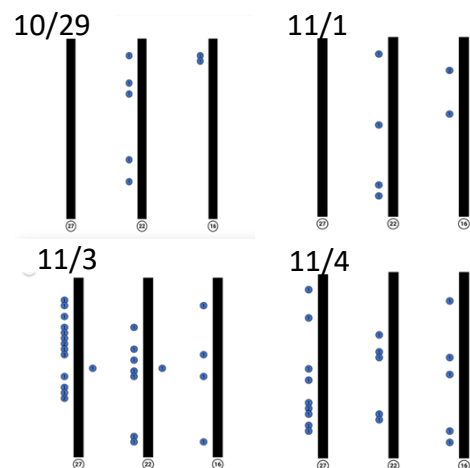


図6 出蕾数カウントの結果表示例(時系列推移)

今後の課題

- イチゴの数量カウント自動測定時間の短縮化
- 果実成熟前の段階での検知精度の向上

(実証項目別成果②) 自走式ロボットとAIを活用した病害診断

取組概要

○ 自走式ロボット「FARBOT」により得られた画像を使用し、AI解析で果実のうどんこ病(図7)を早期に発見し、検出箇所を提示する病害診断システムを構築する(図8)。実証項目④との関係により、農薬使用量30%削減を実現する。

○ 現地で病害未発生のため、農研機構内ハウスで病害を発生させ、AI学習用画像を取得して、検知率向上を図る。

(使用機器) 自走式ロボット「FARBOT」、病害診断システム

(実証面積) 慣行区:10a 実証区:30a



図7 うどんこ病罹病果実

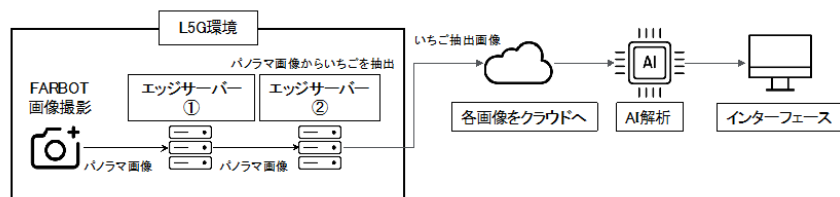


図8 イチゴ病害診断システムの概要

実証結果

○ 現地では実証期間中にうどんこ病の発生が見られなかったため、うどんこ病の早期検知による農薬使用量削減効果の評価できなかった。

○ 農研機構内ハウスで病害イチゴのAI検知を行った結果、94%の正答率が得られ(表2)、高精度化が実現した。したがって、現地でうどんこ病が発生して適期かつ効率的に防除作業ができれば、農薬使用量削減につながるものと想定された。

表2 イチゴの病害診断AI検知率の状況

年度	令和3年度	令和4年度
正答数	331	2,463
同率	91%	94%
非検出数	27	83
同率	7%	3%
誤認識数	4	84
同率	1%	3%
合計数	362	2,630

今後の課題

○ 複数病害の検知・診断

(実証項目別成果③) ハウス内のイチゴの見える化による来園者誘導

取組概要

- 高精細4Kカメラ(図9)とAI解析を用いて人物検知・位置推定を行い、ハウス内の密状況を見える化するシステムを実証する。
- AI解析結果とイチゴ数量カウント情報(実証項目①)を組み合わせることで、ハウス内の食べ頃イチゴが多くある場所を見える化し(図10)、来園者を誘導するシステムを実証する。
- 以上の実証と来園者アンケート調査結果を総合して、来園者グループ間距離2m以上の実現、ならびに集客数5000人/年以上の目標度合を検証する。

(使用機器) 密検知・来園者誘導システム、4Kカメラ、タブレットモニター

(実証面積) 慣行区: 10a 実証区: 30a

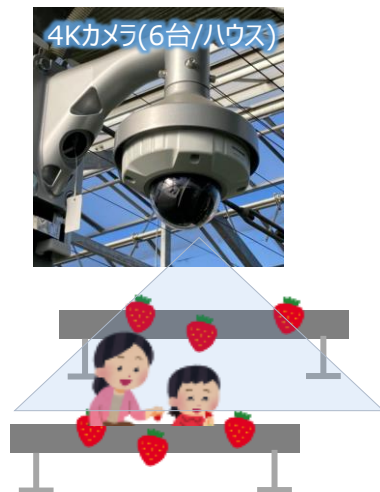


図9 高精細4Kカメラによる人物検知の概略

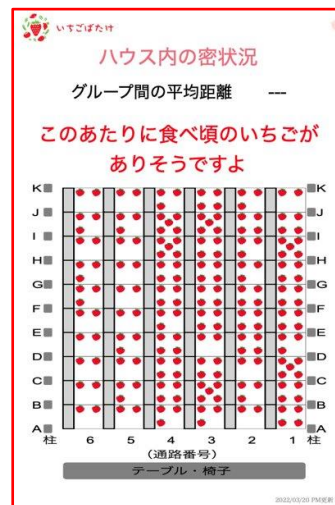


図10 イチゴ見える化のモニタ表示例

実証結果

- AIのロジック改善等により、現地での人物検知・位置推定精度90%を達成した(表3)。
- 来園者のグループ間距離は3.5m以上であったが、人数制限の状況下のためモニタ設置による三密回避効果は不明確であった。
- 来園者アンケート調査でリピート希望の新規顧客のうち、一定数がその理由として「イチゴの位置が分かりやすい」、「コロナ対策がしっかりされている」と回答し(図11)、本システムが集客数増加に有効であり、次年度来園者が今年度より32%増加する見込みが得られた。

