

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）

Wi-Fi HaLowおよびWi-Fi6Eを活用したIoT/AIによる 農作業自動化システムの構築実証 成果報告書

2025年3月14日

株式会社アリオンシステム

成果報告書 目次

I. 地域の現状と課題認識			
1. 地域の現状	…P2		
2. 地域の抱えている課題	…P3		
3. これまでの取組状況	…P4		
II. 目指す姿			
1. 将来的な目指す姿	…P5		
2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…P6		
3. 成果（アウトカム）指標			
a. ロジックツリー	…P7		
b. 成果（アウトカム）指標の設定	…P8		
III. ソリューション			
1. ソリューションの概要	…P10		
2. ネットワーク・システム構成			
a. ネットワーク・システム構成図	…P19		
b. 設置場所・基地局等	…P23		
c. 設備・機器等の概要	…P24		
d. 許認可等の状況	…P25		
3. ソリューション等の採用理由			
a. 地域課題への有効性	…P26		
b. ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	…P29		
c. 無線通信技術の優位性	…P30		
4. 費用対効果			
a. ソリューションの費用対効果	…P31		
b. 導入・運用コスト引き下げの工夫	…P34		
IV. 実施計画			
1. 計画概要	…P35		
2. 検証項目・方法		実証	
a. 効果検証	…P36		
b. 技術検証	…P37		
c. 運用検証	…P38		
3. スケジュール	…P39		
4. リスクと対応策	…P40		
5. PDCAの実施方法	…P41	実証・実装・ 横展開	
6. 実施体制	…P42		
V. 結果・考察（実証結果と実装・横展開に向けた準備）			
1. スケジュール（実績）	…P43		
2. 検証項目ごとの結果	…P44		
3. 実装・横展開に向けた準備状況	…P85		
4. 実装・横展開に向けた課題および対応策	…P88		
5. （参考）実証視察会			
a. 概要	…P90		
b. 質問事項と対応方針	…P91		
VI. 実装・横展開の計画			
1. 実装の計画			
a. 実装に向けた具体的計画	…P92		
b. 実装の体制	…P93		
c. ソリューション（変更点）	…P94		
2. 横展開の計画			
a. 横展開に向けた具体的計画	…P102		
b. 横展開の体制	…P103		
c. ビジネスモデル	…P104		
d. 投資の妥当性	…P105		
3. 資金計画	…P116		
VII. 指摘事項に対する反映状況			
1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況	…P117		
2. 書面審査での指摘事項に対する反映状況	…P118		

① 地域の現状

福岡県直方市

特徴

直方市は明治期の石炭産業の発展により、石炭の集積地として栄え、現在は工業、商業、農業がバランスよく発展しています。

人口

総数

54,978人 (2024年5月)

構成

0～14歳: 6,842人
15～64歳: 29,739人
65歳～: 18,374人

主要産業

農業（米、いちご、ブドウ）
鉄工業、機械工業、自動車産業
小売業（中心部に4つの商店街）

地域の現状の詳細

内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

A 農家数・農業人口の減少

- 直方市の農家数は2000年には796戸あったが、2020年には404戸と半減した。
- また農業人口も2000年には3,256人いたが、2020年には1,500人を下回り50%以下となっている。

年	農家数(戸)	農業人口(人)
平成12年	796	3,256
17年	700	2,523
22年	620	-
27年	527	-
令和2年	404	1,500

※平成22年以降人口データなし

B 高齢化の進展

- 2000年時点の直方市の農業従事者の平均年齢は53.5歳だったが、2020年時点では62.5歳と9歳も高齢化した。また2020年時点の直方市の農業従事者の65歳以上の高齢人口は28%から49%へと大幅に増加しており、生産年齢人口の割合の減少が顕著になっている。

年	年少人口(～14歳)	生産年齢人口(15歳～64歳)	高齢人口(65歳以上)
2000年	11%	61%	28%
2020年	5%	46%	49%

C 高収益農業への転換

- 認定農業者を中心に、水稻を軸とした経営から収益性の高い園芸作物を取り入れた経営への移行が進められ、安定的な経営モデルとして定着している。特にいちごの収穫面積は2000年と比較し、2020年には10倍になっており、直方市では2番目に大きい収穫面積を有している。しかし、収入を得るまでの技術を獲得するまでには、生産経験の豊富さによるところが大きく、新規就農を目指す者の参入障壁となっている。

作物	面積
キャベツ	780
いちご	433
玉ねぎ	173
ほうれん草	155
白菜	124
その他	786

② 地域の抱えている課題

課題

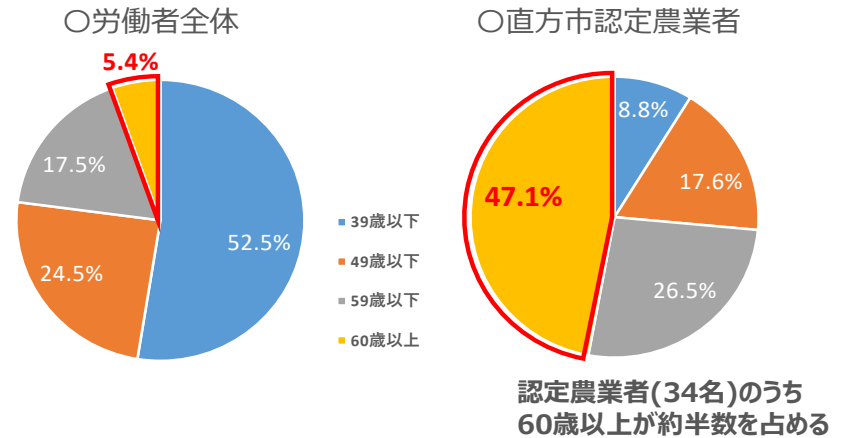
対象者

内容

- a ビニールハウスで園芸作物（いちご）の栽培を営む農業従事者
- 【高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】
- 直方市の年齢階級別の労働者の割合において、60歳以上の割合は、労働者全体では5.4%であるが、直方市認定農業者における60歳以上の割合は47.1%であり、農業従事者の高齢化が他分野に比べて深刻である。
 - 高収益が見込めるいちごは、収穫面積を増やしてきたが、一方で作業負担が大きく、農業従事者は拘束時間も長い。そのため生産を補助する作業員の確保をする必要がある。また、いちごは繊細な作物であり、ビニールハウス内の環境の変化によって、育成状況や収穫量に大きな差を生じてしまうため、こまめに現地に足を運んで、ビニールハウス内の環境を確認する必要がある。
 - いちごの収穫は、日中ではなく、太陽が出る前の早朝から始める場合が多く、農業従事者にとっては大きな負担となっている。また、収穫には多くの人手を要するため、人材確保も課題となっている。
- 【熟練技術の必要性】
- 水やりのタイミング等、いちごの栽培には長年にわたって蓄積された勘や経験、熟練の技術が必要であり、就農後、収益化するのに長い時間を要する。そのため若い人が就農する際の障壁になっている。
- 【害獣や盗難による被害】
- 害獣による被害、盗難などが発生しやすい夜間など、農業従事者が常にハウス内の状況を監視することは難しく、このような被害の対策が急務である。

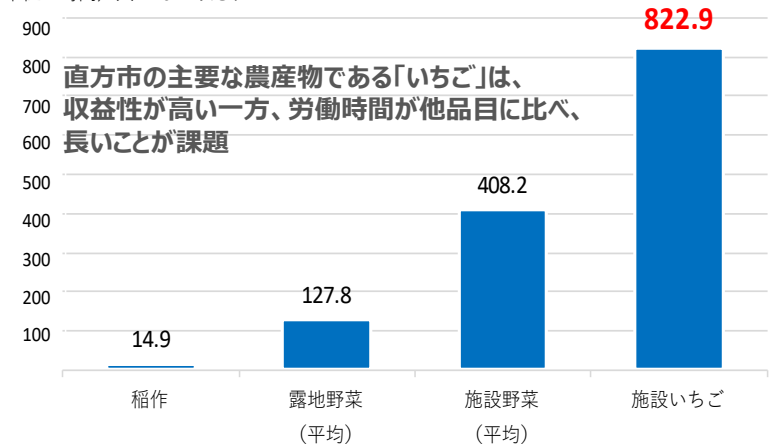
イメージ

年齢階級別労働者の割合



作業部門別労働時間

単位：時間／人・10 a あたり



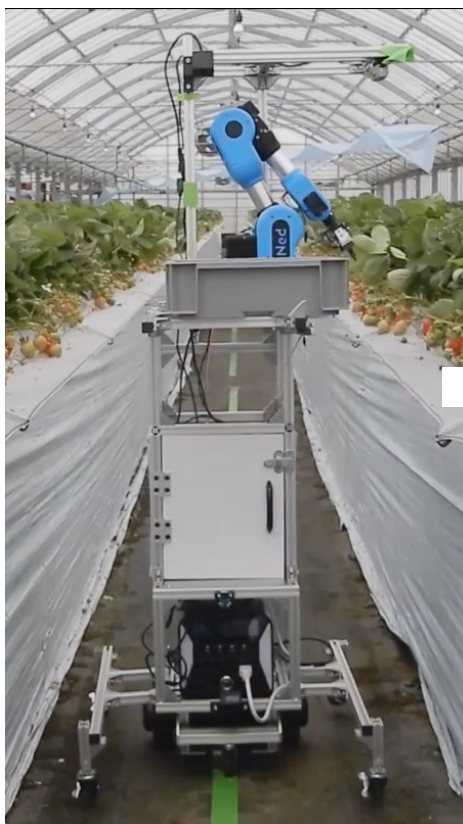
③ これまでの取組状況

	2021年度	2022～2023年度
取組概要	直方市の支援を受け、いちごを生産するビニールハウス内の遠隔環境状態確認と遠隔設備制御のシステム開発、ならびにAIを用いてカメラ画像を解析することによりいちごの成熟度の識別精度を検証した。	前年度の成果を踏まえ、AIによる成熟度判定機能と自動走行機能を搭載したいちごの自動収穫ロボットの開発を行った。 また、遠隔環境状態確認と遠隔設備制御のシステムの実装後の運用状況を観察して新たな技術的課題点等を把握すること、および横展開（ビジネス化）における課題の把握をおこなった。
成果	● 作業工数削減の効果 農業従事者が遠隔環境状態確認と遠隔設備制御をスマートフォンを使ってできるようになり作業工数の削減が実現できた。 ● いちご育成の熟練技能を反映できるシステムを構築 いちご育成のために必要なハウス設備のON/OFF制御を農業従事者がスマートフォンから反映できるようになった	● いちご収穫における熟練技能の代替となるAI熟度判定技術の確立 収穫ロボットから送信された画像からいちごの検出、成熟度判定を行い収穫する対象の判定に成功し、AIモデルを構築することができた
見えてきた課題	● システム導入コストの低減化が必要 無線ネットワーク構成により、遠隔環境状態確認と遠隔設備制御のソリューションが導入面において高コストである。横展開時にはこれらのコスト低減化が求められた。 →Wi-Fi4の通信距離を伸ばすために、農園内2か所に建柱、指向性アンテナ、Wi-Fiリピーター等の設置が必要であり、高コストである。 ● システムにおける更なる機能追加が必要 高単価のいちごは、盗難や獣害被害のリスクが高く、ハウス自体の人的なセキュリティ対策も限界があるため、農業従事者より、防犯と獣害による被害を抑制するITソリューションの提供が求められた。	● システム運用コストの低減化が必要 LPWA(LoRa)の通信不具合発生時に、IOモジュール等のデバイスの現地での切り分け作業や確認が必要であり、運用面において高コストである。横展開時にはこれらのコスト低減化が求められた。 →LPWA(LoRa)方式ではデバイスの不具合を遠隔から切り分けすることが難しいため、現地で状況を確認する必要があり、高コストである。 ● システムにおける更なる品質向上が必要 収穫対象となるいちごのAI判定の確度をさらに高めることが必要なこと、手摘みと比較し、ロボットアームの動作スピードや正確性の向上が必要であることが明らかになった。
事業名	直方市先進的IT技術実証事業補助金（直方市）	直方市先進的IT技術実証事業補助金（直方市）

Ⅱ 目指す姿

① 将来的に目指す姿

- 【課題：高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】… いちご自動収穫ソリューション、防犯・害獣対策ソリューション
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション、ハウス設備自動制御システムソリューション
ビニールハウス環境の遠隔確認・自動制御の実現による生産にかかる労働時間の削減（ビニールハウス確認のための巡回回数の削減）
自動収穫ロボットの実現による収穫作業の負担軽減（人手を必要としない夜間の収穫作業の実現）
- 【課題：熟練技術の必要性】… ハウス設備自動制御システムソリューション
いちご栽培に関するデータを活用したハウス設備の自動制御による生産の最適化及び高収益化（ノウハウの形式知化による新規就農者の増加、参入障壁の解消、ベテラン農家が持つ経験値の次世代への承継、農業の支援機関とのデータ連携による支援体制の構築）
- 【課題：害獣や盗難による被害】… 防犯・害獣対策ソリューション
遠隔地から監視可能な防犯・害獣対策の実現による労働負担の削減と損失の回避
- 上記のソリューションを農業従事者が導入しやすいコストで実現し、人件費の削減による高収益化を実現する。



自動収穫ロボットの実現による収穫作業の負担軽減

ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

ハウス設備自動制御システムソリューション

防犯・害獣対策ソリューション

いちご自動収穫ソリューション

労働負担の
軽減

熟練技術の
継承

経費削減に
よる高収益化

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

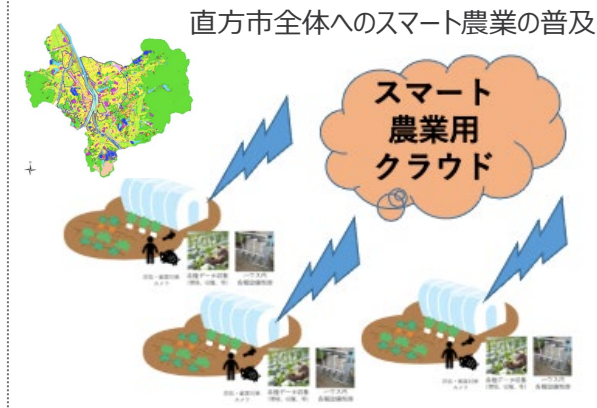
実証



これまでの実証によるスマート農業システムの機能とWi-Fi HaLowおよびWi-Fi6Eによる通信ネットワークを融合させ、効率的で低コスト、省力化された、農業従事者のニーズに応えたシステムの実証を行う。

- スマート農業システムに搭載する4つのソリューションの研究開発
- 実証農場での通信ネットワークの構築実証
- 各種データ活用に関する検証
- マーケティング調査

実装・横展開



実証成果を踏まえた製品・サービスおよび継続的な運用体制を確立する。また、実証で検証した各種データの有効な活用方法等（各機関との連携）を具体化し、他者との差別化を図った上でサービスを展開する。

- 製品・サービスの完成、ビジネスモデル策定
- 継続的なサービス運用体制の構築
- 直方市(行政)による支援体制の構築
- 複数の自治体による推進体制の検討
- 他地域への横展開（サービス体制の構築）
- 自動収穫ロボットの開発（継続）

福岡県全体でのスマート農業の展開



全国的なサービスとして展開するため、福岡県全体でのサービス導入を目標とする。また複数の農家や行政機関、研究機関と連携し、データ活用による次世代型の生産支援モデルの構築とその展開を図る。

- 広域(福岡県全体)でのサービス展開
- 持続的なサービス提供体制の実現
- 行政機関や研究機関等とデータ連携した次世代型の生産支援モデルの構築
- 自動収穫ロボットの開発
(2027年リリース目標)

③ 成果 (アウトカム) 指標

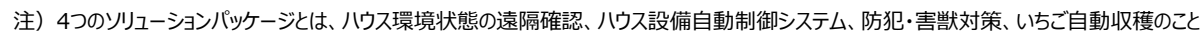
 :目標の方向性 (増減)

 :実装・横展開の成果指標

 :実証の成果指標

 :灌水設備のみを対象とするため実証不
要

 :いちご農家のみを対象とするため実証対象外



Ⅱ 目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

b. 成果（アウトカム）指標の設定：実装・横展開（1/2）

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
ハウス手動設備制御にかかる工数 （対象：灌水設備）	20h/月	0h/月	3日1回2h実施している手動設備操作作業（イチゴ農家へのヒアリング値）がシステム利用により工数が0となる	遠隔設備制御の回数をカウントとヒアリング確認
ハウス環境状態確認にかかる工数	30h/月	0h/月	1日1回1h実施しているハウス環境状態確認（イチゴ農家へのヒアリング値）がシステム利用により工数が0となる	ハウス環境状態表示ページを1日1回以上、表示した日数のカウント
いちご収穫に必要な工数	120h/月	30h/月	いちご収穫ロボットを導入したレーンにおいて、1レーンあたりいちご収穫ロボットでの目標収穫率70%が達成されたとして、残り30%を収穫するのに必要な人数をヒアリングした結果、この数値を目標値とする。	いちご農家へのヒアリングにより削減できた人員稼働数をカウント
栽培データの活用農家数	0件	2025年 2件	4つのソリューションパッケージから得られた栽培データを活用する農家数	いちご農家へのヒアリング
農作物の被害頻度	数回/年	0回/年	農作物の被害がないことを目標とする	いちご農家へのヒアリングにより被害をカウント
定期見回りの頻度	30h/月	0h/月	1日1回1h実施している定期見回り確認（イチゴ農家へのヒアリング値）がシステム利用により頻度が0となる	いちご農家へのヒアリング
4つのソリューション パッケージの販売コスト	最小構成システム導入費 ：180万円 イチゴロボット導入費 ：700万円 上記使用料＋保守費 ：年間12万円	最小構成システム導入費 ：150万円 イチゴロボット導入費 ：400万円 上記使用料＋保守費 ：年間8.4万円	【実施計画書④費用対効果 b. 導入・運用コスト引き下げの工夫】に加え、導入コストについて実施されたアンケートの結果に基づき価格を精査・決定する。	農家へのアンケートの実施
公的支援機関による 1農家あたりの農業指導回数	なし	1回/年	共有された育成データを使用して1回以上の農業指導が行われることを目標とする	いちご農家での指導実施回数のヒアリング

II 目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

b. 成果（アウトカム）指標の設定：実装・横展開（2/2）

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
農家あたり いちごの収量増	100%	125%	いちご育成促進装置の実証数値（4回の実つけが5回の実つけになる）を基に目標値を設定する	いちご農家でのヒアリング
いちご栽培の工数減	灌水制御作業：20h 環境確認作業：30h イチゴ収穫作業：120h 防犯見回り作業：30h	灌水制御作業：0h 環境確認作業：0h イチゴ収穫作業：30h 防犯見回り作業：0h	4つのソリューションパッケージ導入における各作業の削減工数の数値を目標とする。	いちご農家でのヒアリング
熟練技術の承継による 事業の継続件数	0	0+α	離農しないために、熟練技術の継承件数を増加させることを事目標とする。	自治体農業担当課へのヒアリング
害獣や盗難による 被害額	100,000円/年	0円/年	農作物の被害金額を0円とする	いちご農家へのヒアリング により被害金額をカウント
4つのソリューションパッケージの 農家への提供件数	0件	2025年 実装 2件 新規導入 3件	実証実験で協力いただいた2農園を完全実装化させるとともに、新たに3件の農園に対し新規導入する	実際に4つのソリューション パッケージを導入できた農 家の数をカウント
いちご農家現在数	9	9	自治体の農業担当課が把握するいちご栽培に従事する農家数を維持することを目標とする。	自治体農業担当課へのヒアリング
いちご農家 新規就農数	0	1名増/年	新規就農者で1名以上が4つのソリューションパッケージを導入するか、共有された育成データを使用した指導を受けたことを目標とする	実証主体による営業成果 及び自治体農業担当課 へのヒアリング
いちご農家 農家数	9	9+α	自治体の農業担当課が把握するいちご栽培に従事する農家数を維持もしくは増加することを目標とする。	自治体農業担当課へのヒアリング

II 目指す姿

③ 成果（アウトカム）指標

b. 成果（アウトカム）指標の設定：本実証

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
いちご育成促進装置による収穫回数	4回	5回	いちご育成促進装置の実証数値（4回の実つけが5回の実つけになる）を目標値とする	いちご農家でのヒアリングでカウント
ハウス設備自動制御システムの精度(対象：灌水設備)	なし	遠隔から操作した際に100%動作する	遠隔制御による操作がエラーなく出来ることを目標とする。	ハウス設備自動制御システムのログを確認といちご農家でのヒアリング確認
ハウス環境状態の遠隔確認の精度	なし	遠隔から操作した際に100%確認できる	遠隔から操作した際にハウス環境状態の確認をエラーなく出来ることを目標とする。	ハウス環境状態システムのログを確認といちご農家でのヒアリング確認
いちご自動収穫ロボットの収穫精度	なし	1レーンあたりの収穫すべきいちごの約70%を収穫する。	収穫対象のうち、葉の裏などに隠れているものが3割ほど存在する。将来的に農家のいちごの収穫稼働を約7割削減できる自動収穫システムを目指す。	ロボットによる収穫個数、および収穫できなかった個数を目でカウント
防犯・害獣対策カメラ確認の精度	なし	遠隔から操作した際に100%確認できる	遠隔から操作した際にカメラ画像の確認をエラーなく出来ることを目標とする。	防犯・害獣対策カメラシステムのログを確認といちご農家でのヒアリング確認
農業関係者へのマーケティング調査	なし	2件	農業関係者へ導入コストにおけるアンケート及びヒアリングを実施する	農業関係者からのアンケート及びヒアリングシート枚数をカウント
4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合	なし	100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。	クラウドシステムにて栽培データを公的支援機関に共有できるAPIを準備する。	公的支援機関に育成指導をしてもらうために必要なデータの提供ができるかできないかで判断

①ソリューションの概要

ソリューションの概要

ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②各農家単位で、それぞれ1台の専用ゲートウェイ装置を設置する
- ③いちご育成に必要な環境データを収集するために各農家には育成管理上必要な各種環境センサーを取り付ける
- ④環境センサーで取得されたデータ（以降、環境データ）はリモートIO装置を介してWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)により専用ゲートウェイ装置に送信して収集する
- ⑤環境データは共有インターネット接続回線を介してインターネット上のクラウドサーバに送られ、クラウドサーバ上に構築されたダッシュボードに表示する
- ⑥各農家のオーナーはインターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードの環境データを閲覧し、いつでもどこでもビニールハウスの状況を把握可能とする

本ソリューションに必要となるハウス側のネットワークシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション」のシステム概略については

【別紙2】をご参照ください

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- ハウス環境状態の遠隔確認の精度：遠隔から操作した際に100%確認出来る
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする

定性アウトカム

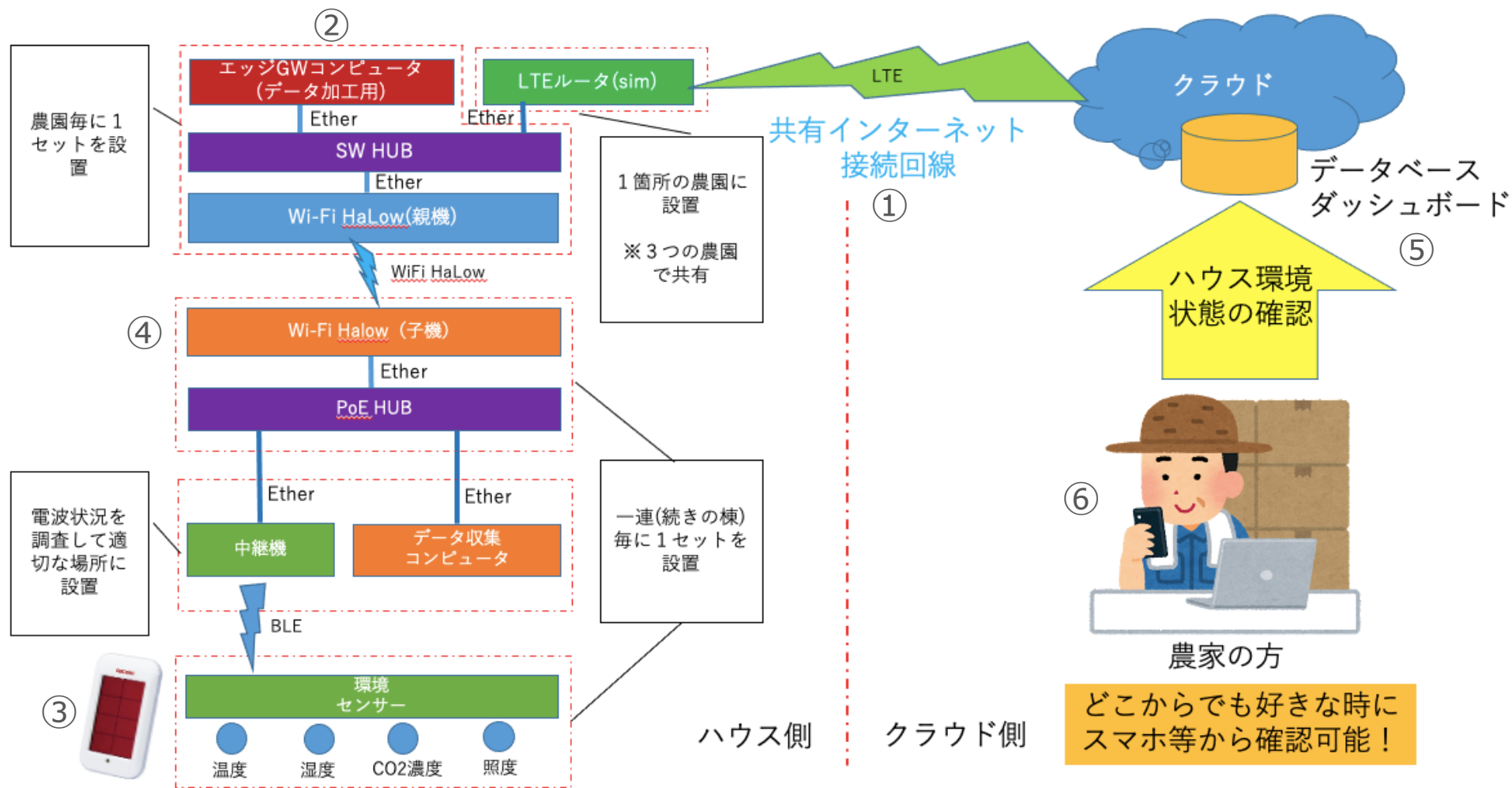
- 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの環境状態を確認するためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

①ソリューションの概要

【別紙2】ハウス環境状態の遠隔確認ソリューションのシステム概略図



①ソリューションの概要

ソリューションの概要

ハウス設備自動制御システムソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②クラウドに収集された環境データを基に、予め決められたルールに基づいてハウス内の設備をクラウドサーバから自動で制御できるようにする
- ③ハウス内設備の自動制御をおこなうための制御信号は、クラウドサーバから共有インターネット接続回線を介して、ハウスの専用ゲートウェイ装置に送られる
- ④専用ゲートウェイ装置はWi-Fi HaLow（IEEE802.11ah）を使ってリモートIO装置に制御信号を送信し、設備のリレー制御をおこなう。
- ⑤各農家のオーナーはハウスにいたることなくクラウドサーバ上のダッシュボードの設定をおこない、いちごの栽培に最適な設備（灌水装置・育成促進装置）の制御が可能となる

本ソリューションに必要なハウス側のネットワークシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「ハウス灌水自動制御ソリューション」のシステム概略については【別紙3】をご参照ください

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- いちご育成促進装置による収穫回数：5回
- ハウス設備自動制御システムの精度（対象：灌水設備）：遠隔から操作した際に100%動作する
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

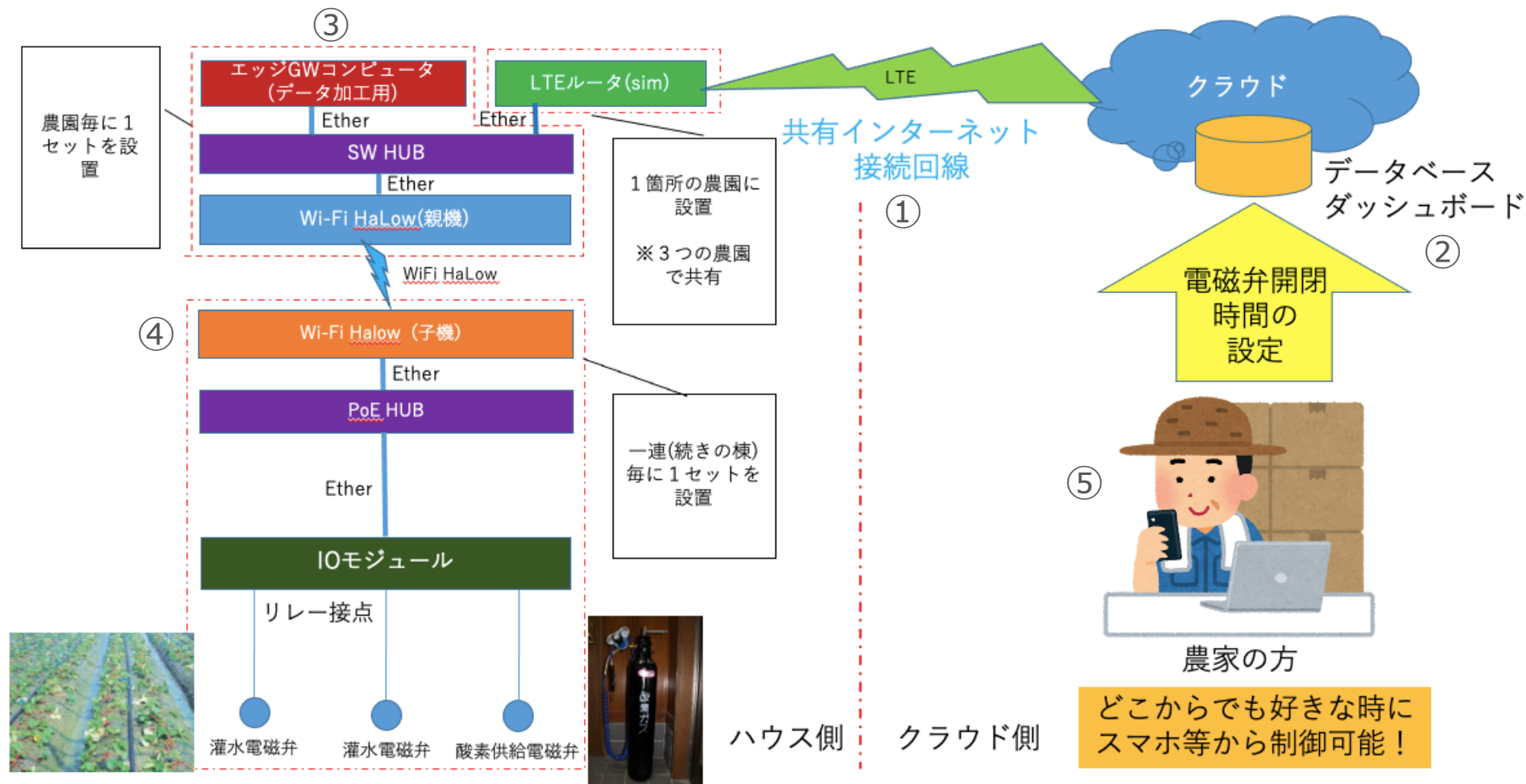
- 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの灌水装置、および育成促進装置の操作のためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

①ソリューションの概要

【別紙3】ハウス灌水自動制御システムソリューションのシステム概略図



①ソリューションの概要

ソリューションの概要

防犯・害獣対策ソリューション

- ①いちごハウスの盗難防止、害獣対策、およびいちごの育成状況の遠隔把握のために、ハウスの複数個所にカメラを設置する
- ②Wi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)によりカメラの静止画像を1か所に集めて、エッジAI装置によりカメラの静止画像を基に人物や野生動物を検知する。
- ③共有インターネット接続回線を介してクラウドに検知画像と検知信号を送信する
- ④クラウドサーバは送信された画像を保存すると同時に、メール等の通知手段を使って農家のオーナーに伝達する
- ⑤各農家のオーナーは、インターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードを閲覧する。
これにより、いつでもどこでもハウスに立ち入る人物や野生動物の把握、そしていちごの生育状況を確認することができる。

本ソリューションに必要な防犯・害獣対策カメラシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「防犯・害獣対策カメラソリューション」のシステム概略については【別紙4】をご参照ください

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- 防犯・害獣対策カメラの精度：遠隔から操作した際に100%確認できる
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

- 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。
- 盗難犯罪の抑制ができる。

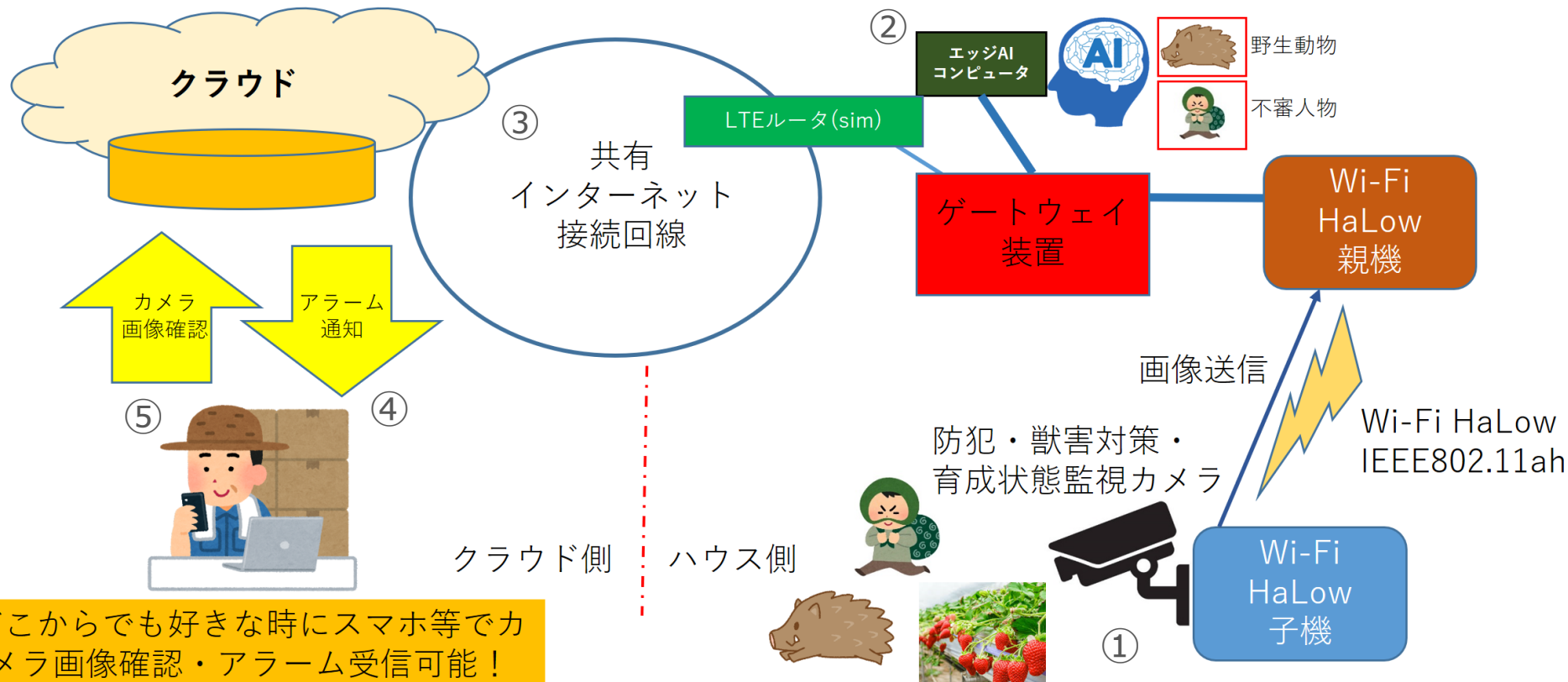
中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの見回りのためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

①ソリューションの概要

【別紙4】 防犯・獣害対策カメラソリューションのシステム概略図

- 農場の複数個所に設置されたカメラで撮影した画像をゲートウェイ装置に送り、エッジコンピュータで画像AIにより不審者や野生動物を検出して農場オーナーに伝える。
- 農場オーナーが遠隔からいちごの育成状況を画像で確認できるようにする。
- 農場オーナーが遠隔からハウス内の環境センサーのデータを確認できるようにする。
- 農場オーナーが設定したルールに基づき、遠隔からハウス内の育成装置類を必要に応じて制御できるようにする。



①ソリューションの概要

ソリューションの概要

いちご自動収穫ソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②成熟したいちごの収穫を行うため、いちごを自動で収穫するロボットを導入する。
- ③いちご自動収穫ロボットは、ロボットに取り付けられたカメラによりいちごを撮影して、その高解像度の撮影画像をWi-Fi6E(IEEE 802.11ax)と共有インターネット接続回線を介してクラウドサーバに送る
- ④農家オーナーは、クラウドサーバのAI画像熟度判別システムに収穫したいいちごの熟度を設定する
- ⑤クラウドサーバのAI画像熟度判別システムは、③で送られてきたいちごの画像データから、いちごの熟度を自動判別し、ダウンリンク経路を使ってロボットに収穫を指示する

本ソリューションに必要ないちご収穫ロボットシステムの供給はKiQ Robotics株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはKiQ Robotics株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「いちご自動収穫ロボットソリューション」のシステム概略については【別紙5】をご参照ください。

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- いちご自動収穫ロボットの収穫精度：1レーンの収穫すべきいちご総数のうち70%以上
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

- いちご収穫の人手不足が解消できる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。
- 人の手に触れずに収穫することで衛生面が向上する。

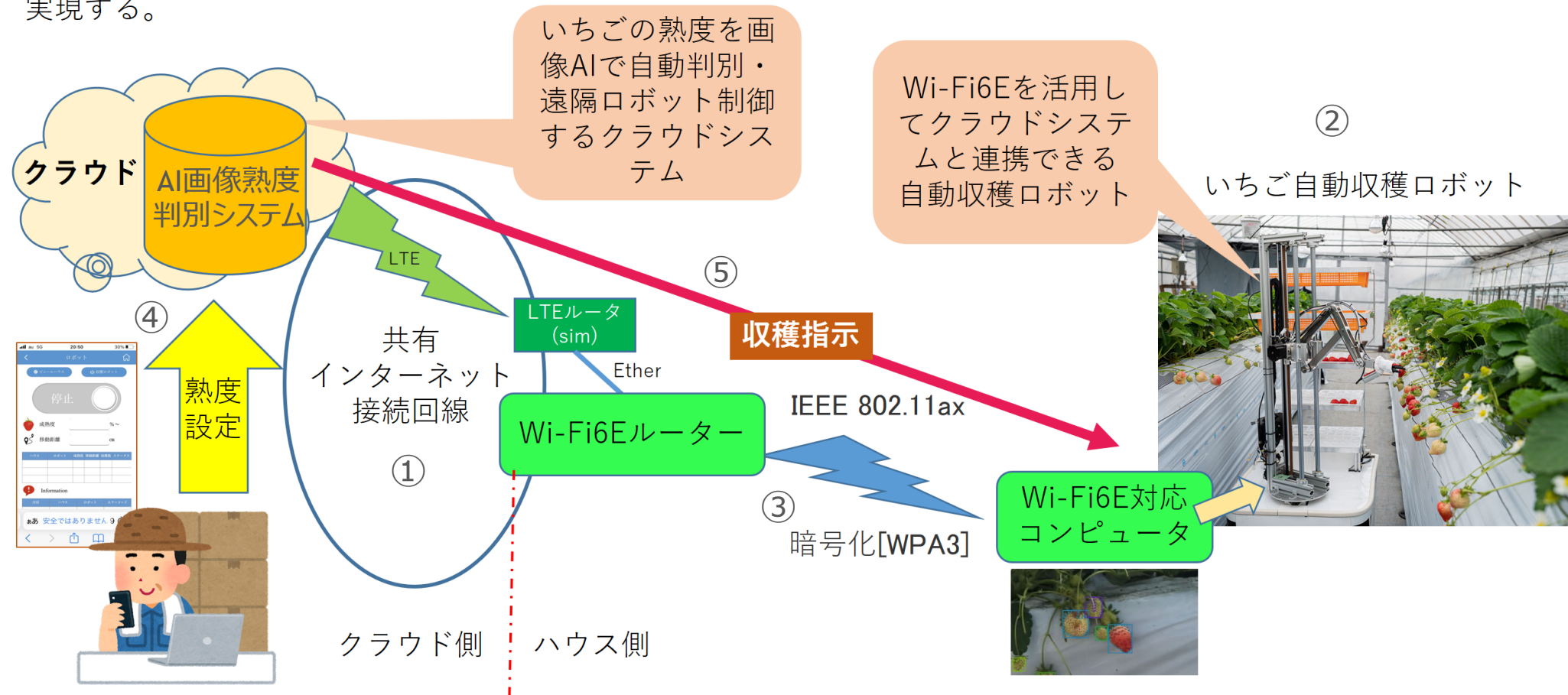
中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - いちごの収穫に必要なスタッフの数を減らすことができ、人材不足の問題を解決できた。重労働から解放された。また、収穫に取られていた時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

①ソリューションの概要

【別紙5】いちご自動収穫ロボットソリューションのシステム概略図

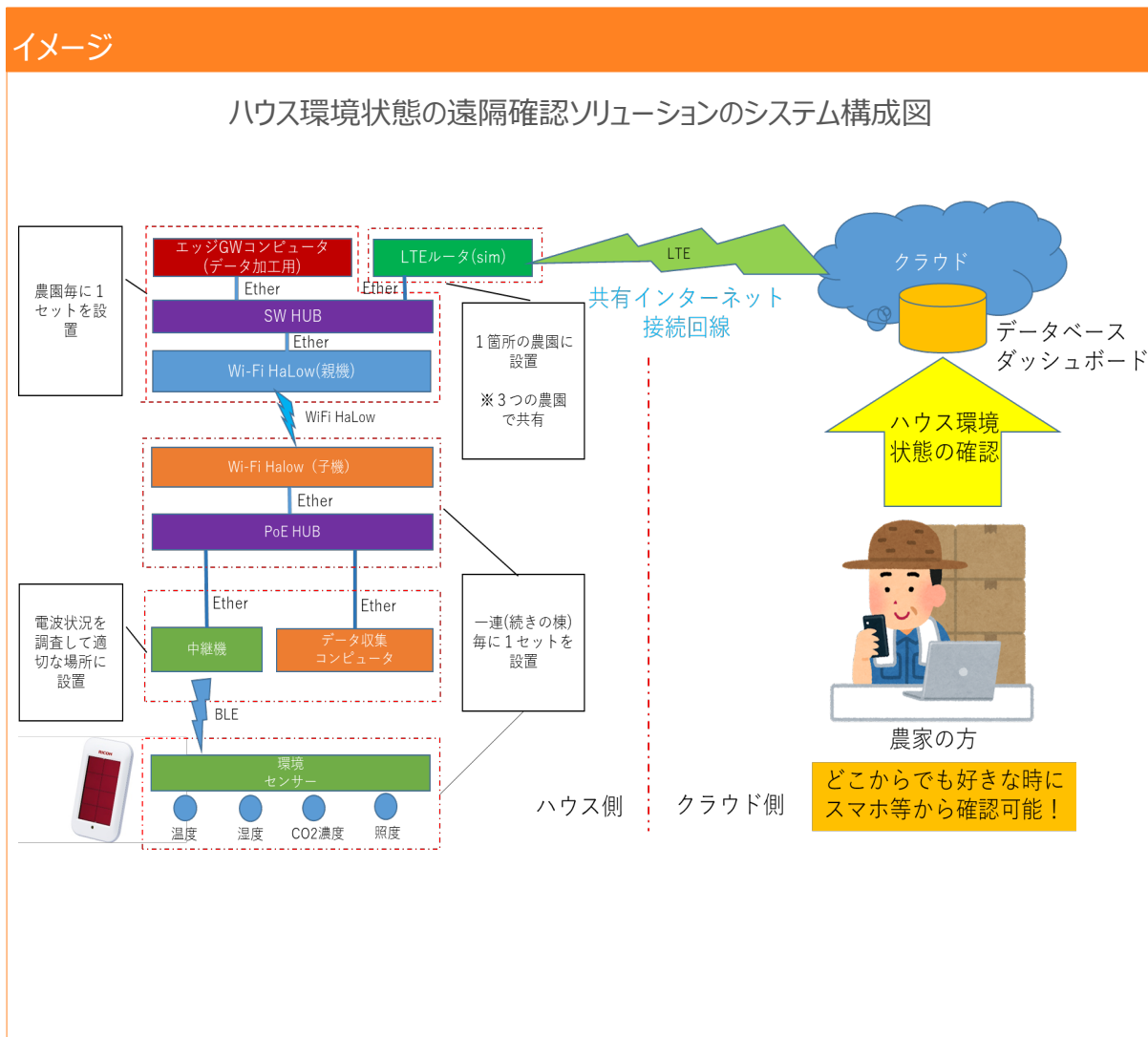
いちご自動収穫ロボットとスマート農業用クラウドを高速無線LAN規格「Wi-Fi6E(IEEE802.11ax)」と共有インターネット接続回線を介して接続することにより、ロボットによるAI画像認識を用いたいちごの自動収穫を実現する。



Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図



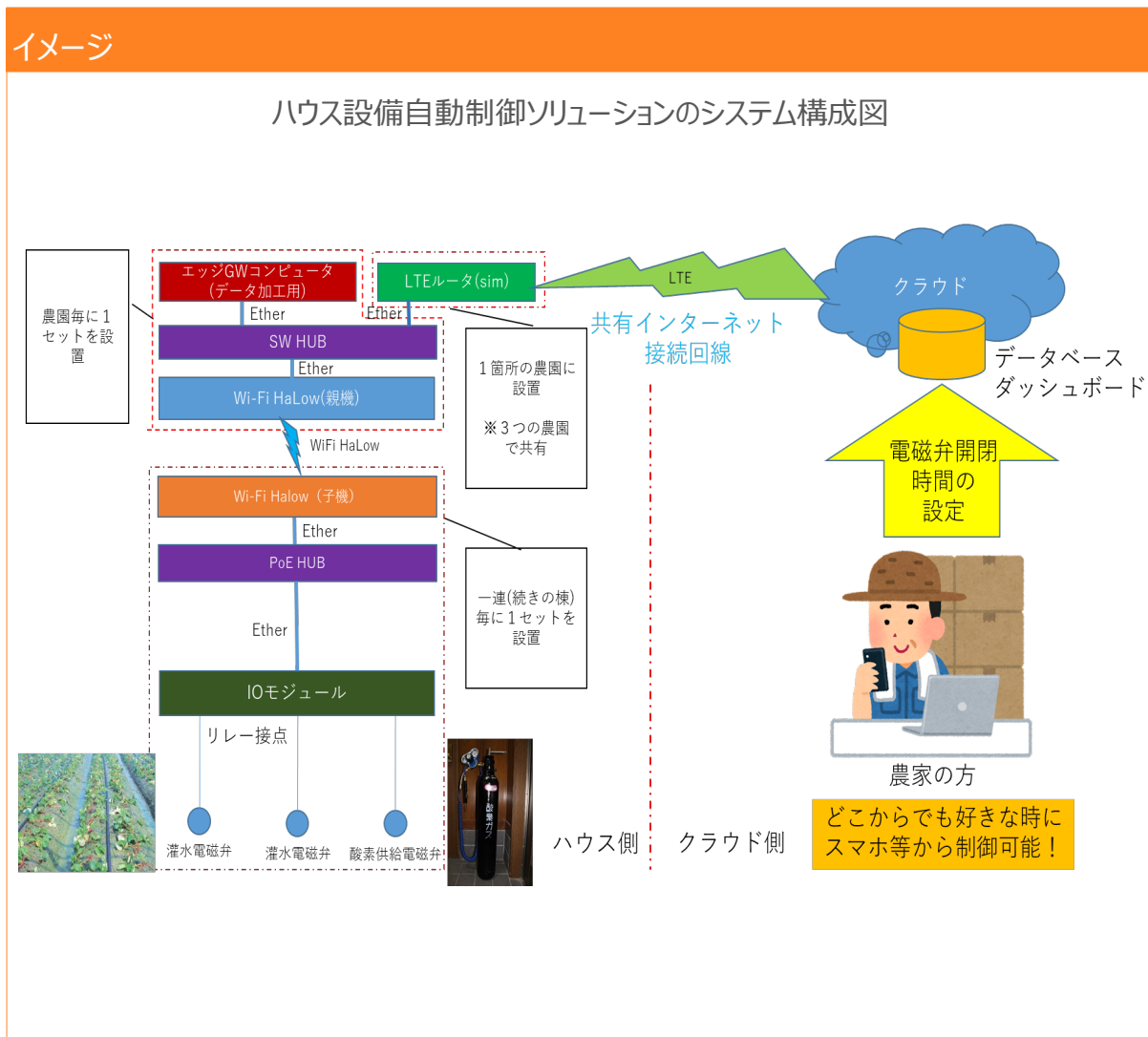
説明

約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける。各農家単位で、それぞれ1台の専用ゲートウェイ装置を設置する。いちご育成に必要な環境データを収集するために各農家には育成管理上必要な各種環境センサーを取り付ける。環境センサーで取得されたデータ（以降、環境データ）はリモートIO装置を介してWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)により専用ゲートウェイ装置に送信して収集する。さらに環境データは共有インターネット接続回線を介してインターネット上のクラウドサーバに送られ、クラウドサーバ上に構築されたダッシュボードに表示される。各農家のオーナーはインターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードの環境データを閲覧することにより、いつでもどこでもビニールハウスの状況を把握できる。