表3 人物検知率の検証結果

人物検知	前年度		今年度	
	区画数	検知率	区画数	検知率
検知	36	81.8%	50	100.0%
正解	24	54.5%	45	90.0%
位置ずれ	12	27.3%	5	10.0%
非検知	8	18.2%	0	0.0%
合計	44	100.0%	50	100.0%

またいちご畑花園に来園したいですか？ (新規来園者のみ抜粋)
また来園したい理由について教えてください(複数回答可) (新規来園者のみ抜粋)

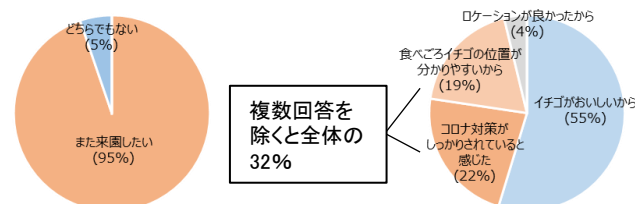


図11 来園のリピート希望に関するアンケート結果

今後の課題

- ローカル5G整備・維持経費の低廉化

(実証項目別成果④) 各種環境・作業データの活用によるデータ駆動型農業

取組概要

- 営農管理システム(図12)を導入し、ハウス内環境情報を取得して生産者の栽培管理に役立てることにより、管理作業時間を削減する。
- 50mメッシュ気象データ(図13)およびハウス内気温データ、4Dマッピング(実証項目①)より得られる出蓄データを用いて、イチゴの成熟時期・果実数を予測するシステムを実証する。
- 適時制御の局所CO₂施用装置(図14)を導入し、生育・収量向上、CO₂発生源燃料費削減効果を実証する。
- UV-B照射LED光源(図15)を導入し、病虫害防除効果を示して、観光農園において重要となる農薬使用量削減を実証する。

(使用機器) 営農管理システム「みどりクラウド」、50mメッシュ気象情報システム、適時制御局所CO₂施用装置、UV-B照射LED光源

(実証面積) 慣行区: 10a 実証区: 30a



図12 営農管理システム設置状況



図13 50mメッシュデータ取得画面



図14 局所CO₂施用装置設置状況

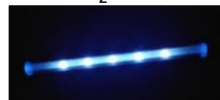


図15 UV-B照射LED光源

実証結果

- 生産者も十分ノウハウを有していたことから、営農管理システムによる生育管理作業時間の削減には至らなかった。
- イチゴの成熟時期・果実数予測システムを開発し、誤差2~5日程度で予測が可能であることを実証して特許出願した。
- 調査期間における局所CO₂施用による収量は、局所CO₂施用をしない場合と比較して約18%増加した(図16)。CO₂発生源燃料費は、適時制御無しの場合に比べ13.3%減と見込まれた。
- 9月から2月上旬の防除作業において、慣行区と比較して27%農薬使用量を削減した(図17)。

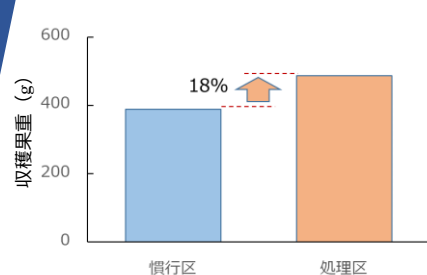


図16 収穫果重の比較
2023年1月15日~25日(各区10株)

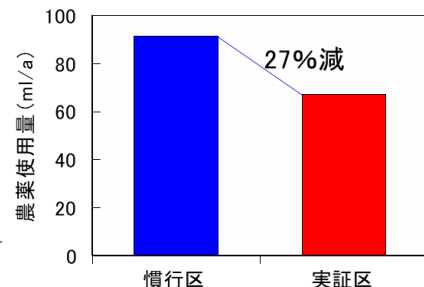


図17 面積当たり農薬使用量の比較

今後の課題

- ハウス内温度予測に必要な情報の自動取得
- 局所CO₂施用条件の最適化、設置マニュアルの整備

(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
2	病虫害診断	AI病害診断	複数病害の検知が必要
3	観光農園	残数・位置推定AI	カメラ台数・配置の最適化が必要
3	観光農園	残数・位置推定AI	エリア外機器の事前学習が必要
3	観光農園	残数・位置推定AI	新機材導入時の画角調整が必要
4	育成	メッシュ気象情報	予測に必要な情報の自動取得が必要
4	育成	局所CO ₂ 施用	設置マニュアルが必要

○ 問い合わせ先

機関名：農研機構中日本農業研究センター

<https://www.naro.go.jp/laboratory/carc/inquiry/index.html>

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>