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図



説明

約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける。クラウドに収集された環境データを基に、予め決められたルールに基づいてハウス内の設備をクラウドサーバから自動で制御できるようにする。この設備の自動制御をおこなうための制御信号は、クラウドサーバから共有インターネット接続回線を介して、ハウスの専用ゲートウェイ装置に送られる。専用ゲートウェイ装置はWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)を使ってリモートIO装置に制御信号を送信し、設備のリレー制御をおこなう。これにより各農家のオーナーはハウスにることなくクラウドサーバ上のダッシュボードの設定を行うのみでいちごの栽培に最適な設備（灌水装置・育成促進装置）の制御が可能となる。

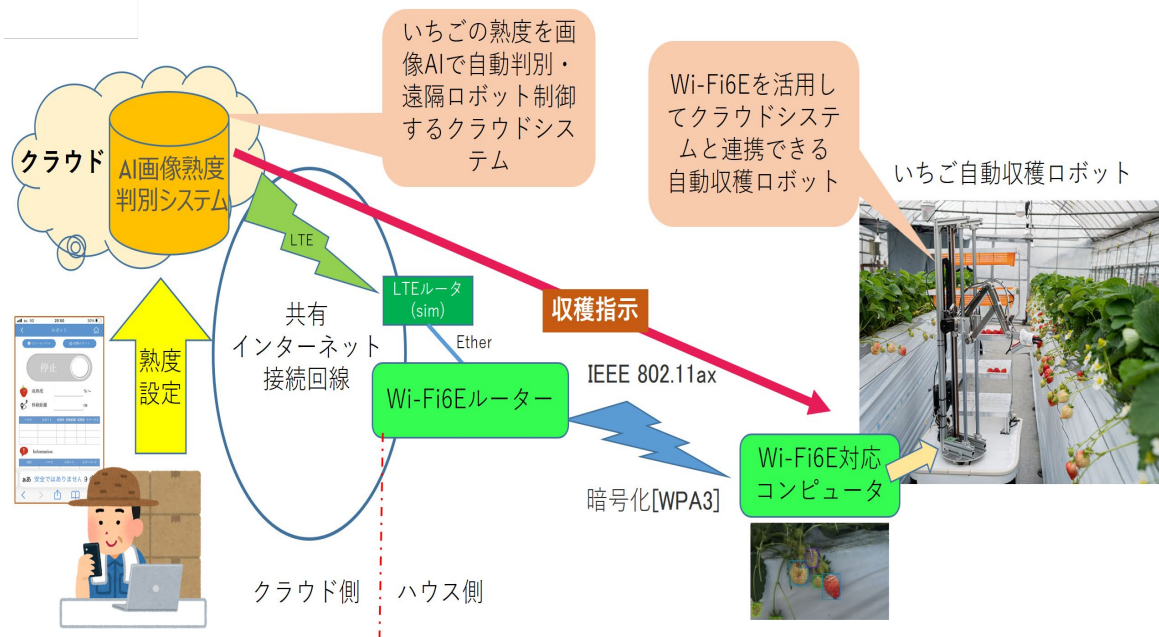
Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ

いちご自動収穫ロボットソリューションのシステム



説明

約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける。成熟したいちごの収穫を行うため、いちごを自動で収穫するロボットを導入する。いちご自動収穫ロボットは、ロボットに取り付けられたカメラによりいちごを撮影して、その高解像度の撮影画像をWi-Fi6E(IEEE 802.11ax)と共有インターネット接続回線を介してクラウドサーバに送り、クラウドサーバのAI画像熟度判別システムがいちごの熟度を自動判別し、ダウンリンク経路を使ってロボットに収穫を指示する。

クラウド側

クラウド

カメラ画像確認

アラーム通知

共有インターネット接続回線

LTEルータ(sim)

エッジAIコンピュータ

ゲートウェイ装置

Wi-Fi HaLow 親機

Wi-Fi HaLow 子機

画像送信

防犯・獣害対策・育成状態監視カメラ

野生動物

不審人物

AI

クラウド側

ハウス側

ここからでも好きな時にスマホ等でカメラ画像確認・アラーム受信可能！

説明

いちごハウスの盗難防止、害獣対策、およびいちごの育成状況の遠隔把握のために、ハウスの複数個所にカメラを設置し、Wi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)によりカメラの静止画像を1か所に集めて、エッジAI装置によりカメラの静止画像を基に人物や野生動物を検知する。そして、共有インターネット接続回線を介してクラウドに検知画像と検知信号を送信する。クラウドサーバは送信された画像を保存すると同時に、メール等の通知手段を使って農家のオーナーに伝達する。各農家のオーナーは、インターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードを閲覧することができる。これにより、いつでもどこでもハウスに立ち入る人物や野生動物の把握、そしていちごの生育状況を確認することができる。

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

- Wi-Fi HaLow基地局（親機設置）
- Wi-Fi HaLow子局（子機設置）
- Wi-Fi6E基地局（Wi-Fi6Eルータ設置）
- いちご自動収穫ロボット設置
- インターネット接続局（LTEルータ設置）
- カメラ設置



説明

Wi-Fi HaLow基地局(親機)、インターネット接続(LTEルータ)を香田農園内に一ヶ所に設置し、香田農園を他2農園の通信のハブ拠点とする。

3農園全てにWi-Fi HaLow子機を設置して、ハウス状態の遠隔確認がおこなえるようにする。
また、香田農園と渡辺農園ではハウス設備の遠隔制御がおこなえるようにする。

いちご自動収穫ロボットは香田農園の高設式いちごハウスで実証をおこなうため、香田農園内の該当ハウスにWi-Fi6Eルータを設置する。

防犯・獣害対策用カメラは3農園すべてに設置して実証がおこなえるようにする。

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
本提案ソリューションは、以下のアンライセンス無線技術を用いるため、許認可は不要。 ✓ IEEE標準規格802.11ah (Wi-Fi HaLow™) ✓ IEEE標準規格802.11ax (Wi-Fi6E)	NA	本提案ソリューションは、以下のアンライセンス無線技術を用いるため、許認可は不要。 ✓ IEEE標準規格802.11ah (Wi-Fi HaLow™) ✓ IEEE標準規格802.11ax (Wi-Fi6E)

③ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
《課題》 【課題：高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】 【課題：熟練技術の必要性】 《課題解決の観点》 ①農作業工数を削減する必要がある ②農作業の熟練技能の代替手段を考える必要がある ③持続可能な農業を目指す必要がある	①農作業工数の削減における有効性 いちごハウスの環境状態を可視化し、またハウス設備の制御が設定できるシステムを構築することで、農業従事者が頻繁に現地にいたり、設備制御の手間をかけることを極力減らすことができる ②農作業の熟練技能の代替手段における有効性 いちごハウスの環境状態を可視化し、またハウス設備の制御が設定できるシステムを構築することで、いちご農家の熟練者のノウハウを継承したり、代替手段として活用することが可能となる ③持続可能な農業における有効性 2022年までに直方市の助成により構築したシステムは通信の上りと下りで異なる無線技術を使っていることによる高コスト構造となっている。今回の実証では、上記の課題を解決できるシステム構成とすることで、実証後の速やかな実装、および横展開（ビジネス化）を可能とする。

ソリューション

ハウス環境状態の遠隔確認・ハウス設備自動制御ソリューション

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
LoRaWANを用いたハウスの遠隔環境状態確認ソリューション	LoRaWANを用いたハウスの遠隔環境状態確認は、環境状態確認（上り通信）のみでは十分だが、ハウス内の設備の安定した遠隔制御（下り通信）が困難である。 通信キャリアのIoT向けsim(LTE-M等)を用いた遠隔環境状態確認ソリューションは、ハウス内の遠隔環境状態確認と遠隔設備制御が可能であるが、simの枚数分のランニングコストが必要となること、通信容量によっては通信料金が高額となることが問題である。
通信キャリアのIoT向けsim(LTE-M等)を用いた遠隔環境状態確認ソリューション	新しい無線技術であるWi-Fi HaLowを用いた本ソリューションは、上りと下りの両方向の通信をWi-Fi HaLowに一元化でき、システムの構成がシンプルとなり、かつ画像データのやりとりも可能となる。 現在課題となっている「ソリューションの導入コスト、運用コストの高さ」を解決でき、横展開が可能となってくる。 ①、②においては他ソリューションを利用して実現は可能だが、特に③の持続可能な農業を目指すためにコスト優位性は重要であり、今回のソリューションに大きく優位性がある。

③ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
《課題》 【課題：高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】 【課題：害獣や盗難による被害】 《課題解決の観点》 ①農作業工数を削減する必要がある ②農作業の熟練技能の代替手段を考える必要がある ③持続可能な農業を目指す必要がある	①農作業工数の削減における有効性 遠隔からハウスに設置されたカメラの画像を確認したり、カメラ画像をもとにエッジAI技術を使って不審者や害獣（イノシシ）を検知して農家オーナーに通知するシステムを構築することで、農業従事者の現地の定期見回り（夜間を含む）の手間を極力減らすことができる ②農作業の熟練技能の代替手段における有効性 本ソリューションは該当しない ③持続可能な農業における有効性 夜間にハウスの見回りをおこなうなど、農家の精神的な負担感を軽減でき、また農業の働き方改革にも寄与できる。 また、アンライセンスバンド（WiFi HaLow）を使うことにより運用コスト面でも有効である。 さらに、今回の実証では害獣としてイノシシを検知するためのAIモデルを適用するが、他の獣害含めた物体の検知が必要な場合は、そのAIモデルをエッジAIコンピュータに適用することで容易に対応が可能であり、将来の汎用性においても有効性がある。

ソリューション 防犯・害獣対策ソリューション	
他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
Webカメラの物体検知機能を用いたソリューション	物体検知機能を持つWebカメラをハウスに設置するソリューションは、人物検知には有効である。しかしながら、特定の害獣を検出する機能はない。また、インターネット接続を必要とするが、有線接続ではその工事費が膨大となり、無線(LTE)接続ではカメラ毎に通信コストがかかるため、カメラ台数が増えることで通信費も膨大となる。 本ソリューションでは、Wi-Fi HaLowを活用することで、ハウス内の1km圏内の複数個所に自由にカメラを設置でき、共有インターネット接続回線の通信費用以外かからない。また、特定の害獣（イノシシ）を検出できることから農家のニーズに対応することができる。 さらには、別の物体検知が必要となった際は、エッジAIコンピュータにそのAIモデルを適用することで、柔軟に機能追加が可能となり汎用性がある。 特定獣害を検知できることから①においての優位性は明らかで、かつ、③の持続可能な農業を目指すためのコスト優位性においても本ソリューションが望ましい。

③ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

ソリューション		いちごの自動収穫ソリューション				
対象の課題	課題解決への有効性	他ソリューションに対する優位性				
《課題》 【課題：高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】 《課題解決の観点》 ①農作業工数を削減する必要がある ②農作業の熟練技能の代替手段を考える必要がある ③持続可能な農業を目指す必要がある	①農業の人手不足は深刻であり、人手不足により農業を継続することをあきらめたり、新規で農業に参入することをあきらめる要因となっている。 特にいちごの収穫時期には、短期間に多くの人手が必要となるが、少子高齢化により年々人手の確保は難しくなっている。 この状況を解消するためには、ロボットによりいちごを自動で収穫することで、収穫に必要な人手を極力減らすことができるため課題の解決が可能となる。	<table><tr><th>名称</th><th>比較</th></tr><tr><td>アルバイト募集によるいちご収穫人員の確保</td><td> いちご収穫期におけるアルバイト募集によるいちご収穫人員の確保は、重労働により避けられる傾向があり、かつ年々確保が難しくなっている。また、いちご収穫はいちごを傷つけずに綺麗に摘むための技量も必要で、短期アルバイトでは技量が安定しないこと、およびスキル教育にも人的稼働を必要とする。 本ソリューションはロボットとAI技術を活用し、将来的に、いちご収穫期における24時間稼働可能とすることで、いちご収穫に必要な人的リソースを削減する。 直方市の助成を受けた現在までの自動収穫ロボット開発において、AIによるいちご熟度判定は良好な結果が得られているが、ロボットの機構において開発の難しさがでてきている。そこで、ロボットのハードウェア部分については既存で開発が進んでいる国内他社製を活用することとし、その他社製収穫ロボットと新しい無線技術Wi-Fi6E、クラウドシステム、および現在まで培ってきたAI技術を連携させることで付加価値の高い自動収穫ロボットを実現する。 </td></tr></table>	名称	比較	アルバイト募集によるいちご収穫人員の確保	いちご収穫期におけるアルバイト募集によるいちご収穫人員の確保は、重労働により避けられる傾向があり、かつ年々確保が難しくなっている。また、いちご収穫はいちごを傷つけずに綺麗に摘むための技量も必要で、短期アルバイトでは技量が安定しないこと、およびスキル教育にも人的稼働を必要とする。 本ソリューションはロボットとAI技術を活用し、将来的に、いちご収穫期における24時間稼働可能とすることで、いちご収穫に必要な人的リソースを削減する。 直方市の助成を受けた現在までの自動収穫ロボット開発において、AIによるいちご熟度判定は良好な結果が得られているが、ロボットの機構において開発の難しさがでてきている。そこで、ロボットのハードウェア部分については既存で開発が進んでいる国内他社製を活用することとし、その他社製収穫ロボットと新しい無線技術Wi-Fi6E、クラウドシステム、および現在まで培ってきたAI技術を連携させることで付加価値の高い自動収穫ロボットを実現する。
名称	比較					
アルバイト募集によるいちご収穫人員の確保	いちご収穫期におけるアルバイト募集によるいちご収穫人員の確保は、重労働により避けられる傾向があり、かつ年々確保が難しくなっている。また、いちご収穫はいちごを傷つけずに綺麗に摘むための技量も必要で、短期アルバイトでは技量が安定しないこと、およびスキル教育にも人的稼働を必要とする。 本ソリューションはロボットとAI技術を活用し、将来的に、いちご収穫期における24時間稼働可能とすることで、いちご収穫に必要な人的リソースを削減する。 直方市の助成を受けた現在までの自動収穫ロボット開発において、AIによるいちご熟度判定は良好な結果が得られているが、ロボットの機構において開発の難しさがでてきている。そこで、ロボットのハードウェア部分については既存で開発が進んでいる国内他社製を活用することとし、その他社製収穫ロボットと新しい無線技術Wi-Fi6E、クラウドシステム、および現在まで培ってきたAI技術を連携させることで付加価値の高い自動収穫ロボットを実現する。					

③ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
《課題》 【課題：高齢化の進行・労働負担の軽減・人材確保】 【課題：熟練技術の必要性】 【課題：害獣や盗難による被害】 《課題解決の観点》 ①農作業工数を削減する必要がある ②農作業の熟練技能の代替手段を考える必要がある ③持続可能な農業を目指す必要がある	「工数削減」、「熟練の代替」、「持続可能な農業」の観点で4つのソリューションを組み合わせることでそれらを実現するソリューションは国内でも実用例がなく、コスト優位性もあり、いちご農家が本当に求めているシステムを実現できることから、先進性・新規性が高い。またそれぞれのソリューションについての先進性・新規性は以下の通り。 ●ハウス環境状態の遠隔確認・ハウス設備自動制御ソリューション ハウス内の各センサーやカメラからのデータ収集、およびハウス内の各設備のリレー制御のための上りと下りのデータ送受信がWi-Fi HaLow のみで実現可能となり、必要な通信デバイスの数も減り、かつネットワーク構成もシンプルにできる。また、Wi-Fi HaLow はネットワーク障害時においてもIP到達性によりエッジデバイスまで遠隔からの障害切り分けが容易になる。これらのことから、システム導入時の初期コストや、運用ランニングコストも低減化される。現在、Wi-Fi HaLowを用いた同様のスマート農業ソリューションはなく、先進性と新規性がある。さらに、今回の実証事業では1km圏内の複数の農家でインターネット回線を共有し、インターネット回線費用を按分できる仕組みとなっている。この点も新規性がある。 ●防犯・害獣対策ソリューション Wi-Fi HaLowの親機から約1km圏内の任意の場所にIPカメラを設置することができる。また、通信費用は、複数の農家で共有して使用する共有インターネット接続回線の費用のみである。Webカメラを利用するソリューションと比較すると、工事費や通信費においてコスト優位性があり、農業分野においてWi-Fi HaLowとIPカメラを用いた防犯・害獣対策は新しい試みである。そして、害獣対策においては被害を及ぼす特定の害獣をターゲットにAI物体検知できること、および新たな害獣の検出ニーズがでてくれば、柔軟に対応可能な点でも先進性と新規性がある ●自動収穫ソリューション AIによるいちごの熟度判定技術、電波干渉や通信速度のリスクを低減化する無線技術(Wi-Fi 6E)を活用するため新規性がある。またロボットのハードウェア部分については既に開発が先行している他社製の収穫ロボットを利用することで、いちご収穫の速度向上と収穫精度を上げる。いちご収穫ロボットはまだ農家で本格活用された事例が少なく、先進性と新規性がある。	「工数削減」、「熟練の代替」、「持続可能な農業」の観点で4つのソリューションを組み合わせることも可能。 また、それぞれのソリューションについての実装・横展開のしやすさは以下の通り。 ●ハウス環境状態の遠隔確認・ハウス設備自動制御ソリューション 農業の人手不足は全国的な課題である。そして既に今までの直方市で実施した実証・実装において技術的な課題、コスト的な課題は今回のソリューション実証事業により解決できるため横展開は比較的容易と考えられる。そして、クラウドのダッシュボードについて、特定の農家向けのカスタマイズは行わず、なるべく汎用性の高いシステムとするため、横展開は容易と考えられる。 ●防犯・害獣対策ソリューション 農業の人手不足は全国的な課題である。また、農園の防犯と害獣の問題も深刻である。なるべく人手とランニングコストをかけずに防犯・害獣対策をしたい農家は多く、今回の実証事業で提案する防犯・害獣対策ソリューションは、実装も容易で、かつランニングコストがほとんどかからないため横展開も容易と考えられる。 ●自動収穫ソリューション 農業の人手不足は全国的な課題である。特にいちごハウスでは収穫時期の稼働補填のリスクは高い。今までの直方市で実施した実証実験により本システムのコア技術となるいちごのAI熟度判定の技術は確立できており、実装は比較的容易である。横展開については今回の実証・実装により問題点を再精査する必要があるが、需要は多く存在する。

Ⅲソリューション

③ソリューション等の採用理由

c. 無線通信技術の優位性

通信技術		ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴		他無線通信技術との比較	
IEEE標準規格 802.11ah (Wi-Fi HaLow)		Wi-Fi HaLowの伝送エリアの広さ、画像送信にも活用できる数Mbpsのスループット、および端末・アクセスポイント・クラウドまでエンドでネットワーク構築が可能な特徴		名称	比較結果
				- LPWA(LoRa) - ローカル5G	今回の実証事業の対象となる農園の1つのハウスには既にハウス環境状態の遠隔確認・ハウス設備自動制御システムが導入されている。 このシステムは、ハウス内の温湿度、CO2濃度、および土壌水分を測定するセンサーからのデータをIOモジュール経由でLPWA(LoRa)を介して農園内に設置されたエッジコンピュータに収集している。そして、ハウス内の灌水設備の制御においてはWi-Fi4(2.4G)を使ってエッジコンピュータからIOモジュールを経由してリレー制御を実施している。これは、LPWA (LoRa) のダウンリンクにより安定したリレー制御を実現できるIOモジュールが存在しなかったこと、かつ、農園内の防犯のため、カメラの設置を望まれていたことからWi-Fi4(2.4G)を導入するに至った経緯がある。しかしながら、エッジコンピュータを設置している場所から約400m離れた場所にある灌水設備やカメラと通常のWi-Fi4(2.4G)で接続するためには、両端でポールを建柱してWi-Fi指向性アンテナを設置したり、Wi-Fiリピーターを設置する必要があり、工事費用、通信デバイス費用等の初期コスト、および通信デバイスが多数となるために運用コストも高額となる。また雨天時には、電波の減衰が著しく、まれに制御系が不安定になることも不安材料である。この高コスト構造となったシステムがスマート農業システムのスムーズな横展開の障害となっている。 LPWA(LoRa)においては長距離通信が魅力ではあるものの通信帯域が小さすぎるためカメラ画像の転送には使えず、アプリケーションの機能が限定されてしまっている。前述したダウンリンクによるリレー制御を安定して行えるLPWA(LoRa)デバイスがないことも欠点である。 また、Local5Gは敷設・維持について専門的な知識と技術が求められるため、長期的に運用するネットワークとしては、メンテナンス性が困難である。 これらの問題をWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)を利用することで解決できる。
IEEE標準規格 802.11ax (Wi-Fi6E)		Wi-Fi6Eの新周波数帯(6GHz帯)を使うことによる高速スループット、電波干渉問題低減、DFS(動的周波数選択)の排除、およびWPA3対応の特徴		Wi-Fi4,Wi-Fi5	いちご収穫ロボットは搭載されているカメラで撮影したいちごの画像(解像度フルHD[ビットレート約7Mbps])を高速で確実にクラウドへ送信し、クラウドでのAI画像処理が必要である。 現在のWi-Fiよりも高速であるWi-Fi6E(IEEE 802.11ax)を用いることで、電波干渉のリスクが低減でき、安定した画像の送信が可能となるため、AI推論の精度を上げることが可能となる。また、WPA3セキュリティによりセキュリティ強度も向上することができる。

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

		項目	スケジュール			
			2024年度	2025年度	2026年度	合計
効果	定量 (収益)	・ ハウス内設備の遠隔自動制御による人件費削減効果	・ 90万円 (5,000円×2h×90日)	・ 90万円	・ 90万円	・ 270万円
		・ ハウス環境確認にかかる人件費削減効果	・ 54万円 (2,000円×1h×270日)	・ 54万円	・ 54万円	・ 162万円
		・ 防犯・獣害対策にかかる人件費削減効果	・ 135万円 (5,000円×1h×270日)	・ 135万円	・ 135万円	・ 405万円
		・ 収穫にかかる人件費削減効果		・ 162万円 (2,000円×3h×270日)	・ 162万円	・ 324万円
	計 (定量 収益)		・ 279万円	・ 441万円	・ 441万円	・ 1,161万円
	定量 (収益以外) + 定性	・ ビニールハウス内の環境状態の遠隔確認 ・ ハウス内設備の遠隔による自動制御 ・ 防犯・獣害対策	・ ビニールハウス内の確認回数削減 (訪問回数が100%以上削減) ・ 灌水等の作業量の軽減 (1日あたり100%の作業量軽減) ・ 収穫量の安定 (被害額ゼロの実現)	・ ビニールハウス内の確認回数削減 (訪問回数が100%以上削減) ・ 灌水等の作業量の軽減 (1日あたり100%の作業量軽減) ・ 収穫量の安定 (被害額ゼロの実現)	・ ビニールハウス内の確認回数削減 (訪問回数が100%以上削減) ・ 灌水等の作業量の軽減 (1日あたり100%の作業量軽減) ・ 収穫量の安定 (被害額ゼロの実現)	
費用	イニシャル	導入する農家負担 ・ 機器設置工事費 (オプション) ・ 自動収穫ロボット		・ 180万円 ・ 700万円		・ 180万円 ・ 700万円
	ランニング	導入する農家負担 ・ クラウドサーバ利用費 (保守対応含む)	—	・ 6万円 (1万円×6ヶ月)	・ 12万円 (1万円×12ヶ月)	・ 18万円
計			—	・ 886万円	・ 12万円	・ 898万円

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	- ハウス内設備の遠隔自動制御による人件費削減効果 - ハウス環境確認にかかる人件費削減効果 - 防犯・獣害対策にかかる人件費削減効果 - 収穫にかかる人件費削減効果	- 遠隔自動制御の操作は主に農園オーナーが負っている。農園オーナーが外部で指導等を行った場合、1時間5000円の支給がある。灌水作業は平均して3日に1度約2時間携わっている。(灌水弁の開け閉め) (5,000円×2h×90日) - ハウス環境確認を携わっているのは期間労働者で不定期なために少し高額な就労費がかかる。1日約1時間就労で、収穫時期は10月～6月の約270日 (2,000円×1h×270日) - 防犯・獣害対策のために見回り作業が発生し、農園オーナーが負っている。平均して1日1度約1時間携わっている。(5000円×1h×270日) 2025年よりテスト運用する収穫ロボットが一人分の収穫時間 (4時間) の75%を賄えると考えています。(2,000円×3h×270日)
	定量 (収益以外)	- ビニールハウス内の環境状態の遠隔確認 - ハウス内設備の遠隔による自動制御 - 防犯・獣害対策	- ビニールハウス内の確認回数削減 (訪問回数及び作業時間の100%以上削減) - 灌水等の作業量の軽減 (1日あたり100%の作業量軽減) - 収穫量の安定 (被害額ゼロの実現)
費用	イニシャル	導入する農家負担 - 機器設置工事費 (オプション) - 自動収穫ロボット	- 制御システム・LTEルーター・環境センサー・自動灌水装置・WiFiHaLow用親機・工事費用 180万円 (税別) を 1農家あたりの導入費用として想定
	ランニング	導入する農家負担 クラウドサーバ利用費 (保守対応含む)	1農家 月1万円のクラウドサーバー費用を徴収

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (3/3)

項目		スケジュール		
		2024年度	2025年度	2026年度
効果 計 (定量)	—	● 279万円	● 441万円	● 441万円
定性	● ハウス内設備の遠隔自動制御による人件費削減効果	● 90万円 (5,000円×2h×90日)	● 90万円	● 90万円
	● ハウス環境確認にかかる人件費削減効果	● 54万円 (2,000円×1h×270日)	● 54万円	● 54万円
	● 防犯・獣害対策にかかる人件費削減効果	● 135万円 (5,000円×1h×270日)	● 135万円	● 135万円
	● 収穫にかかる人件費削減効果		● 162万円 (2,000円×3h×270日)	● 162万円
費用計	—	● -	● 886万円	● 12万円



合理性・妥当性

- いちごハウス内の遠隔自動制御と環境制御導入により現状の作業を100%軽減できる。
- いちご栽培に限定し時の費用に関しても2024年279万円・2025年441万円。 2年弱で720万円の効果を生める。
- いちご栽培に係る工数を月170時間の削減が出来る。
- 確保された時間と費用は、農園オーナーの生活に余裕を持たせることが出来、プライベートな時間や新たな計画へも取り込んでもらえる。

④ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	自動制御システム	システム導入の際に、ビニールハウス内の灌水の自動弁工事を請け負うことで、利益を賄える。自動制御システムの価格を下げても採算が取れる。	150万円	25年4月	(株)アリオンシステム 直方営業所所長 魚住 健二
		いちご自動収穫ロボット	初期ロボットは開発の為、高コストになっている。生産農家の以前のマーケティングでは400万以下を希望する意見だったのでそこを目指す。	400万円	27年4月	KIQ Robotics(株) 社長 滝本 隆
	ランニング	クラウドサーバ費用	月々7万円のクラウドサーバ費を2農家であれば1農家あたり 3.5万円になり、多くの農家が導入すれば、単価が下がる。クラウドサーバ1台で10農家であれば 7千円となる。	7千円	26年4月	(株)アリオンシステム 直方営業所所長 魚住 健二

① 計画概要

実証実施の前提

目的

直方市の1 km圏内に存在する3つのいちごハウスにWi-Fi HaLowを使ったネットワークを構築する。1箇所接続した共有インターネット接続回線を使って、クラウドダッシュボードから遠隔でハウスの環境状態、設備制御、カメラ画像の動作確認をおこなうことで遠隔監視・制御の実装可否を検証する。さらに、1つの高設のいちごハウス農園においてWi-Fi6Eを使った収穫ロボットの遠隔制御をおこなうことで自動収穫ロボットの実装可否を検証する。

- Wi-Fi HaLowによるセンサーデータ、画像データの通信品質を確認し、技術的に実装での運用が可能かどうかを検証する。(duty window調整による通信品質の調整、天候による電波影響、電波混線による影響を検証)
- Wi-Fi HaLowにより伝送されるカメラ画像を使ったAI物体検知の精度を検証する。
- 共有インターネット回線(LTE)の実利用通信量を確認し、横展開時にどのくらいの通信量をもつ通信サービスが適切かを検証する。
- 農家の意見を定期的に吸い上げることで、クラウドダッシュボードのUX(ユーザエクスペリエンス)を検証する。
- 自動収穫ロボットの収穫時の動作速度と収穫精度を確認することで、技術的に実装での運用が可能かどうかを検証する。

アウトカム

- 1) ハウス設備自動制御システムの利用回数
- 2) ハウス環境状態の遠隔確認の回数
- 3) いちご自動収穫ロボットの収穫するいちごの個数・精度
- 4) 防犯・害獣対策カメラの利用回数
- 5) 農家が購入しやすいシステムの価格精査・決定
- 6) 行政への農作物育成データの共有
- 7) いちご育成促進装置の稼働回数

検証ポイント

効果

データ処理をおこなうエッジコンピュータにおけるパケットログを解析することでパケットロスや通信遅延によるセンサーデータ、画像データ、制御データの伝送に問題がないかを確認し、システムが安定的に動作すること、および確実に農家にシステムが利用されていることを検証する。エッジAIコンピュータのAIによる物体検知の推論結果を解析し、防犯・害獣を捉えた画像を確実に農家に提供できていることを検証する。共有インターネット回線の通信量をLTEルータで取得した通信量で確認し、横展開時に必要なLTE通信量を見極める。いちご収穫ロボットに搭載されたコンピュータの制御ログを解析し、収穫スピードと収穫精度が目標値に到達できることを検証する。

技術

実際にシステムを利用する農家にとって、「見やすいシステムか?」、「扱いやすいシステムか?」、「性能は十分なシステムか?」を、農家からのシステム品質に関する評価により検証する。その際に、横展開も視野に入れ、システムコスト面も十分に考慮しながら検証をおこなう。(例: 特定の農家に特化したカスタマイズはおこなわず、横展開がしやすいシステム開発を心がける。)

運用

クラウドシステムのダッシュボードの見方、操作方法についてマニュアルを作成、およびマンツーマンでの説明をおこない、実際に農家が容易にシステムを使えるように実証を進める。横展開時に農家に必要なサポート体制について現体制で問題がないか等、スムーズな横展開ができるように運用について検証をおこなう。

② 検証項目・方法

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	Ⅰ ハウス環境状態の遠隔確認による工数削減	農園オーナーの1日1回のハウス確認工数を0にする	農園オーナーに、自身のスマートフォン上からクラウドダッシュボードにアクセスしてもらい、ハウスの環境状態をダッシュボードから確認してもらうことで、目標の工数が削減できることを検証	農園オーナーの1日1回のハウス確認工数を0にする	農園オーナーの1日1回のハウス確認工数が0にできれば、農園オーナーの工数を削減できるため、実装化を判断可能
ハウス設備自動制御システムソリューション	Ⅱ ハウス設備自動制御システムの利用による工数削減	農園オーナーの3日1回のハウス設備操作の工数を0にする	農園オーナーに、自身のスマートフォン上からクラウドダッシュボードにアクセスしてもらい、ダッシュボードからハウス設備自動制御を実施してもらうことで、目標の工数が削減できることを検証	農園オーナーの3日1回のハウス設備操作の工数を0にする	農園オーナーの3日1回のハウス設備操作の工数が0にできれば、農園オーナーの工数を削減できるため、実装化を判断可能
防犯・害獣対策ソリューション	Ⅲ 防犯・害獣検知アラームの確認による工数削減	農園オーナーの1日1回の定期的なハウス見回りの工数を0にする	農園オーナーに、自身のスマートフォンで防犯・害獣検知アラームを受信してもらい、アラームを受信した時のみカメラの静止画像の確認、および必要に応じて現地確認をすることで、目標の工数が削減できることを検証	農園オーナーの1日1回の定期的なハウス見回りの工数を0にする	農園オーナーの1日1回の定期的なハウス見回りの工数が0にできれば、農園オーナーの工数を削減できるため、実装化を判断可能
いちご自動収穫ソリューション	Ⅳ いちご収穫作業人員数削減	1レーンあたりの収穫すべきいちごの70%以上を収穫する。	農園にロボット専用のレーンを設置してもらい、ロボットによる収穫個数、および収穫できなかった個数を目視でカウントすることによって検証	農家のいちごの収穫稼働を7割削減する	農家のいちごの収穫稼働を7割削減できれば、収穫作業人員数を削減できるため実装化を判断可能

② 検証項目・方法

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	I ハウスの環境データ品質の評価	ハウスの環境データ品質に関する農園オーナーからの評価率100%	Wi-Fi HaLowの長距離伝送の長所について、ハウスの環境センサーデータが、遠隔状態確認をおこなうに十分な品質を担保できているか、農園オーナーからの品質に関する評価により検証	ハウスの遠隔状態確認が可能な品質を確保できているとの農園オーナーからの評価率100%	評価率100%であれば、ハウスの環境データの品質が担保されるため、実装化を判断可能
ハウス設備自動制御システムソリューション	II ハウスの遠隔による設備の制御品質	ハウスの遠隔設備の制御品質に関する農園オーナーからの評価率100%	Wi-Fi HaLowの長距離伝送の長所について、ハウスの遠隔による設備制御が、確実におこなうに十分な品質を担保できているか、農園オーナーからの品質に関する評価により検証	ハウスの遠隔制御が可能な品質を確保できているとの農園オーナーからの評価率100%	評価率100%であれば、ハウスの遠隔設備制御の品質が担保されるため、実装化を判断可能
防犯・害獣対策ソリューション	III ハウスの防犯・害獣の検知アラームの品質	防犯・害獣の検知アラームの品質に関する農園オーナーからの評価率100%	Wi-Fi HaLowの長距離伝送の長所、およびAIによる人物・害獣の検出について、防犯・害獣対策をおこなうに十分な品質を担保できているか、農園オーナーからの品質に関する評価により検証	ハウスの防犯・害獣検知アラームが十分な品質を確保できているとの農園オーナーからの評価率100%	評価率100%であれば、ハウスの防犯・害獣検知アラームの品質が担保されるため、実装化を判断可能
いちご自動収穫ソリューション	IV 収穫するいちごの品質	収穫したいちごの品質（外観や成熟度）に対する農園オーナーからの評価率100%	ロボットによって収穫したいちごに対して、農園オーナーからの品質（外観や成熟度）に関する評価により検証	ロボット収穫が十分な品質を確保できているとの農園オーナーからの評価率100%	評価率100%以上であれば、ロボットによる収穫の品質が担保されるため、実装化を判断可能

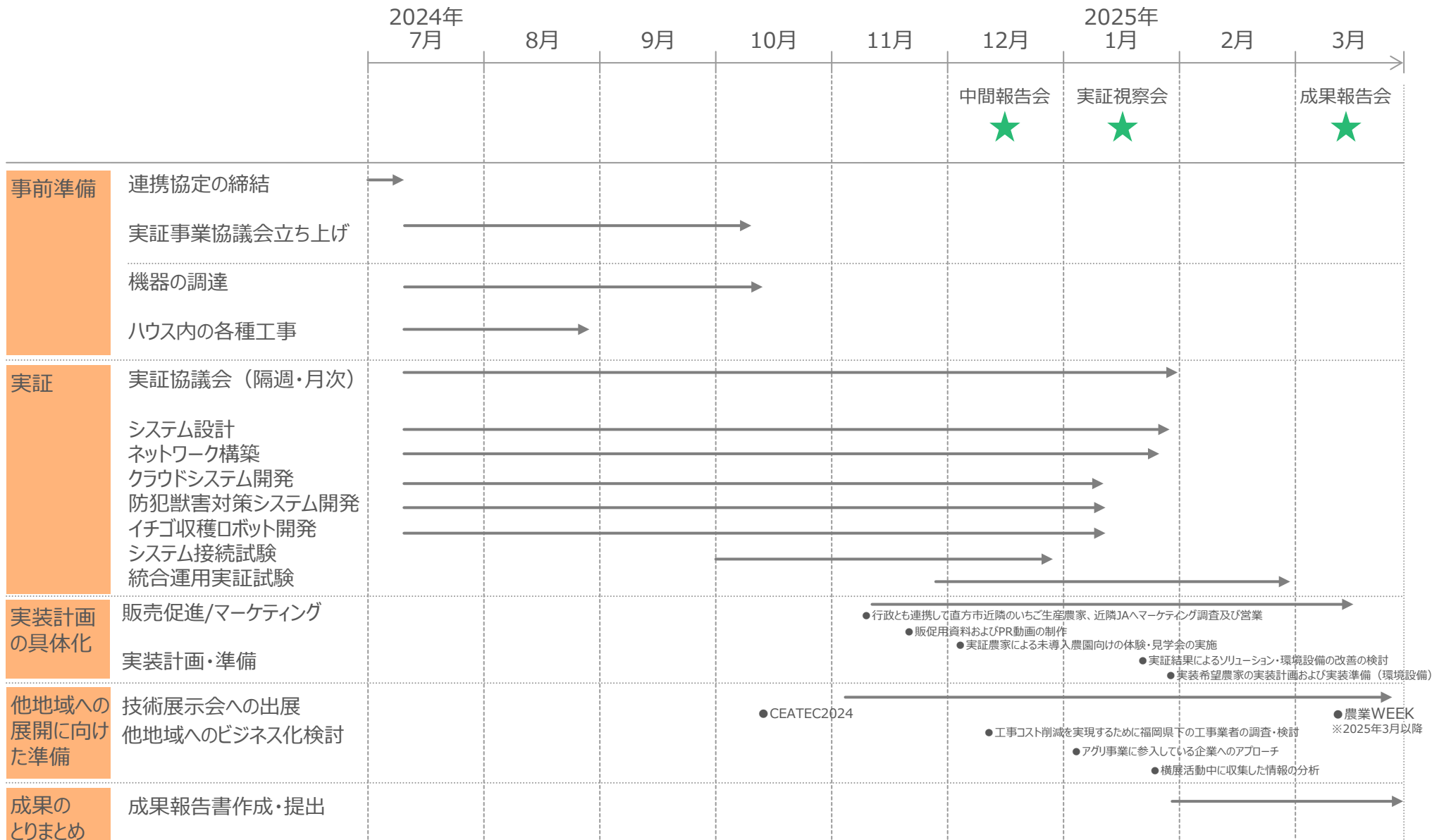
② 検証項目・方法

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	Ⅰ クラウドダッシュボードでハウス環境状態を確認する際の操作性	農園オーナーがクラウドダッシュボードでのハウスの環境状態確認を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが自身のスマートフォンでクラウドダッシュボードにアクセスし、事前に準備した操作マニュアルに沿って操作をおこない、ハウスの環境状態確認を問題なく実行できるかを検証	操作方法、および確認作業に問題がないことの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが確実に操作でき、ハウスの環境状態の確認ができれば、実装化を判断可能
ハウス設備自動制御システムソリューション	Ⅱ クラウドダッシュボードでハウス設備の遠隔制御の設定をする際の操作性	農園オーナーがクラウドダッシュボードでのハウスの設備の遠隔制御の設定を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが自身のスマートフォンでクラウドダッシュボードにアクセスし、事前に準備した操作マニュアルに沿って操作をおこない、ハウスの遠隔設備制御の設定を問題なく実行できるかを検証	操作方法に問題がないことの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが確実に操作でき、ハウスの遠隔設備制御の設定ができれば、実装化を判断可能
防犯・害獣対策ソリューション	Ⅲ 防犯・害獣検知アラームの受信、およびクラウドダッシュボードで検知画像を確認する際の操作性	農園オーナーが検知アラームを受信し、クラウドダッシュボードで検知画像の確認を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが自身のスマートフォンで検知アラームを受信でき、かつクラウドダッシュボードにアクセスし、事前に準備した操作マニュアルに沿って操作をおこない、クラウドダッシュボードで検知画像の確認を問題なく実行できるかを検証	検知アラームの受信設定、操作方法に問題がないことの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが確実に検知アラームを受信でき、かつ、検知画像確認の操作ができれば、実装化を判断可能
いちご自動収穫ソリューション	Ⅳ 収穫ロボットの操作性	農園オーナーが収穫ロボットの設定・操作を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが自身のスマートフォンでクラウドダッシュボードにアクセスし、事前に準備した操作マニュアルに沿って操作をおこない、ロボットの設定・操作を問題なく実行できるかを検証	設定・操作方法に問題がないことの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーが確実に操作でき、収穫ロボットの設定・操作ができれば、実装化を判断可能

IV実施計画

③ スケジュール



④ リスクと対応策

	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	エッジコンピュータの納期遅延リスク	エッジコンピュータは現在納期が3か月であり、発注から納入が遅れる可能性がある	メーカーから検証機を一時的に借り受け、納品された時点で入れ替えることによりスケジュールへの影響を削減する。 また、可能な限り必要設備の発注を早めるように取り組む。
実証	いちご農園の業務への影響リスク	実証期間がいちご農家のいちごの育成・収穫の時期と重なるため、いちご農家の業務に支障をきたす可能性がある	いちご農家の業務の支障を最小限できるように、いちご農家と一緒に実証スケジュールを立てる。 また、実証期間中は不測の事態に対応できる体制を整えるとともに、必ずシステムの切り戻しによりいちご農家の業務が継続できるような仕組みを確立しておく。
実装計画の具体化	実装後のシステムの保守における認識の不一致が生じるリスク	実装後のシステムに不具合が生じた場合の保守について、いちご農家との認識の相違が生じる可能性がある	実装前にいちご農家との実装後の保守について、保守内容、コスト等を明確にしておき、覚書を取り交わすことにより認識の相違が起きないようにしておく。
他地域への展開に向けた準備	ソリューションを商品化する際の資金調達リスク	ソリューションを商品化する際に、資材調達コスト、販売コスト、等、のため一時的に多くの資金が必要となった場合に、ソリューションの展開がスムーズにいかない可能性がある	予め本ソリューション展開に支援を約束してくれる銀行を確保し、資金調達リスクを回避できるようにしておく。
成果のとりまとめ	実証期間が短いことにより十分な評価ができないリスク	実証期間が短いため想定外の事態（長期の天候不良）が発生した場合に、十分なシステム評価ができない可能性がある	想定外の事態が発生した場合でも、最低限の評価を得られるように、都度スケジュールを調整しながらプロジェクト全体を遂行できるようにする。会議体も定期開催に拘らず、緊急時にも召集し、関係者全員で解決する方向にもっていけるようにしておく。

⑤ PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

隔週進捗報告

- 開催時期: 隔週
- 方法: オンラインミーティング
- 体制: アリオンシステム、アドバンテック、KiQ Robotics、九酸、直方市、福岡大学、直鞍情報・産業振興協会
- アジェンダ
 - 実証状況の報告
 - 課題の共有および解決に向けた検討

月次進捗報告

- 開催時期: 月次
- 方法: 対面方式
- 体制: アリオンシステム、アドバンテック、KiQ Robotics、九酸、直方市、福岡大学、直鞍情報・産業振興協会、香田農園、渡辺農園
- アジェンダ
 - 課題の共有および解決に向けた検討（PDCA検討）
 - 実証結果を踏まえた実装・横展開に向けた課題検討

中間報告会

- 開催時期: 実証期間の中間時点
- 方法: 対面方式
- 体制: 実証事業メンバー、市内外の農業関係者
- アジェンダ: 実証状況の報告、意見聴取

緊急時

緊急対策ミーティング: 解決方法の議論・方針決定

- 実施条件: 緊急の問題（進捗の遅れ等）が発生した場合
- 頻度: 問題発生後 1 週間以内
- 方法: 対面方式
- メンバー: アリオンシステム、アドバンテック、直方市

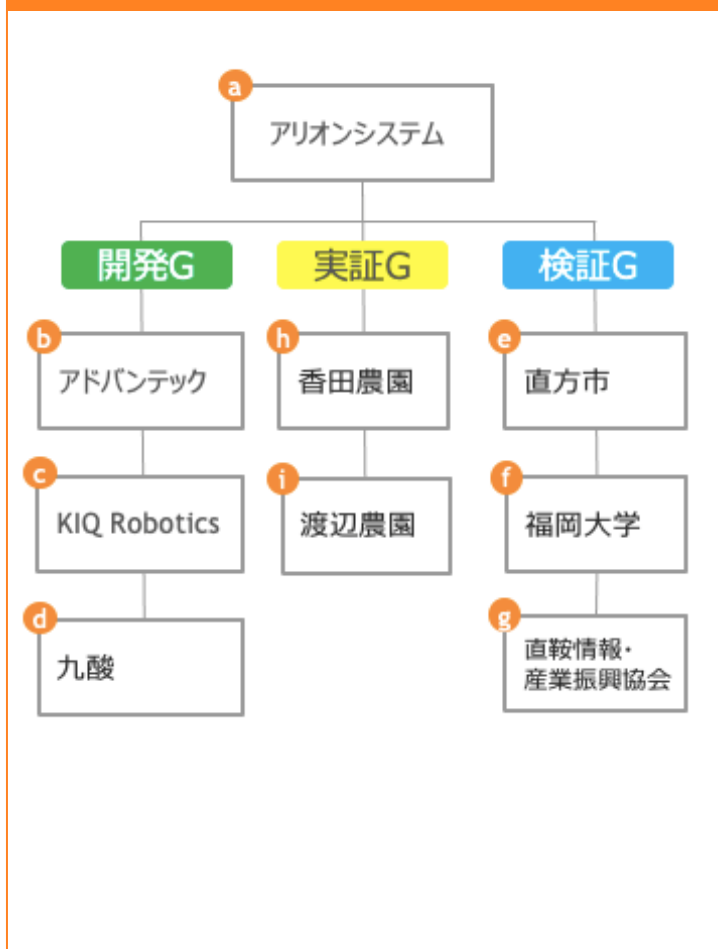
対策を立案・実行する体制

研究開発ミーティング: 研究開発方針の議論・決定

- 実施条件: 実証事業・製品・サービス開発に方針を確認する必要がある場合
- 頻度: 隔週
- 方法: 対面方式またはオンラインミーティング
- メンバー: アリオンシステム、アドバンテック、KiQ Robotics、九酸、直方市、福岡大学、直鞍情報・産業振興協会

6 実施体制

実施体制図

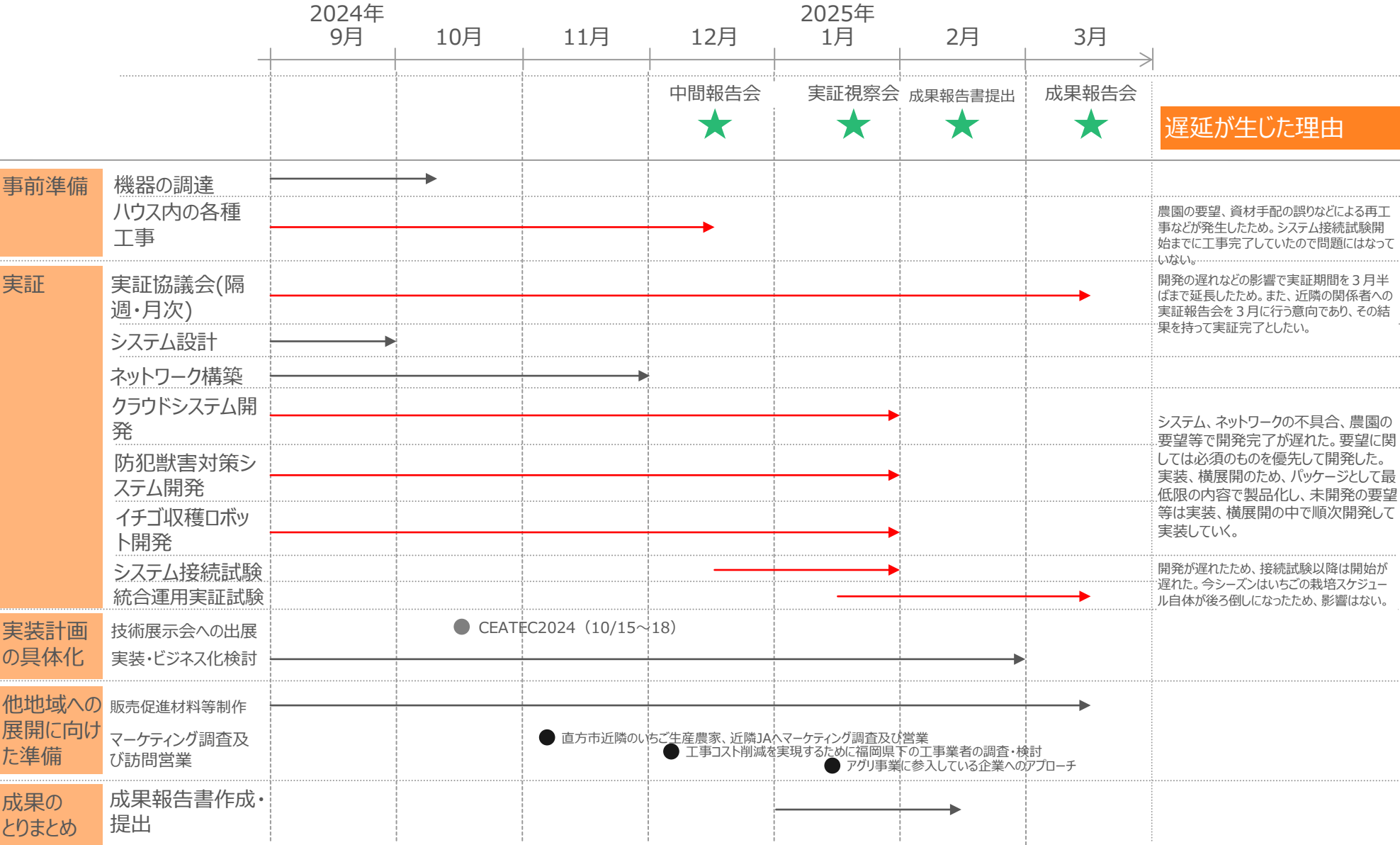


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a アリオンシステム（株）	プロジェクト管理 クラウドシステム開発 商品・サービス開発	6名×1000時間	直方営業所所長 魚住 外5名
b アドバンテック（株）	研究開発マネジメント ハウス自動化システムの研究 開発 通信ネットワーク構築	2名×500時間	コーポレート戦略室 村益 マーケティングG 大園
c KIQ Robotics（株）	自動収穫ロボットの 研究開発	4名×400時間	代表取締役 滝本 外3名
d 株式会社九酸	マーケティング調査 実証フィールドの整備・提供	2名×240時間	提案資材企画 竹内、案納
e 直方市	他機関との連絡調整 実証事業の支援	3名×150時間	商工観光課 米澤 外2名
f 福岡大学	通信に関する研究 開発支援	1名×100時間	工学部電子情報工学科 森
g （一財）直鞍情報・ 産業振興協会	プロジェクト管理支援 研究開発支援	1名×100時間	専務理事 神谷
h 香田農園	実証フィールドの提供 ユーザビリティの検証	1名×150時間	香田
i 渡辺農園	実証フィールドの提供 ユーザビリティの検証	1名×150時間	渡辺

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実積)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

様々な作業目的でハウスへ訪れる事があり、また、同時並行で業務を行うこともあるため一貫性がなく、既存のままだと検証が困難であることが農家オーナーとの話でわかった。そのため、アクションを【対象ソリューションの作業をするためにハウスを訪れる】と両方で明確化し、それに合わせて目標の修正を行った。

凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	Ⅰ ハウス環境状態の遠隔確認による工数削減	農園オーナーの1日1回のハウス確認のためにハウスを訪れる工数を0にする	ヒアリングの結果、定期的にアプリを見ることで環境状態の確認目的のためだけにハウスへ訪れる事はほとんどなくなった。その代わりに遠隔確認の工数や、一部のハウスでのセンサー数値の正確性の確認のための工数が発生した。 当該ソリューションを使用するという新しい運用での工数が発生しているが、使用状況を調べた結果、ソリューション導入前は環境状態の確認に掛かる工数が30h/月だったものが、導入後は1h/月程度に削減する事が出来き、格段に楽になったとの意見を頂いた。	別作業でハウスへ訪れる際に、ついでに環境状態の確認をする程度に収まっている。別の業務に注力する事が出来ており、工数削減に寄与することは確認できた。
ハウス設備自動制御システムソリューション	Ⅱ ハウス設備自動制御システムの利用による工数削減	農園オーナーの3日1回のハウス設備操作のためにハウスを訪れる工数を0にする	ヒアリング結果、設備操作目的のためにハウスを訪れる事はなくなったため目標工数0を達成できたと判断した。 当該ソリューションを使用するという新しい運用での工数が発生しているが、使用状況を調べた結果、ソリューション導入前は設備制御に掛かる工数が20h/月だったものが、導入後は10h/月程度に削減する事が出来た。追加機能の実装で更なる削減効果が見込めるため、非常に期待されている。	別作業でハウスへ訪れる際に、ついでに灌水具合を確認する程度に収まっている。別の業務に注力する事が出来ており、工数削減に寄与することは確認できた。
防犯・害獣対策ソリューション	Ⅲ 防犯・害獣検知アラームの確認による工数削減	農園オーナーの1日1回の定期的なハウス見回りの工数を0にする	ヒアリングの結果、防犯、害獣対策見回りの目的のためにハウスを訪れる事はなくなったため目標工数0を達成できた判断した。 当該ソリューションを使用するという新しい運用での工数が発生しているが、使用状況を調べた結果、ソリューション導入前は定期見回りに掛かる工数が30h/月だったものが、導入後は1h/月程度に削減する事が出来た。	本ソリューションで工数削減に寄与することは確認できた。 一方で検知機能のない、ただの定点カメラでも抑止力になる。との意見を頂いたため、本ソリューションの内容を再検討する。
いちご自動収穫ソリューション	Ⅳ いちご収穫作業人員数削減	1レーンあたりの収穫すべきいちごの70%以上を収穫する。	時期が悪く収穫対象が少ないため、1レーン半分(25m)を対象として3回の収穫のテストを行った。収穫すべき対象のいちご19個に対して13個(68.4%)を収穫できた。25mあたり25分の時間を要した。	70%以上を達成していないが母数が少ないため判断困難である。一方で本ソリューションで収穫稼を削減でき、作業人員数削減に寄与することは確認できた。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	I ハウスの環境データ品質の評価	ハウスの環境データ品質に関する農園オーナーからの評価率100%	評価については5. かなり満足している、4. 満足しているがまだ改善が必要、3. ある程度満足できるが改善が必要を「満足している」と判断し、100%としている。改善については要望と考え、対応を継続していく。 FarmK : 80% 渡辺農園 : 60% UIでの評価ではあるものの、データの更新頻度・速度や数値・グラフ表示の解釈のしやすさについては満足頂いた。しかし、 一部センサーデータの数値の正確性や安定したデータ確認においては改善が必要 であると指摘を受けた。	システムそのものには問題はないが、センサーの設置環境について普及指導センターなどの専門家の意見を参考に設置して、初期不良という可能性も視野に入れながら検証中である。ネットワーク不良の可能性についても調整を行いながら検証している。
ハウス設備自動制御システムソリューション	II ハウスの遠隔による設備の制御品質	ハウスの遠隔設備の制御品質に関する農園オーナーからの評価率100%	FarmK : 100% 渡辺農園 : 80% UIでの評価ではあるものの、レスポンス速度・制御の正確性、操作時の動作結果については満足頂いた。動作の安定性については改善はしたものの、検証初期に渡辺農園でシステムや通信環境の不具合があったため、低い評価になっている。	システムの不具合については解消している。今後の展開を見据え、ネットワークの安定性について遠隔確認と同様に調整を行いながら検証し安定化できた。設置環境によっては疎通できないことも考えられるので、サービス展開時には慎重に判断する必要がある。
防犯・害獣対策ソリューション	III ハウスの防犯・害獣の検知アラームの品質	防犯・害獣の検知アラームの品質に関する農園オーナーからの評価率100%	FarmK : 100% 渡辺農園 : 100% UIでの評価ではあるものの、画像の解像度・鮮明度、画像の遅延・途切れ、夜間・暗所での見易さ、検知の正確さについてはある程度満足頂いたが、画質や画像の遅延等については比較判断する対象がなく、また害獣検知については検知機会がないため評価に反映されていない部分があると思われる。	ある程度の満足は頂いたが、現状では運用期間も短いため、 画質や遅延・途切れ等への要望・要求値がお互いに明確にまだ定まっていない 。害獣検知についてはハウス内に出現する機会がほとんどなく、農家オーナーの評価測定までは至らなかった。 継続した運用が必要 である。
いちご自動収穫ソリューション	IV 収穫するいちごの品質	収穫したいちごの品質（外観や成熟度）に対する農園オーナーからの評価率100%	外観：収穫したいちごについて、そのまま出荷できる状態であると評価いただいた。ロボット収穫は茎が一部残ってしまうが問題ないとのコメントをいただいた。成熟度：おおむね作業者が思う熟度と同様であると評価いただいた。カメラに映らない部分が白いことがあるがやむなしと判断した。	出荷できる状態であると評価いただいたため、目標の評価率100%を達成したと考える。一方で、母数が少ないため引き続き検証を継続する必要がある。 白い部分が残る件については、ロボットに収穫させやすい形に育成させることや認識精度向上の対策が不可欠 である。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション	I クラウドダッシュボードでハウス環境状態を確認する際の操作性	農園オーナーがクラウドダッシュボードでのハウスの環境状態確認を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	FarmK : 100% 渡辺農園 : 80% 画面のデザイン、操作手順の分かりやすさ、必要情報へのアクセスのし易さ、操作時の表示速度について概ね満足頂いた。現状に満足せず、さらなる品質向上に努めて欲しい、という意見もあり、評価に反映されている。	専門的な知識なく、最低限の操作は問題なく実行は出来ている。ソリューションの品質向上のため、引き続きユーザー目線の使用感や思いなど、ヒアリングを行い完成度を高めていく。農園毎にパーソナの違い(30代の若い農家、50代の次世代への継承を考えている農家)やシステムに対する経験の差があり、それも満足度に反映されていると考察している。
ハウス設備自動制御システムソリューション	II クラウドダッシュボードでハウス設備の遠隔制御の設定をする際の操作性	農園オーナーがクラウドダッシュボードでのハウス設備の遠隔制御の設定を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	FarmK : 100% 渡辺農園 : 60% 操作画面のデザイン、操作手順の分かりやすさについて概ね満足頂いた。誤操作の防止策や設備状態の確認のしやすさについては改善が必要である。修正対応済みではあるが、検証初期に違う電磁弁が開くなどの不具合があり、それが評価に影響している可能性がある。	専門的な知識なく、最低限の設定・操作は問題なく実行は出来ている。今後は重大な操作や危険を伴う操作に対する誤操作防止策や設備状態の確認のし易さなど、どのようなニーズがあるのかヒアリングを行い、運用ユーザビリティ向上に努める必要がある。不具合による評価の低下については使用していくうちに解消され则认为している。
防犯・害獣対策ソリューション	III 防犯・害獣検知アラームの受信、およびクラウドダッシュボードで検知画像を確認する際の操作性	農園オーナーが検知アラームを受信し、クラウドダッシュボードで検知画像の確認を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	FarmK : 100% 渡辺農園 : 100% 操作画面の見易さ、カメラ切替のし易さ、検知画面の確認方法についてはある程度満足頂いたが、改善の必要性はある。害獣の検知機会がなく、評価に至っていない。	専門的な知識なく、最低限の操作や検知画像の確認は問題なく実行は出来ている。現時点ではスマートフォンへの検知アラームの受信機能はまだ実装出来ていないため、評価不能である。実装の上、運用を継続して検証する必要がある。
いちご自動収穫ソリューション	IV 収穫ロボットの操作性	農園オーナーが収穫ロボットの設定・操作を問題なく実行できるとの農園オーナーからの評価率100%	農園オーナーによって、ロボットを開始するまでの設定(充電、ロボットの設置、電源投入)ができた。また、Webシステムからロボットの状態を確認でき、自動収穫の開始・停止も問題なく実行できた。	専門的な知識なく、必要最低限の設定・操作は問題なく実行でき目標の評価率100%を達成したと考える。今後は、トラブル時の対応や農園毎の細かな設定対応など、より使いやすい機能の実装が必要不可欠である。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (1/6) : アンケート結果 (FarmK : ハウス環境状態の遠隔確認)

1. 環境センサーデータ確認機能

1-1. データ・品質に関する質問	5 かなり満足している	4 満足しているがまだ改善が必要	3 ある程度満足できるが改善が必要	2 あまり満足していない	1 満足していない	0 評価不能
1. センサーデータの正確さ 「表示されているセンサーデータの正確さに満足していますか？」				○		
2. センサーデータの更新頻度・速度 「センサーデータが更新されるタイミングや速度に満足していますか？」		○				
3. 信頼性・安定性 「見たい時にセンサーデータが安定して確認できると感じますか？」			○			
4. データの解釈しやすさ・関連情報の表示 「数値やグラフの表示など、センサーデータを理解しやすい形で提供できていると感じますか？」		○				
1-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足している	4 満足しているがまだ改善が必要	3 ある程度満足できるが改善が必要	2 あまり満足していない	1 満足していない	0 評価不能
1. 画面レイアウト・デザイン 「スマートフォン画面でセンサーデータを確認しやすいと感じますか？」		○				
2. 操作手順のわかりやすさ 「データの切り替えや詳細情報の表示など、操作手順はわかりやすいと感じますか？」		○				
3. 必要な情報へのアクセスのしやすさ 「必要なセンサーデータだけを絞り込みなどで簡単に確認できると感じますか？」		○				
4. 操作時の応答速度・表示速度 「操作時に画面の応答速度やデータの表示速度に満足していますか？」		○				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (2/6) : アンケート結果 (FarmK : ハウス設備自動制御)

2. 装置の遠隔操作機能

2-1. 制御・品質に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. レスポンス速度 「遠隔操作を行った際の装置の反応速度に満足していますか？」	○					
2. 制御の正確さ 「指示した通りに装置が正しく動作していると感じますか？」	○					
3. 動作の安定性 「遠隔制御が途切れたり、エラーが頻発したりせず安定していると感じますか？」			○			
4. 操作後のフィードバック 「遠隔操作を行った後、装置の状態や動作結果がわかりやすくフィードバックされていると感じますか？」		○				
2-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 操作画面のわかりやすさ 「遠隔操作ボタンや設定項目の配置はわかりやすいと感じますか？」		○				
2. 操作手順のわかりやすさ 「遠隔操作を行う際、操作手順がわかりやすいと感じますか？」		○				
3. 誤操作の防止策 「重要な操作や危険を伴う操作などに対し、確認ダイアログや誤操作防止の工夫が十分だと感じますか？」			○			
4. 状態確認のしやすさ 「遠隔操作を行う際、装置の現在状態を簡単に確認することが出来ている感じますか？」		○				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (3/6) : アンケート結果 (FarmK : 防犯・害獣対策)

3. 監視カメラの画像確認機能

3-1. 画像・品質に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 画像の解像度・鮮明度 「監視カメラの画像の解像度や画質に満足していますか？」			○			
2. 画像の遅延や途切れ 「画像が遅延したり、途切れたりせず安定して閲覧できると感じますか？」			○			
3. 夜間や暗所での画像の見やすさ 「夜間や暗所でもカメラの画像が十分に確認できると感じますか？」			○			
4. 検知の正確さ 「人物・害獣に対する検知の正確さに満足していますか？」			○			
3-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 操作画面の見やすさ 「スマートフォンでカメラ映像を確認する際、画面レイアウトがわかりやすいと感じますか？」			○			
2. カメラ切り替えのしやすさ 「見たいカメラや日時の切り替えの操作はスムーズだと感じますか？」			○			
3. 検知画像の確認 「検知画像を簡単に表示できると感じますか？」			○			
4. 検知アラーム連動 「スマートフォンへのアラーム検知機能について、使いやすいと感じますか？」						○

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (4/6) : アンケート結果 (渡辺農園 : ハウス環境状態の遠隔確認)

1. 環境センサーデータ確認機能

1-1. データ・品質に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. センサーデータの正確さ 「表示されているセンサーデータの正確さに満足していますか？」				○		
2. センサーデータの更新頻度・速度 「センサーデータが更新されるタイミングや速度に満足していますか？」		○				
3. 信頼性・安定性 「見たい時にセンサーデータが安定して確認できると感じますか？」				○		
4. データの解釈しやすさ・関連情報の表示 「数値やグラフの表示など、センサーデータを理解しやすい形で提供できていると感じますか？」		○				
1-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 画面レイアウト・デザイン 「スマートフォン画面でセンサーデータを確認しやすいと感じますか？」		○				
2. 操作手順のわかりやすさ 「データの切り替えや詳細情報の表示など、操作手順はわかりやすいと感じますか？」		○				
3. 必要な情報へのアクセスのしやすさ 「必要なセンサーデータだけを絞り込みなどで簡単に確認できると感じますか？」				○		
4. 操作時の応答速度・表示速度 「操作時に画面の応答速度やデータの表示速度に満足していますか？」		○				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (5/6) : アンケート結果 (渡辺農園 : ハウス設備自動制御)

2. 装置の遠隔操作機能

2-1. 制御・品質に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. レスポンス速度 「遠隔操作を行った際の装置の反応速度に満足していますか？」			○			
2. 制御の正確さ 「指示した通りに装置が正しく動作していると感じますか？」			○			
3. 動作の安定性 「遠隔制御が途切れたり、エラーが頻発したりせず安定していると感じますか？」				○		
4. 操作後のフィードバック 「遠隔操作を行った後、装置の状態や動作結果がわかりやすくフィードバックされていると感じますか？」			○			
2-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 操作画面のわかりやすさ 「遠隔操作ボタンや設定項目の配置はわかりやすいと感じますか？」			○			
2. 操作手順のわかりやすさ 「遠隔操作を行う際、操作手順がわかりやすいと感じますか？」			○			
3. 誤操作の防止策 「重要な操作や危険を伴う操作などに対し、確認ダイアログや誤操作防止の工夫が十分だと感じますか？」				○		
4. 状態確認のしやすさ 「遠隔操作を行う際、装置の現在状態を簡単に確認することが出来ている感じますか？」				○		

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料1 (6/6) : アンケート結果 (渡辺農園 : 防犯・害獣対策)

3. 監視カメラの画像確認機能

3-1. 画像・品質に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 画像の解像度・鮮明度 「監視カメラの画像の解像度や画質に満足していますか？」			○			
2. 画像の遅延や途切れ 「画像が遅延したり、途切れたりせず安定して閲覧できると感じますか？」			○			
3. 夜間や暗所での画像の見やすさ 「夜間や暗所でもカメラの画像が十分に確認できると感じますか？」			○			
4. 検知の正確さ 「人物・害獣に対する検知の正確さに満足していますか？」			○			
3-2. 操作性に関する質問	5 かなり満足 している	4 満足してい るがまだ改 善が必要	3 ある程度満 足できるが 改善が必要	2 あまり満足 していない	1 満足してい ない	0 評価不能
1. 操作画面の見やすさ 「スマートフォンでカメラ映像を確認する際、画面レイアウトがわかりやすいと感じますか？」			○			
2. カメラ切り替えのしやすさ 「見たいカメラや日時の切り替えの操作はスムーズだと感じますか？」			○			
3. 検知画像の確認 「検知画像を簡単に表示できると感じますか？」			○			
4. 検知アラーム連動 「スマートフォンへのアラーム検知機能について、使いやすいと感じますか？」						○

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

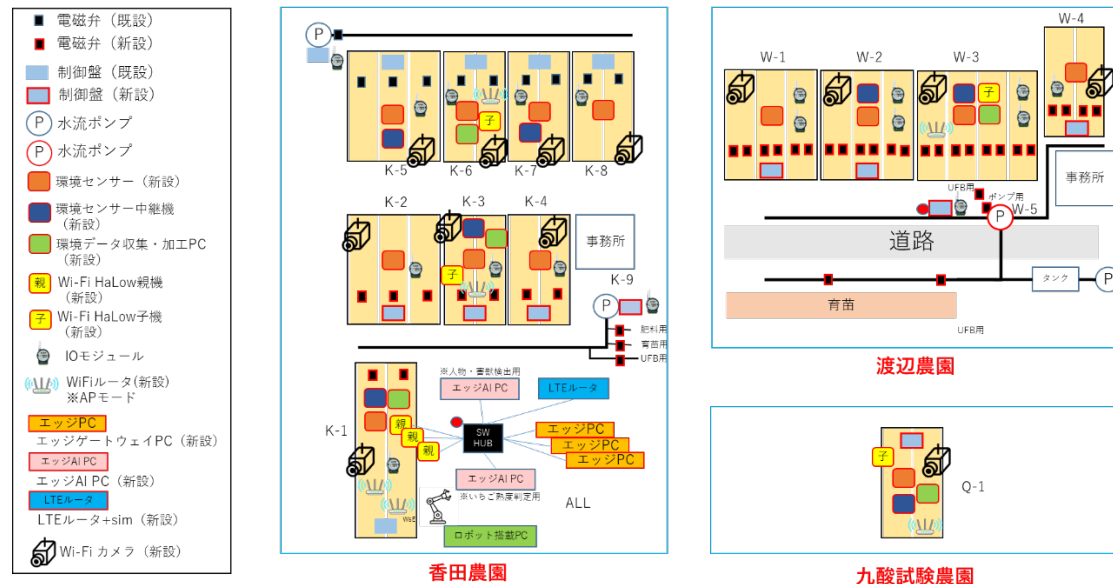
② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (1/32) : 1.実証フィールドについて

1-1.実証事業のエッジシステムの全体構成について

以下に今回の実証事業で構築するエッジシステムの全体構成を示す。

実証フィールドの対象は、直方市新入地域のいちご農園 2 か所と試験農園1か所であり、「香田農園」、「渡辺農園」「九酸試験農園」が該当する。
設置するデバイス等の詳細も示している。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (2/32) : 1.実証フィールドについて

次に、今回の実証事業で最も重要な無線技術となるWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)の基地局(親機：香田農園K-1ハウス外の建柱ポール)から各子機のデバイス間距離を以下に示す。

香田農園K-1から香田農園K-3まで



香田農園K-1から香田農園K-6まで



香田農園K-1から渡辺農園W-3まで



香田農園K-1から九酸試験農園Q-1まで



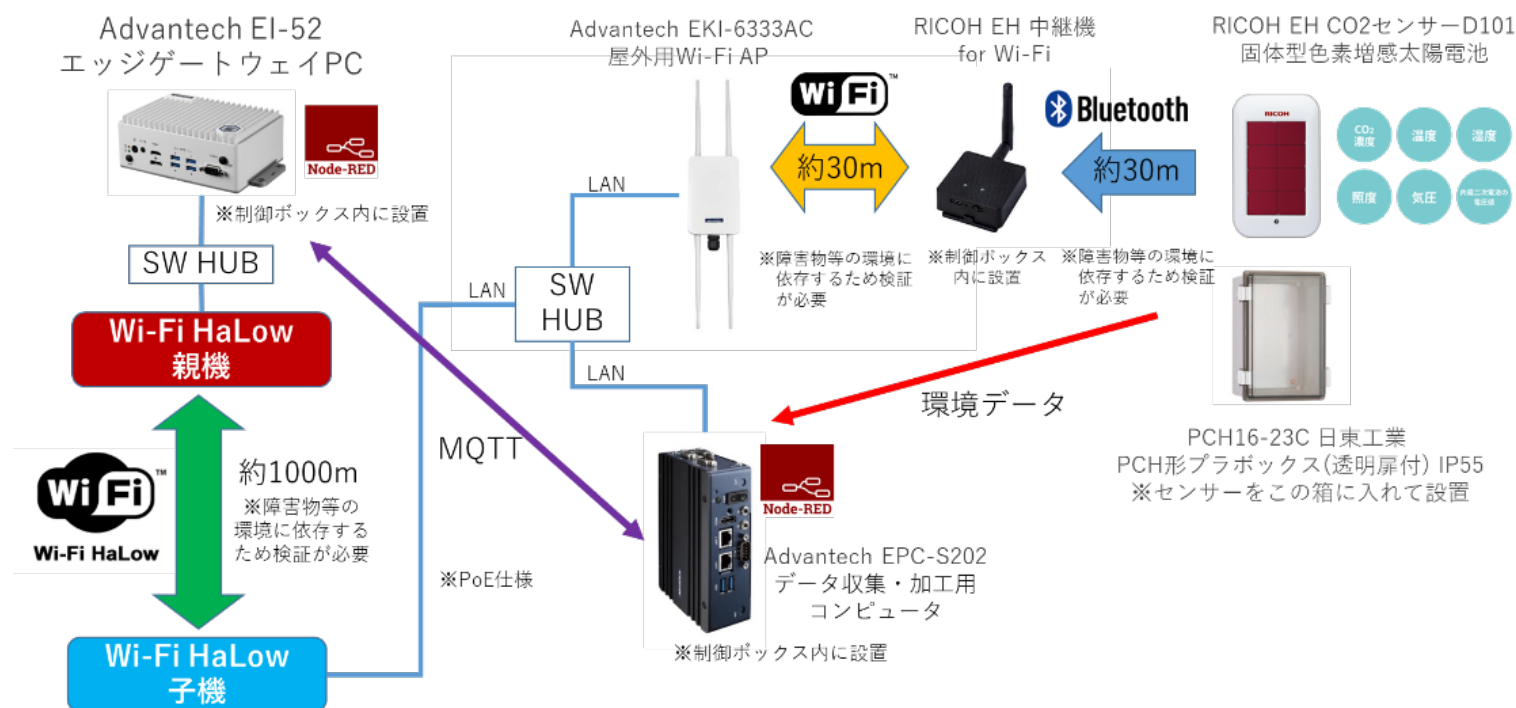
② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (3/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

2-1.ハウス環境状態遠隔確認ソリューションのシステム構成概要

ハウス環境状態遠隔確認ソリューションのシステム構成の概略を以下の図に示す。

ハウス内に設置された環境センサーは、無線方式(BLE)でデータ送信でき、かつ固体型色素増感太陽電池を有するものであるため、電源ケーブルや通信ケーブルの設置は必要ない。環境センサーでセンシングされた環境データは中継器に送られて、その後Wi-Fi(2.4GHz)のアクセスポイントを介してデータ収集・加工用コンピュータに送られる。データ収集・加工用コンピュータでは収集された環境データを加工し、Wi-Fi HaLow経由でMQTT通信によりエッジゲートウェイコンピュータに送られてインターネット上のクラウド管理システムとLTE通信を介して連携する仕組みである。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (4/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

2-2.環境センサーとその周辺機器

(1)環境センサーと中継器の仕様および機能

今回の実証実験では、設置の容易さ、信頼性、およびメンテナンス性から環境センサーとして以下を採用する。また、複数の環境センサーのデータを無線環境で収集するため、オプションの中継器も採用する。

また、環境センサーは防雨対応ではないため、防雨型の樹脂製ケースに入れることで防雨対応できるようにする。

【環境センサー】

製品名：固体型色素増感太陽電池 RICOH EH CO2センサー-D101

メーカー：ROCOH

可能なセンシング：CO2濃度、温度、湿度、照度、気圧

通信方式：BLE

詳細な仕様： <https://industry.ricoh.com/dye-sensitized-solar-cell/co2sensor>

【無線中継器】

製品名：RICOH EH 中継器 for Wi-Fi

メーカー：ROCOH

通信方式：BLE / Wi-Fi(IEEE 802.11b/g/n)

接続できる環境センサーの数：最大15台のD101

詳細な仕様： <https://industry.ricoh.com/dye-sensitized-solar-cell/co2sensor>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (5/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

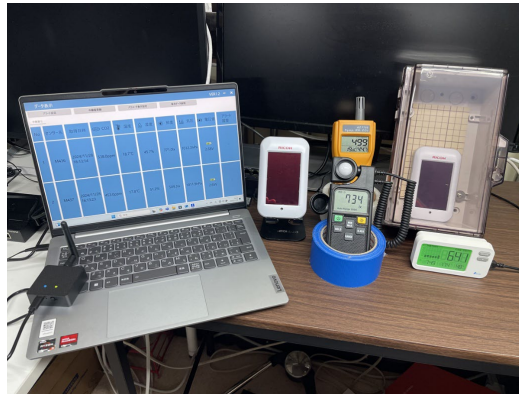
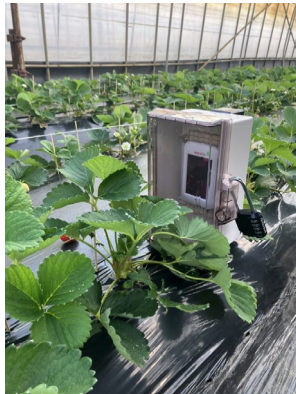
【防雨対応の樹脂製ケース】

製品名：コンピュータH16-23C

メーカー：ROCOH

防水・防塵対応：IP55

詳細な仕様：<https://ntec.nito.co.jp/content/ppreview.html?code=C684-C1729-C1734-S5654>



なお、環境センサーを防雨対応の樹脂製ケースに入れた場合と入れない場合の各センシングデータの差異を調査した結果、照度において700lxあたり約100lxの誤差が生じたが、他のセンシングデータにほとんど差異は確認できなかった。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (6/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

(2) Wi-Fi アクセスポイントの仕様および機能

(1)の無線中継器とWi-Fi(2.4GHz)で通信をおこなうWi-Fi アクセスポイントは、屋外で使用が可能な以下の機種を採用する。

【Wi-Fiアクセスポイント】

製品名：EKI-6333AC-1GPO

メーカー：Advantech

対応無線：IEEE 802.11 a/b/g/n/ac

防水・防塵対応：IP67

動作温度帯：-20 ～ 60 °C

詳細な仕様： https://www.advantech.com/ja-jp/products/c2ffc027-1f44-45b4-ba3b-1395e2140076/eki-6333ac-1gpo/mod_9cde62fc-671d-4df8-902a-242efaef95a2



(3) BLE／Wi-Fi(2.4GHz)による環境データ収集

環境センサーのデータはBLE経由で中継器に送られる。中継器ではそのデータをWi-Fi(2.4GHz)により中継することで上位のシステムに送ることができる。

中継器は、以下のようにWi-Fi子機としてWi-Fi APと接続することで上位システムに接続し、環境センサーのデータをデータ収集・加工用コンピュータへ送る。

※データ収集・加工用コンピュータの詳細については「2-2.環境データの収集とクラウドシステムとの連携」を参照。

(4)環境データについて

環境センサーからデータ収集加工コンピュータに送られてきた環境データは、データ収集加工コンピュータ上に実装した専用ソフトウェア(RICOH社提供)により収集され、csv形式で取得可能である。

データ収集加工コンピュータではNodeREDによりこのcsv形式の環境センサーのデータを取得する。

(5)環境センサーのメンテナンス

環境センサーが故障した場合、新しい環境センサーを中継器とBLEペアリングさせてユニークなIDを中継器に登録し、アクティベートすることで環境データの収集が可能となる。この作業は、データ収集・加工用コンピュータに実装されている、前述した専用ソフトウェア(RICOH社提供)上で可能である。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (7/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

2-3.環境データの収集とクラウドシステムとの連携

(1)データ収集・加工用コンピュータの仕様および機能
各センシングエリアの環境データを収集するコンピュータの情報を下記に示す。

○Advantech社製 EPC-S202

Intel® Atom™ E3950

Onboard 4GB LPDDR4-2400MT/s, 32GB eMMC

Operating Temperature -20 ~ 60 °C

Storage Temperature -40 ~ 85 °C

Semi-Industry Fanless slim system, Din Rail or Wall mount design

Support HDMI x 1 , GbE x 2 USB 3.0 x 2, COM x 2, DIO x 2

Flexible expansion M.2 E key, F/S miniPCIe

Dimensions (W x H x D) 139 x100 x 44mm

Weight 0.6kg

12V power input, default is 12V phoenix 2 pin connector



このデータ収集・加工用コンピュータ内にオープンソースのローコードプログラミングツールであるNode-REDを実装してデータ処理を行う。データ収集・加工用コンピュータでは、Wi-Fi HaLow子機より下位のシステムのデータ処理・制御をおこない、主に以下の①～③の3つの役割を担っている。

①センシングデータの収集およびエッジゲートウェイコンピュータへの送信

1.1にて示した環境センサーは通常、専用のWindowsアプリ内で計測値を確認するか手動でcsvデータのログを出力する方法でのみ計測値を取り扱い、外部アプリケーションとの連携のためのAPIは提供されていない。そこで、専用アプリが構築しているSQLiteによるデータベースに対してNode-REDから定期的にデータ取得を行うことで本システムとの連携を行う。各ハウス内のセンサデータをNode-REDにて一時ストアし、Wi-Fi HaLowのDuty Window間隔（今回は1分）ごとにデータをまとめてエッジゲートウェイへ送信する。

②リモートIOモジュールの制御

データ収集・加工用コンピュータにMQTTブローカー(mosquitto)を実装し、設備制御のためのリモートIOモジュールの制御や状態情報のクラウド送信を行う。これについては3章にて詳細を述べる。

③防犯・害獣対策用カメラ画像送信

各ハウスに設置された監視カメラから定期的に画像を受け取り、エッジAI コンピュータへ画像を送信する。これについては4章にて詳細を述べる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (8/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

(2)エッジゲートウェイコンピュータの仕様および機能

データ収集・加工用コンピュータとクラウド間でデータ処理を行うエッジゲートウェイコンピュータの情報を下記に示す。

○Advantech社製 EI-52

Intel® 第11世代 Celeron® 6305E

8GB DDR4-2666 SO-DIMM (max 64GB), 64GB SATA Slim SSD

Operating Temperature -10 ~ 50 °C

Storage Temperature -40 ~ 85 °C

Semi-Industry Fanless slim system, Wall mount design

Support HDMI 2.0b x 1, DP 1.4a x 1, GbE x 2, USB 3.0 x 4, USB 2.0 x 2, COM x 2

Flexible expansion M.2 2280 M key, F/S miniPCIE

Dimensions (W x H x D) 156 x 60 x 112mm

Weight 0.95kg

19V DC power input



このエッジゲートウェイコンピュータ内にNode-REDを実装してデータ処理を行う。データ収集・加工用コンピュータでは、データ収集・加工用コンピュータから受け取ったセンサデータおよびIOモジュール状態情報を全て集約し、クラウドへ送信する。エッジゲートウェイコンピュータは農園ごとに1台設置する。また、クラウドから送られてきた制御信号を受け取り、適切なデータ収集・加工用コンピュータへ制御信号の振り分けを行う。

(3)エッジシステム間の連携

エッジゲートウェイコンピュータにはMQTTブローカー(mosquitto)を実装し、各データ収集・加工用コンピュータとMQTTにて軽量の通信を行う。HTTP通信と比較し、MQTTの方がオーバーヘッドは小さく、Wi-Fi HaLow区間の通信時にDuty window制限内通信可能データ量を圧迫しづらいためMQTT通信を選定した。また、QoSは1としている。

(4)エッジシステムとクラウドシステムとの連携

下記のデータを5分ごとに送信する。5分という時間間隔は、センサーが工場出荷時の計測頻度に基づいている。

- ・温度データ
- ・湿度データ
- ・CO2濃度データ
- ・照度データ
- ・気圧データ
- ・バッテリー電圧データ

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (9/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

2-4.Wi-Fi HaLowによる環境データ送信品質

(1)Wi-Fi HaLowデバイスの仕様および機能

今回の実証実験では実証期間に調達が可能であった以下のWi-Fi HaLowデバイスを採用する。

【Wi-Fi HaLowデバイス】

製品名：[親機]温度拡張版AP-100AH(JP)

[子機]温度拡張版BR-100AH(JP)

メーカー：サイレックステクノロジー

温度条件：温度条件：-20～60℃

湿度条件：20～90%RH（結露なきこと）

詳細な仕様：<https://www.silex.jp/products/accesspoint/list/ap100ah-extemp>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (10/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

(2)検証結果 (3 農園の検証結果)

通信品質調査のため、iperf3によるTCPレイヤのスループット計測を実施した。

○香田農園

香田農園にはWi-Fi HaLowの子機が2台あり、それぞれ親機と見通しは良好な環境である。K-3のハウスに設置されたエリアの子機を子機1、K-6のハウスに設置されたエリアの子機を子機2とし、各子機の距離/RSSI/帯域幅は下記の表のとおりである。

	親機-子機間の距離	RSSI	帯域幅
子機1	約130m	-70dBm	2MHz
子機2	約240m	-75dBm	2MHz

また、スループット計測3回の平均を下記にまとめる

・子機1

Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
sender	1.08M	1.26M	943K
receiver	827K	1.04M	517K

・子機2

Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
sender	977K	1.15M	839K
receiver	690K	732K	617K

○渡邊農園

	親機-子機間の距離	RSSI	帯域幅
子機1	約500m	-74dBm	2MHz

スループット計測結果

Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
sender	1.57M	1.68M	1.57M
receiver	1.46M	1.57M	1.36M

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (11/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

○九酸農園試験場

	親機-子機間の距離	RSSI	帯域幅
子機1	約660m	-90dBm	1MHz

九酸農園試験場では、アンテナ設置前に敷地内で通信テストをおこない疎通確認していたが、実際にアンテナを設置した場所ではpingもほとんど届かなく、iperfは一度も通信できなく、通信がとても不安定であった。その際、アンテナ位置を1mほど高所に移設させても通信状況の改善はできなかった。その際のアンテナ設置状況を下記に示す。



画像に示す通り、Wi-Fi HaLow子機のアンテナに対して親機方向の直前に建設物があり、これにより、第一フレネルゾーンの損失が大きいことによる通信の不安定さが考察される。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (12/32) : 2.ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

前述の考察を検証すべく、同一敷地内で親機方向に対して約30m左に平行移動させた位置にて再度スループット計測を行った。下記に実験時の様子を示す。



画像に示す通り、障害物となっていた建物を避ける位置に子機を置き、スループット計測を行った。なお、本計測時は180秒間連続した計測を行った。

Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
sender	146K	2.01M	0
receiver	139K	2.01M	0

平均値は146Kbpsほどだが、計測時変化を見ると通信開始から約10秒間は1.05Mbpsほどで安定していたが、その後0bpsと通信が途切れた。しかし、計測開始から62秒後に再び同様の値の変化となり、122秒後でも同じ変化が見られた。つまりDuty windowを60秒に設定していることから、通信可能時間の総和の1/10の制限により約10秒間のみ通信が安定したと考えられる。Duty window制限にかかる前であれば約1.00Mbpsほどのスループットを確認できた。よって、親機との距離が同じでも目前に通信を遮るような障害物がなければ安定した通信が可能であることを確認した。アンテナ設置の際はLoS(Line of Sight)が重要であることが分かった。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

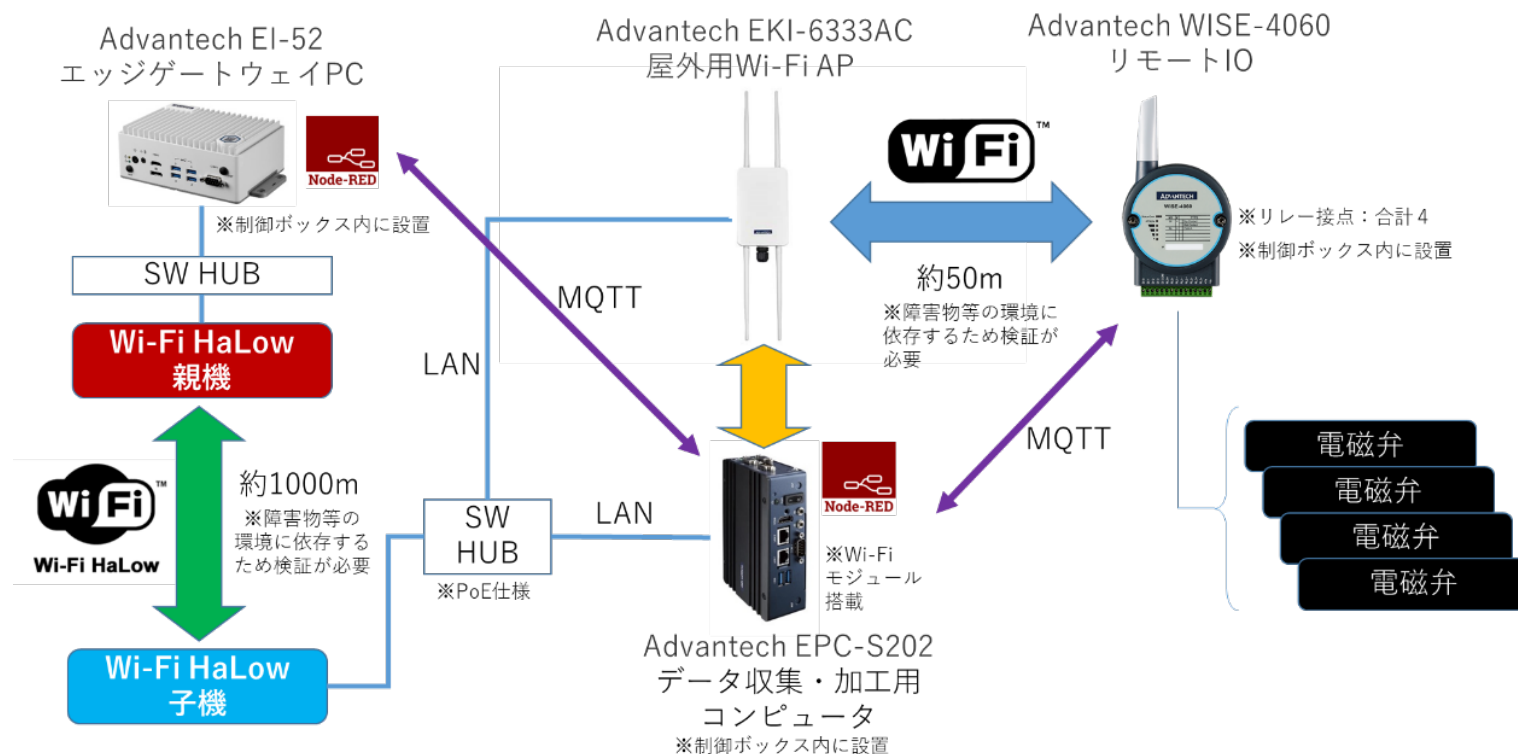
② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (13/32) : 3.ハウス内設備自動制御システムソリューション

3-1.ハウス内設備自動制御ソリューションのシステム構成概要

ハウス内設備自動制御ソリューションのシステム構成の概略を以下の図に示す。

インターネット上のクラウド管理システムより、電磁弁開閉の指示信号をLTE通信経由でエッジゲートウェイコンピュータが受信すると、その指示信号はエッジゲートウェイコンピュータからデータ収集・加工用コンピュータにWiFi HaLow経由でMQTT通信により送られる。データ収集・加工用コンピュータは指示信号を受け取るとWiFi(2.4GHz)経由でその指示信号に基づきリレー接点の開閉信号をIOモジュールに送る。IOモジュールは受信したリレー接点の開閉信号に基づき、リレー接点のON/OFFをおこなうことで、ハウス内の灌水用电磁弁・ポンプ用电磁開閉器・酸素バブル供給用电磁弁・液肥供給用电磁弁の電源ON/OFFを制御できる仕組みである。



② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (14/32) : 3.ハウス内設備自動制御システムソリューション

3-2.IOモジュール

(1)IOモジュールの仕様および機能

灌水のための電磁弁制御を行うIOモジュールの情報を下記に示す

○Advantech社製 WISE-4060

WLAN IEEE 802.11b/g/n 2.4GHz

Outdoor Range 110m with line of sight

Connectors Plug-in screw terminal block (I/O and power)

Power Input 10 ~ 30 VDC

Power Consumption 2.5 W @ 24 VDC

Operating Temperature -25 ~ 70°C (-13~158°F)

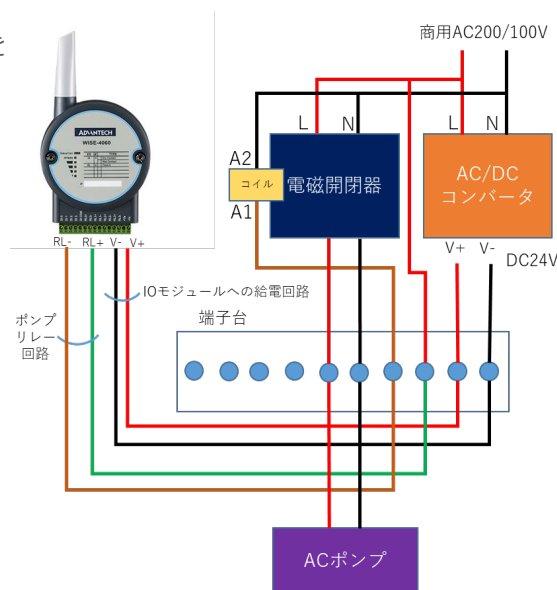
Supported Protocols Modbus/TCP, TCP/IP, UDP, DHCP, and HTTP, MQTT



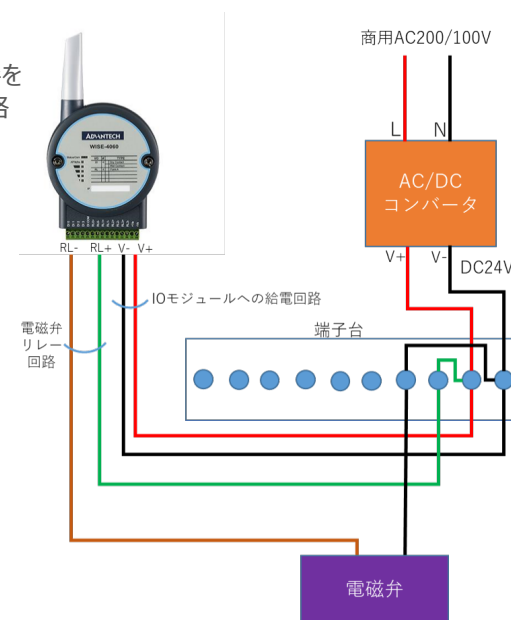
このIOモジュールは、Wi-Fiによる無線通信にて自身が持っているリレー接点のON/OFF制御が可能である。これにより電磁弁のDC24V印加をON/OFF制御することで遠隔からの灌水制御を行う。そのため、電源を入り切りすることで制御可能な機器や設備であればメーカーを問わず、本システムに導入が可能である。なお、本IOモジュールはリレー接点（ドライ）のみであるため、IOモジュールのリレー接点と制御すべき設備(例：ポンプ、灌水電磁弁)の間の電気回路には別に電源の印加が必要である。

詳細の電気回路は以下のとおりである。

- AC100V駆動のポンプをON/OFFする電気回路



- DC24V駆動の電磁弁をON/OFFする電気回路



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (15/32) : 3.ハウス内設備自動制御システムソリューション

(2)ポンプ、灌水用電磁弁、酸素バブル供給装置、液肥供給装置との連携

IOモジュールは1台につき4つのリレー接点を有するため、最大4つの設備の電源ON/OFFを制御することができます。そのため、例えば1つのハウスの中に制御させたい電磁弁が6つある場合はIOモジュールが2台必要となる。本製品のリレー接点のターミナル部に大元ポンプ制御用電磁開閉器、灌水用電磁弁、酸素バブル供給用電磁弁や液肥供給用電磁弁を接続させることで遠隔からの自動制御が可能となる。



(3)データ収集・加工用コンピュータとの連携

IOモジュールはデータ収集・加工用コンピュータ内のMQTTブローカーを介してMQTTにてデータ収集・加工用コンピュータと通信を行う。IOモジュールからは1秒ごとにリレー接点状態信号をデータ収集・加工用コンピュータに送信しており、接点状態の変更をデータ収集・加工用コンピュータで監視している。そのため、クラウドからの制御指示が送られた場合、IOモジュールへ制御信号を送信し、接点の変更を検知したらクラウドへ制御結果を送信する。これらの接点状態監視により、通常、MQTTでは実行結果をレスポンスとして受け取ることはできず非同期となる制御信号を、ほぼリアルタイムで制御結果を受け取ることが可能となる。

また、IOモジュール自体の状態を監視する仕組みも取り入れている。データ収集・加工用コンピュータは接点状態の変化時以外にも定常的にクラウドに接点状態を送信している。その際、状態情報を送信した後に、監視用変数にエラーステータスをセットする。IOモジュールが正常に動作しているときは1秒ごとの状態情報がエラーステータスを上書きするが、トラブルが起こったときには上書きできず、クラウドにエラーステータスを送信する。これにより、IOモジュールのトラブルを、制御時以外でもクラウド側から監視することが可能となる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (16/32) : 3.ハウス内設備自動制御システムソリューション

3-3.IOモジュール制御とクラウドシステムとの連携

(1)エッジシステム間の連携

データ収集・加工用コンピュータにて受け取った接点状態信号は直ちにエッジゲートウェイコンピュータに送信され、クラウドへ送信される。この間の通信はエッジゲートウェイコンピュータのMQTTブローカーを介している。これにより、Wi-Fi HaLow区間がどれだけ増えたとしても、MQTTブローカーへのアクセスは1ホップで行うことができ、ネットワークトラブルリスクを低減している。

(2)エッジシステムとクラウドシステムとの連携

エッジゲートウェイコンピュータとクラウド間はMQTTにて通信を行う。クラウドからは制御信号が送られてくる他、IOモジュール状態信号の送信指示が届く。よって、エッジゲートウェイコンピュータでは一時的に農園内に設定されているIOモジュールの接点状態をキャッシュしている。

3-4.Wi-Fi HaLowによる制御信号の送信品質

(1)検証結果 (2 農園の検証結果)

各農園でのクラウドからの制御テストを行った際の知見を報告する。クラウドから送られた制御信号については、Wi-Fi HaLow区間とハウス側のWi-Fi 4区間の2つの無線区間を経由する必要がある。制御テスト時は、2つのIOモジュールを除きほぼ遅延なく電磁弁操作が行われたことを確認した。渡邊農園のハウス1とハウス4に設置されたIOモジュールについては、最大で約10秒の遅延やパケットロスを確認した。

調査の結果、Wi-Fi HaLow区間における通信は問題なかったものの、IOモジュールとWi-Fi(2.4GHz)のアクセスポイント間の通信状態不良により遅延やパケットロスが発生していることが判明した。渡邊農園ではアクセスポイントがハウス3の前に設置しており、ハウス1とハウス4のIOモジュール間は40~50mほど距離が離れていることから通信が安定しなかった。どちらのIOモジュールもシールド付きアンテナケーブルを使い、アンテナをハウス内の高所に設置することで改善を試みた。これにより、ハウス4の通信トラブルは解消された。

しかし、ハウス1についてはハウスの外にアンテナを出しても、コネクションロスをしばしば確認した。よって、ハウス3の外にあるWi-Fiアクセスポイントとハウス1のIOモジュールの中間の位置にあるハウス2の制御ボックス内にWi-Fiルータを新規に設置することで電波を増幅することでこの問題を解決した。

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (17/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

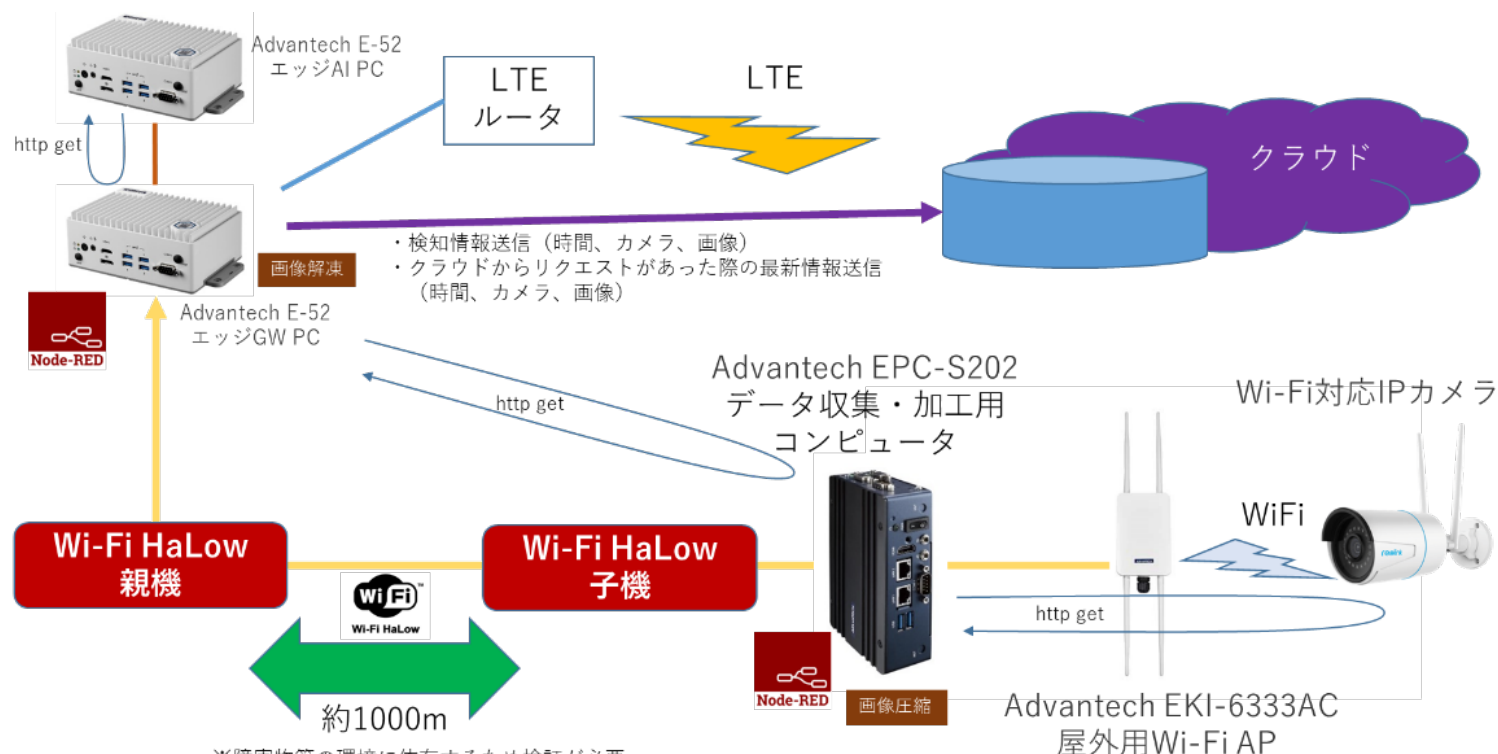
4-1.防犯・害獣対策カメラソリューションのシステム構成

防犯・害獣対策カメラソリューションのシステム構成の概略を以下の図に示す。

IPカメラで撮影された静止画像はWi-Fi(2.4GHz)経由でデータ収集・加工用コンピュータに送られて、画像圧縮されたのちにWi-Fi HaLow経由でエッジゲートウェイコンピュータに送られる。

エッジゲートウェイコンピュータは、エッジAIコンピュータとクラウドの管理システムの両方と連携をおこなう。

エッジAIコンピュータはIPカメラから送られてきた静止画像を、予め実装されたAIモデルを使って、人物と害獣を検出 (AI推論) して、結果をエッジゲートウェイコンピュータへ送る仕組みである。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (18/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

4-2.防犯・害獣対策のためのカメラ

(1)カメラの仕様および機能

今回の実証事業では「なるべく安価なもので、サプライチェーンリスクが少なく、必要な機能を備えた」IPカメラを採用した。採用したIPカメラは以下である。

製品名 : RLC-510WA

メーカー : Reolink

通信方式 : Wi-Fi(2.4GHz/5GHz)

防水・防塵性能 : IP67

詳細な仕様 : <https://reolink.com/jp/product/rlc-510wa/>



(2)カメラ画像データについて

本実証では、実証環境を考慮したうえでWi-Fi HaLowの伝送帯域を使って送信できる最大の解像度Full HDの静止画（1920*1080 pixel）をデータとして活用する。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (19/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

4-3.カメラ画像データの収集とクラウドシステムとの連携

(1)エッジシステム間の連携

使用するIPカメラには、静止画 (1920*1080) を取得するAPIが提供されている。

データ収集・加工用コンピュータがWi-Fi 4を介して20秒ごとにエリア内のすべてのIPカメラから画像を取得し、一時的にストアする。取得した画像のファイル名は命名規則に従い” (データ収集・加工用コンピュータ_ID)_(デバイス_ID)_(撮影日時)[_追加情報(検知有無、指示を受けての送信など)].jpeg”形式に変更する。

データ収集・加工用コンピュータは、カメラ画像取得とは非同期ですべてのカメラ画像の最新の画像 (本実証では最大4つ) をzipにしてまとめ、エッジAI コンピュータへHTTPプロトコルにて送信する。HTTP通信は1回の通信のオーバーヘッドが大きいため、複数のカメラ画像をデータ収集・加工用コンピュータでzip化することで、Wi-Fi HaLow区間のデータ通信を減らす工夫を行っている。

エッジAI コンピュータは受信したzipを展開し、一時的にストアさせる。各ディレクトリのファイル操作をAIプログラムが監視し、ファイル操作が発生したフォルダの画像に対して物体認識を行う。人物や害獣が検出できなかった場合は、検出なしのレスポンスをローカルに返す。検出した場合は、検出内容と検出対象部にバウンディングBOXで明示的に示した画像をBase64形式でローカルプログラムに返す。検出画像のファイル名の末尾に検出した物体名を追加したのち、クラウドへ送信する。検出時の例を下記の画像に示す。



(2)エッジシステムとクラウドシステムとの連携

エッジAI コンピュータとクラウド間にはSFTPにて画像転送を行う。エッジAI コンピュータでは、20秒ごとに受け取った画像を一時的にストアしており、5分ごとにクラウドへ送信する。送信後はストアしておいた画像を全て消去する。なお、AIにて物体検出を行った場合は、このサイクルに限らず即時にクラウドへ送信する。また、クラウドから最新の画像の送信を求められた場合は、現時点でエッジAI コンピュータがストアしている最新の画像を送信する。

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (20/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

4-4.人物・害獣検知のためのエッジAIシステム

(1)エッジAI コンピュータの仕様および機能

人物・害獣検知のためのエッジAIコンピュータの情報を下記に示す。

○Advantech社製 EI-52

Intel® 第11世代 Corei5-1145G7E

16GB DDR4-2400 SO-DIMM (max 64GB), 64GB SATA Slim SSD

Operating Temperature -10 ~ 50 °C

Storage Temperature -40 ~ 85 °C

Semi-Industry Fanless slim system, Wall mount design

Support HDMI 2.0b x 1, DP 1.4a x 1, GbE x 2, USB 3.0 x 4, USB 2.0 x 2, COM x 2

Flexible expansion M.2 2280 M key, F/S miniPCIe

Dimensions (W x H x D) 156 x 60 x 112mm

Weight 0.95kg

19V DC power input



(2)A I モデルについて

今回の野生動物検知を目的とした画像認識モデルの有効性の調査を行うために最適な画像認識手法を模索した結果、YOLOv8が最適であると判断した。

YOLOv8はこれまで開発されてきた画像認識モデルYOLOシリーズのバージョン8にあたり、YOLOシリーズは文献の引用数も多く、これまで多くの使用例があることが今回用いる理由である。また、画像認識は画像データ（行列）を多く扱うため、行列演算に強いとされるGPUでの学習・推論が一般的である。しかし今回はCPUでの推論となるが、このYOLOシリーズは精度と計算量のバランスが良いとされており、これもこのモデルを選んだ理由の一つである。

画像認識モデルYOLO (You Only Look Once) シリーズは2015年に初版が開発され、オープンソースの画像認識モデルとして他の画像認識モデルSSDやRetinaNetなどと肩を並べてきた。2018年にリリースされた第3版となるYOLO v3はその精度と計算量の少なさから高い評価を受けている。その第8版となるYOLOv8は、計算量とモデル精度のバランスを変えた5つのモデルサイズ（画像参照）が選択できることが特徴である。

現在（2025年2月）最新はv12。

				
Nano	Small	Medium	Large	XLarge
YOLOv8n	YOLOv8s	YOLOv8m	YOLOv8l	YOLOv8x
6.5 MB	22.6 MB	52.1 MB	87.8 MB	136.9 MB
0.99 ms _{A100}	1.2 ms _{A100}	1.83 ms _{A100}	2.39 ms _{A100}	3.53 ms _{A100}
37.3 mAP _{COCO}	44.9 mAP _{COCO}	50.2 mAP _{COCO}	52.9 mAP _{COCO}	53.9 mAP _{COCO}

画像：YOLOv8の5つのモデルタイプ

参考：<https://pyimagesearch.com/2023/05/01/training-the-yolov8-object-detector-for-oak-d/>

本実証では中間にあたるYOLOv8mをメインモデルとして起用した。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (21/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

(3)学習環境について

画像認識モデルを学習する環境について述べる。

環境 : ADVANTECH AIR-520 A5000(24GB GRAM)x2

言語 : Python 3.9.12

学習に使用した画像枚数は右のとおりである。

クラス	枚数
カラス	120
サル	99
イノシシ	40
人物	-

表 : 各データセットの学習使用枚数

人物に関しては、YOLOのデフォルトの学習済みモデル(COCOデータセット)の精度が高いため、そのまま用いることとした。

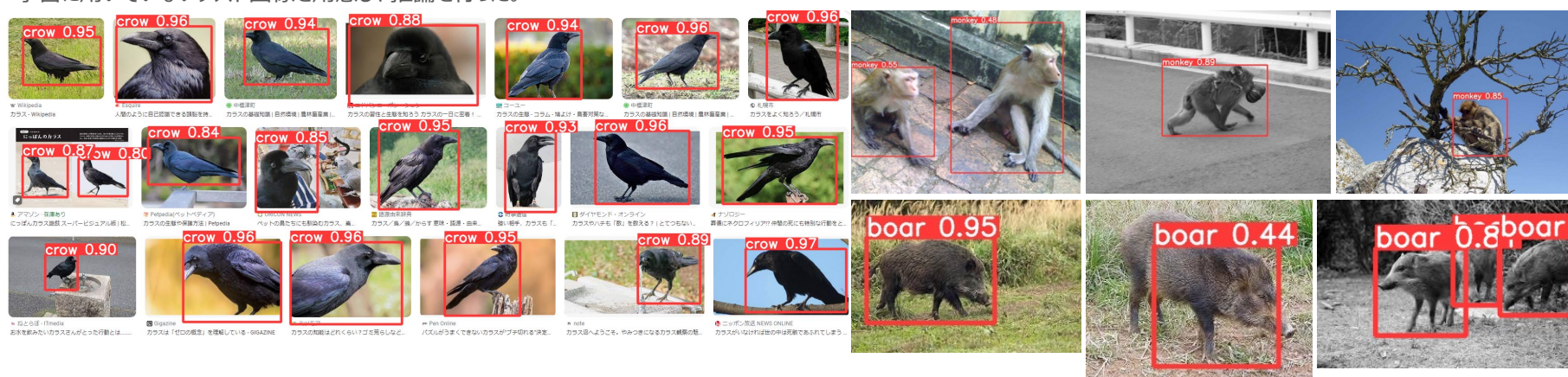
クラスごとに、モデルを作成し、1回の推論でモデルごとに推論する形をとった。

これは、学習枚数がクラスごとにまちまちであり、同一モデルに対して学習を行うとクラスごとの偏りが生じると考えられるためである。

学習は400エポック行い、mAPが一定に収束していることを確認した。

(4)学習結果について

学習に用いていないテスト画像を用意し、推論を行った。



各クラスにおいて、用意したテスト画像の全てにおいて検出が確認された。

しかし、用意した画像は検出対象が鮮明に写っており、条件としては比較的良好な状態と言える。

そのため、実環境において100%の精度を保証するものではないということに留意する必要がある。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

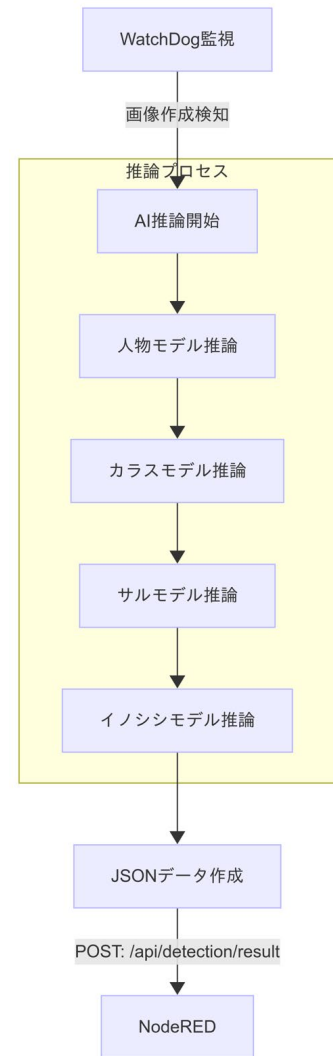
参考資料2 (22/32) : 4.防犯・害獣対策カメラソリューション

(5)人物・害獣検知のしくみ

今回構築したAI推論のワークフローを以下の図で説明する。

1. プロセス起動時にWatchDogを用いて、プロセス実行時のフォルダ内イベントを監視し、ファイルが作成され、その拡張子が.jpeg, .jpgの場合のみ、そのファイルパスを推論プロセスに渡す。
 2. 推論プロセス内では、4つのモデルそれぞれに inputs を渡し、推論を行う。
 3. 得られたデータを指定されたJSON形式となるようにまとめる
 4. 同一PC内で立ち上げたNode-REDに向けてREST API POSTを行い、終了。
- なお、JSONのスキーマは以下の通りである。

```
{
  "image_path": "input/imgel.jpg",
  "detection_count": 3, // トータルの検出数
  "detections": [
    {
      "type": "person", // 検出クラス person, crow, monkey, boar
      "count": 2, // 画像内の検出数
      "image_base64": "/jpg/base64/.....", // base64 画像
      "detection_details": [ // デバッグ用詳細情報
        {
          "name": "person", // クラス名
          "xmin": 100, // 矩形左上 X座標
          "ymin": 100, // 矩形左上 Y座標
          "xmax": 200, // 矩形右下 X座標
          "ymax": 200 // 矩形右下 Y座標
        }, ...
      ]
    },
    {
      "type": "crow",
      "count": 1,
      "image_base64": "/jpg/base64/....."
    }
  ],
  "error": false // 画像がデータ不正で推論できなかった場合のフラグ
}
```



② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (23/32) : 5.いちご自動収穫ロボットソリューション

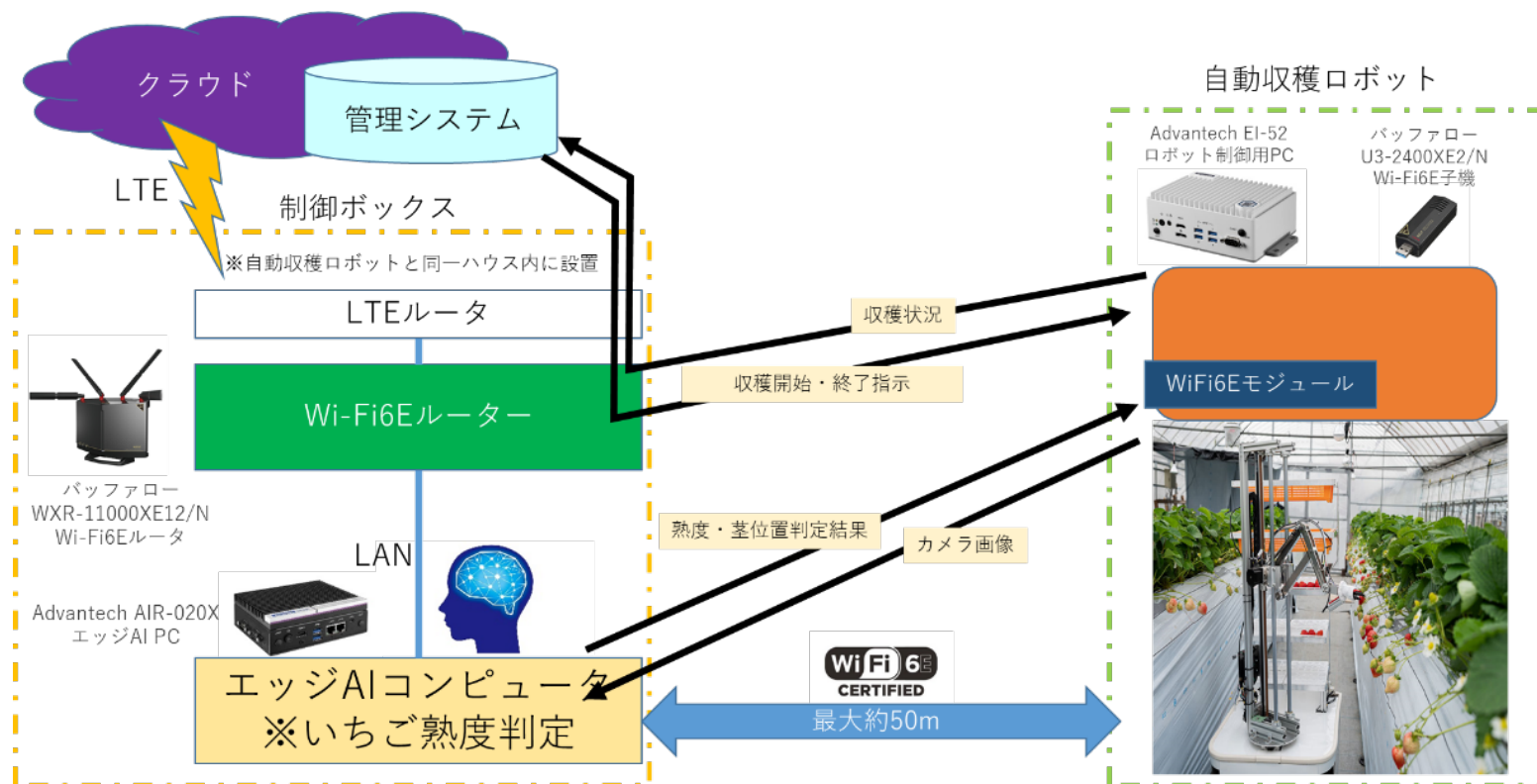
5-1.いちご自動収穫ロボットソリューションのシステム構成概要

いちご自動収穫ロボットソリューションのシステム構成の概略を以下の図に示す。

インターネット上のクラウド管理システムからいちごの収穫指示信号がLTEおよびエッジ側のWi-Fi6Eルータを経由していちご自動収穫ロボットに搭載されたロボット制御用コンピュータに送られる。またクラウド管理システムは設定された熟度の情報を前述した通信を経由してエッジAIコンピュータに送る。ロボット制御用コンピュータはロボットにいちご収穫開始を指示して収穫が開始される。

ロボットは移動しながら、搭載しているカメラの画像データをWi-Fi6E経由でエッジAIコンピュータに送る。エッジAIコンピュータは実装されているAIモデルを基に、クラウド管理システムから指示された熟度のいちごを、ロボット制御用コンピュータから送られてきた画像データから判断する（AI推論）。

エッジAIコンピュータは設定された熟度のいちごをAIで見つけた場合、それをロボット制御用コンピュータに送る。ロボット制御用コンピュータは指定されたいちごを収穫するためにロボットを制御して収穫させる仕組みである。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (24/32) : 5.いちご自動収穫ロボットソリューション

5-2.ロボット制御用コンピュータの仕様および機能

いちご自動収穫ロボットに搭載してロボット制御、およびエッジ AI コンピュータ、クラウド管理システムとの連携をおこなうロボット制御用コンピュータの情報を下記に示す。

○Advantech社製 EI-52

Intel® 第11世代 Core i5-1145G7E
16GB DDR4-2400 SO-DIMM (max 64GB), 64GB SATA Slim SSD
Operating Temperature -10 ~ 50 °C
Storage Temperature -40 ~ 85 °C
Semi-Industry Fanless slim system, Wall mount design
Support HDMI 2.0b x 1, DP 1.4a x 1, GbE x 2, USB 3.0 x 4, USB 2.0 x 2, COM x 2
Flexible expansion M.2 2280 M key, F/S miniPCIe
Dimensions (W x H x D) 156 x 60 x 112mm
Weight 0.95kg
19V DC power input



4-3.いちご熟度判定用エッジ AI コンピュータの仕様および機能

いちごの熟度を AI により識別するためのいちご熟度判定用エッジ AI コンピュータの情報を以下に示す。

○Advantech社製 AIR-020X

AI Inference System Based on NVIDIA® Jetson™ Xavier NX
8GB LPDDR4, 16G eMMC Flash, M.2 2280 128GB storage built-in
AI性能: 21 TOPS (INT8)
OS: Ubuntu 18.04 LTS
Operating Temperature -10 ~ 55 °C with 0.7 m/s air flow (non-throttling)
Fanless slim system, Wall mount design
Support Dual LAN, DIO, 2x COM, CANBus, 2x USB 3.2 and USB type C
Expansion IO: 1 x Full-size mPCIe with Nano SIM slot (USB/PCIe signal)
Dimensions (W x H x D) 138 x 110 x 43.6mm
Weight 0.85kg
19V DC power input



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (25/32) : 5.いちご自動収穫ロボットソリューション

5-4. Wi-Fi6Eルータと子機デバイスの仕様および機能

ロボット制御用コンピュータがクラウド管理サーバ、およびいちご熟度判定用エッジAIコンピュータと通信するためのWi-Fi6Eルータとその子機デバイスの情報を以下に示す。

製品名 : WXR-11000XE12/N

メーカー : バッファロー

通信方式 : Wi-Fi6E(IEEE 802.11ax 6GHz), 5GHz, 2.4GHz

詳細な仕様 : https://www.buffalo.jp/product/detail/wxr-11000xe12_n.html



製品名 : WI-U3-2400XE2/N

メーカー : バッファロー

通信方式 : Wi-Fi6E(IEEE 802.11ax 6GHz), 5GHz, 2.4GHz

詳細な仕様 : https://www.buffalo.jp/product/detail/wi-u3-2400xe2_n.html



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (26/32) : 5.いちご自動収穫ロボットソリューション

5-5. Wi-Fi6Eの通信品質の実証結果

いちご自動収穫ロボットの実証をおこなう香田農園の高設ハウスの圃場においてWi-Fi6Eの通信品質について検証をおこなった。結果を以下に示す。
通信品質調査のため、iperf3によるTCPレイヤのスループット計測を実施した。

【条件】●iperf3 インターバル：120sec

●Wi-Fi6Eデバイス設置高さ 親機：1.5m / 子機：0m(地面すれすれ)

<検証結果 1>

Wi-Fi6E親機～子機間の距離	Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
10m	sender	776Mbps	901Mbps	649Mbps
	receiver	776Mbps	987Mbps	640Mbps
20m	sender	745Mbps	818Mbps	664Mbps
	receiver	745Mbps	953Mbps	630Mbps
30m	sender	464Mbps	528Mbps	398Mbps
	receiver	464Mbps	521Mbps	397Mbps
40m	sender	278Mbps	567Mbps	88.1Mbps
	receiver	278Mbps	556Mbps	85.8Mbps
50m	sender	171Mbps	604Mbps	17Mbps
	receiver	171Mbps	664Mbps	11Mbps

実証現場のハウスは最長約50m。高設のハウスであるためWi-Fi HaLow子機を地面すれすれ（高さ0m）においた場合、右の写真のようにWi-Fi HaLowの親機と子機間は高設の棚段が障害物となり見通しは悪い条件となっている。

この見通しの悪い条件で、ハウス最長50mの距離で検証した<検証結果 1>をみると、親機と子機間の距離が0m～20mまではほとんどスループットは変化せずに平均的に約700Mbps以上の結果がでている。そして30mくらいの距離からスループットが悪化していき、50m付近では約170Mbpsまで悪化している。

ただ、平均170Mbpsでも一般的な画像送信には十分なネットワーク帯域であり今回の実証では問題はない。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (27/32) : 5.いちご自動収穫ロボットソリューション

次に、親機と子機間の距離が50m付近で、Wi-Fi6E子機デバイスを地面から1mの高さにして、親機と子機間の見通しを確保した状態でスループット計測を実施した。その結果が<検証結果 2>である。

【条件】●iperf3 インターバル：120sec

●Wi-Fi6Eデバイス設置高さ 親機：1.5m / 子機：1m(見通し確保)

<検証結果 2>

Wi-Fi6E親機～子機間の距離	Bitrate	平均(bps)	最大(bps)	最小(bps)
50m	sender	513Mbps	695Mbps	252Mbps
	receiver	513Mbps	670Mbps	242Mbps

結果として、スループットが平均約500Mbpsとなり著しく改善している。

このことにより、いちご自動収穫ロボットにWi-Fi6Eデバイス(アンテナ)を実装する際には、親機との見通しが確保できる位置に取り付ける方がWi-Fi6Eの最大限のスループットを期待できる。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (28/32) : 6.実証成果、および今後の課題

本実証事業以前は、香田農園の一部のハウスを対象（伝送距離約300m）に、環境センサーとIOモジュールを導入し、ハウス環境状態確認と電磁弁制御を遠隔から実施できるプロトタイプシステムを構築していた。

この旧システムの問題点としては、環境センサーが有線であることによる施設施工時のコスト増、そして、上り方向と下り方向の通信を別々の手法（上り方向LoRa、下り方向の通信をWiFi 2.4G）で構築していたため設備数の多さによる運用コスト増、Wi-Fi 2.4G長距離通信の不安定があげられる。

Wi-Fi 2.4Gは地点間の両端で建柱と指向性アンテナの設置が必要で、かつ晴天時約200kbps程度の通信帯域も雨天時には通信品質が著しく悪化してパケットロスが頻発する状況であった。

今回の実証事業では、上下方向の長距離通信にWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)を使用してネットワークを構築した。これにより非常にシンプルなネットワーク構成となり、かつ無線環境センサーを導入したため、設置時と運用時のコストの低減が可能となった。

今回の実証現場では直線距離で最大約50m、300m、400m、700m離れた地点間の通信にWi-FiHaLowを使ったが、環境センサーからエッジGWコンピュータ向けのデータ、エッジGWコンピュータからIOモジュールへの制御データ、およびIPカメラからエッジGWコンピュータ向けの静止画像データのやり取りが実現できた。

Wi-Fi HaLowのduty windowを考慮すると、今回の実証環境において上記3種類のデータの送受信をストレスなく実現するためには、特に容量の大きなIPカメラの静止画像データはFull HD(1080p)を圧縮して伝送することが必要であった。

また、一番距離の大きな区間(約700m)では、見通しが悪い環境においてはRSSI値に関係なく、著しく通信品質が劣化することがわかった。

距離が大きくなるほど、「見通しが良い」（フレネルゾーンがしっかり確保されている）環境構築が重要となり、そのためのWi-Fi HaLowのアンテナ設置が大切であることがわかった。（九酸試験農園 Q-1）

また、今回のシステムではハウスの環境センサー中継器、IOモジュール、およびIPカメラをWi-Fiアクセスポイント（2.4GHz）経由でデータ収集・加工用コンピュータと通信させているが、約50m離れた見通しの悪い環境であると電波状況が悪くなり通信品質の低下をもたらすことがわかった。これについてはアンテナの調整、場合によってはWi-Fiルーターを設置することで改善した。（香田農園 K-9、渡辺農園W-1およびW-4）

さらに環境センサーと環境センサー中継器との間のBLE通信においても見通しの悪さによる電波環境悪化により通信品質の低下を招いたケースがあった。こちらはハウス内で環境センサーの位置をなるべく環境センサー中継器側に近い位置に移動することで改善した。（香田農園 K-1）

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

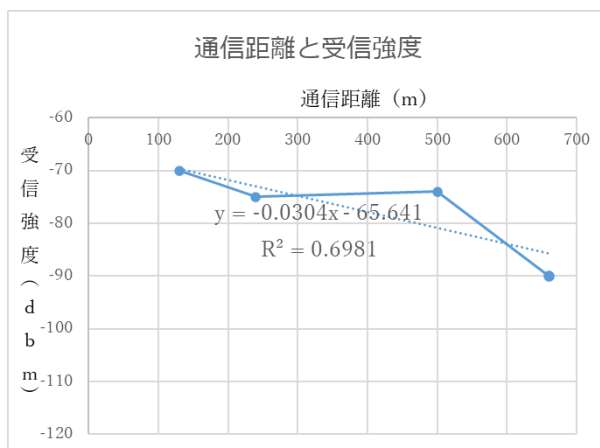
② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (29/32) : 6.実証成果、および今後の課題

今回の実証においてWi-Fi HaLowの親機と子機のデバイス間の距離と電波強度について実測値とそれを線形近似すると以下の通りとなった。

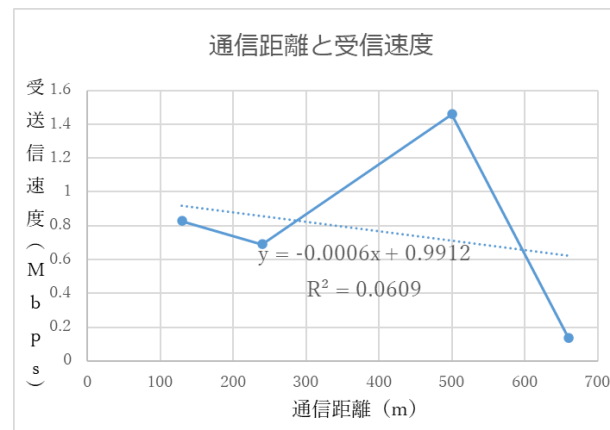
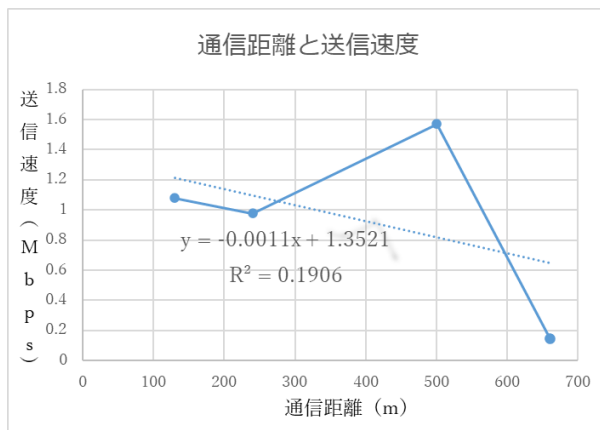
※母数は香田農園2か所、渡辺農園1か所、九酸試験農園1か所の合計“4”である。

(1) 距離と電波強度の関係



次に、親機と子機のデバイス間の距離と送受信速度について実測値とそれを線形近似すると次の通りとなった。

◆ 距離と送受信速度の関係



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (30/32) : 6.実証成果、および今後の課題

距離約500mは渡辺農園であるが、渡辺農園では今回の実証で、“ハウス外に建柱したポール上、地面からの高さ約4.5m”にWi-Fi HaLowのアンテナを設置しており非常に見通しの良い環境である。

逆に香田農園の2か所は“距離約130mかつ地上から1.5mのハウス内”、および“距離約240mかつ地上から2mのハウス内”、そして九酸試験農園の1か所は“距離約660mかつ地上から4mのハウス外”にWi-Fi HaLowのアンテナを設置しておりいずれも見通しの良くない環境である。

結果として、香田農園の2か所は距離が比較的基地局近傍（300m以内）にあるため電波強度が大きい分、見通しが悪くても送受信速度は0.6Mbps以上を確保できている。

渡辺農園については、見通しを十分に確保した環境であるため、香田農園よりも約2倍の距離があるにも関わらず、電波強度は香田農園と同等の大きさで、かつ送受信速度においては1.6倍～2倍の結果となっている。

線形近似の結果をみると、もし渡辺農園において、香田農園と同様にポールを建柱せずにハウス内の見通しの良くない場所にWi-Fi HaLowのアンテナを設置することを想定すると、電波強度は確実に-80dbm以下となり、かつ送受信速度は0.7Mbpsとなり、28個の電磁弁制御、カメラ4台の静止画像送信という過酷な要求を満たす通信品質を確保することは非常に難しいであろう。

香田農園についても渡辺農園と同様に、ハウスの外にポールを建柱し、Wi-Fi HaLowのアンテナをポールの高所に設置し、見通しを十分に確保すれば、距離が近い分、渡辺農園よりも良い結果が期待できる。

ただ、香田農園のように基地局近傍(距離約250m以下)で、ポール建柱をせずとも送受信速度が目的の通信品質を担保できる場合は、導入時のコストを大きくしてまでそれを実施することは費用対効果の上でよく考える必要がある。

九酸試験農園については、今回の実証環境において、対象のハウス近傍においてアンテナ設置が可能な範囲で最も見通しが良いと考えられる場所を選択しての通信試験を試みた。

結果として、電波強度は-90dbmと低く、送受信速度は約0.2Mbpsと1台のカメラの静止画像送信が何とか送信できている状況であった。

線形近似の結果から、もし九酸試験農園のWi-Fi HaLowアンテナを見通しの非常に良い位置に配置できたと仮定すると、電波強度も若干高くなり、送受信速度も改善が見込まれると考えられるが、実際の設置環境からBLEやWi-Fi2.4Gの通信距離（通信品質）も考慮する必要があること、および、設置場所の電源確保やポール建柱場所の確保等を考慮する必要があることから、現実問題として困難である。

このことから、基地局からの距離が大きくなればなるほど、Wi-Fi HaLowアンテナの設置環境の調査、および事前の通信品質の検証を十分に実施することが重要と考えられる。

今回のシステムでは設置工数の削減のため可能な限り無線技術を駆使した構成となっている。必要な通信品質を確保するためには、それぞれの環境に応じて無線アンテナの設置位置を工夫する必要がある。無線アンテナの設置位置の問題さえクリアできれば、有線の施設がほとんど必要なく十分に機能する、かつシンプルなネットワークが構築可能である。

ネットワークに関しては、今後も継続した運用をおこない、ネットワークの品質に関するデータの蓄積、問題発見時の復旧対応、等をおこない、より多くの知見と経験を獲得することが今後の課題となるであろう。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

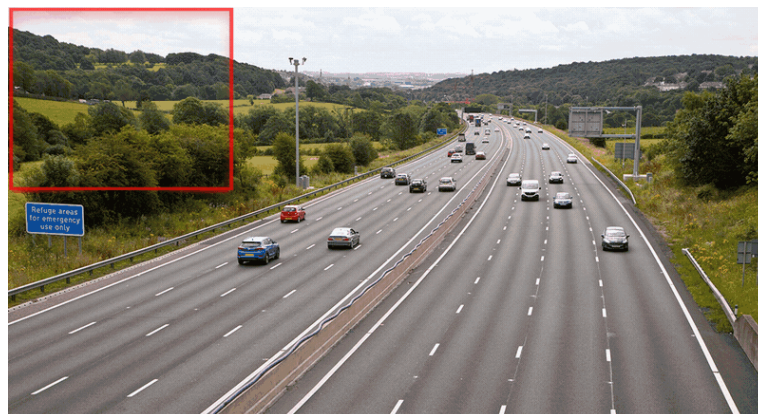
② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (31/32) : 6.実証成果、および今後の課題

次に、防犯・害獣対策システムについて、今回の人物・害獣検出プロセスでは検討をしていたものの、計算量(計算時間)の兼ね合いで採用できなかった手法 (SAHI: Slicing Aided Hyper Inference)について説明する。

本手法は、1つの画像内を複数の画像セグメントに分割し、画像内で走査的に検出を行う手法である。

分割手法はこれまでも多く取り入れられてきたが、各セグメント間に重複部分(のりしろ部分)を適用することで、セグメントにまたがる矩形等も正確に結合する点で優れている。



F. C. Akyon, S. Onur Altinuc and A. Temizel, "Slicing Aided Hyper Inference and Fine-Tuning for Small Object Detection," 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Bordeaux, France, 2022, pp. 966-970, doi: 10.1109/ICIP46576.2022.9897990.

1枚の画像に対して複数の推論を行うため、それに相当する計算量、計算時間を要する。

1枚の画像を4分割した場合、1回で済む推論が4回必要となるため、単純計算で4倍の計算時間を要することとなる。

今回の推論環境では複数のカメラから複数の画像が送られ、それを1台のエッジPCで処理する点で、本手法では計算量がオーバーし、遅延が生じる可能性が高かったため、利用できなかったが、将来的により安価で高スペックなエッジAI推論コンピュータが登場してくれば、このような手法を用いてより精度の高い検出が可能となるだろう。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

参考資料2 (32/32) : 6.実証成果、および今後の課題

最後に、今回の実証期間中に見えてきた課題として、ハウス灌用水電磁弁の不具合事象について述べる。

不具合事象としては、今回開発したシステム上は灌用水電磁弁を停止しているのにも関わらず、灌用水電磁弁から水が流れているという事象であった。(渡辺農園 W-3の1か所の灌水电磁弁における事象)

農家より問い合わせの連絡があり、詳細を調べたところ、灌用水電磁弁のダイヤフラム部分に異物が混入し、その異物によりダイヤフラムが完全に閉じられず水が流れてしまっていることが判明した。

農家は地下水を汲み上げて灌水をおこなっているが、異物は管の一次側の大元ポンプに設置されたストレーナで除去されるため地下水から直接混入した異物とは考えられないため、今回の実証において新規に管を施設した際に誤って混入した異物と考えられる。

「3. ハウス内設備自動制御システムソリューション」で説明した通り、灌用水電磁弁の開閉はIOモジュールのリレー接点のON/OFFによりおこなう。現状ではIOモジュールのリレー接点のON/OFFが誤った操作をしていないかどうかを検知できる仕組みは設けているが、今回のように電磁弁自体の不具合による意図せぬ灌水については現状のシステムでは検知することはできない。

今回の灌用水電磁弁自体の不具合事象による被害は、農家が早期に不具合に気付いたことから幸いにして大事には至らなかったが、再発防止策として運用上で以下を実施することとした。

(再発防止策)

- 今回新設した電磁弁の全数を分解し、施工時に混入してしまった異物の有無を確認
- 定期的に農家による灌用水電磁弁の動作確認

電磁弁自体は非常にシンプルな機構で故障率も低いデバイスであるため、通常は経年劣化以外の故障は考えにくい。実際に、香田農園では同じ灌用水電磁弁9台が約2年前から運用開始しているが、現在までに1度も故障は発生していない。

ただ、今回現実として不具合が発生したことから、前述した運用上の再発防止策を講じているが、将来的には以下のようなシステム上の対策も検討する必要がある。

(将来的なシステム上の防御策)

- 管に流量センサーを取り付けて灌水有無を検知する
- カメラによる画像を駆使して灌水有無を検知する

上記は、前述した電磁弁自体の低故障率と開発・導入コストを加味した上で費用対効果を判断しながら考える必要がある。

③ 実装・横展開に向けた準備状況 (1/3)

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

実装に 向けて	アクション	結果	得られた示唆・考察
	システム設計	ユーザーの意見を踏まえ、4つのソリューションのシステムについて、統合制御を可能とするシステムの基盤は完成した。	実証運用を進める上でシステム障害や不具合が断続的に発生したが、現在は全て改善しており実装は可能。障害発生時の要件・仕様の曖昧な部分を明確化することでスムーズなインシデント対応が可能となる。
	ネットワーク構築	Wi-Fi6E、Wi-Fi HaLowのネットワークの通信状況は概ね良好であったものの、一部の長距離通信においては不安定な状況が発生しており、設置場所の変更等が余儀なくされた。	各通信設備の間に障害物があると通信状況が改善されない等は、立地状況や通信環境によるものであった。機器及びネットワーク構築については本実証で完成されており、立地条件・環境についても知見が得られたため、実装は可能である。
	クラウドシステム開発	4つのソリューションの実証に最低限必要な機能は実現できた。また、農家の要望を受けて機能改善もできたが、スケジュール的に実現できていない機能や課題点が残っている。	スマート農業サービスとして、農家オーナーが満足できる水準のシステム開発は出来た。横展開へ向けて、機能の充実に加えて、柔軟性・拡張性を持たせたものに改善していくことでさらに関心が高くなると思われる。
	防犯獣害対策システム開発	カメラのFull HD(1080p)画質の画像をWi-Fi HaLowにより定期的に伝送してエッジAIコンピュータにより人物・害獣を検出するシステムを実現した。	害獣検知についてはハウス内に出現する機会がほとんどなく、現状では運用期間も短いため、農家オーナーの評価測定までは至らなかった。継続した運用が必要。
	イチゴ収穫ロボット開発	必要最低限の機能の実装、品質面の確認ができた。一方で、トラブル時の対応など運用面で必要な機能や課題点が明らかになった。	農家オーナーの評価は得られたものの、スケジュールや天候面で実験回数が少ないため今後も継続した開発が必要である。農家の要望を聞きながら必要機能を精査し実装を進める必要がある。
	システム接続試験	クラウドと現地PCとの通信はほぼ問題なく実施できた。現地PCと農業装置などとの通信では、電波状況や装置の接続などの問題のために、想定通り動作しない部分があったが、試験を重ねることで改善した。	クラウドシステムと現地通信システム、農業装置の担当業者はそれぞれ異なるため、情報共有を密にしなければならない。問題が発生したときに迅速に原因を特定し、担当が対応できる体制を整えることが必要。
	ハウス内のその他設備の設置及び工事方法の確認	実証農家での既存設備に対して遠隔操作ができるようにするためにどのような設定や工事が必要なのか確認することができ、実際に工事を行い、遠隔制御を実現した。	各農家ごとの既存設備の状況により遠隔制御化が困難な部分があることがわかった。特に設置からの年数が長く経過したものや、導入時の取り決め等について簡単に設備の導入ができないものがあるため、ケースバイケースの対応が必要ながわかった。

③ 実装・横展開に向けた準備状況 (2/3)

課題の凡例

クリティカルな課題 (解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題 (解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

アクション	結果	得られた示唆・考察
販売促進/マーケティング	メンバーである農業従事者から農業の現状や問題、スマート農業の可能性についてヒアリング調査を実施し、ユーザー視点でどのようなソリューションが求められているのか、メリットとデメリットについても把握を行った。また福岡県農業支援機関等に対しても本実証の紹介を行い、県内の状況についてヒアリングするとともに、実証現場の見学をもらい、フィードバックを得ることができた。また資料調査により直方市近隣区域までの実態を把握した。	ヒアリング調査の結果、年代に応じてスマート農業に関する捉え方が異なることがわかった。若い世代ではより大きな作付面積を得るために、作業時間を効率的に使えるようスマート農業が必要であると考えており、ベテランの世代では次の世代へ継承するために、持っている技術や経験を感覚的に伝えるのではなく、データを見せながら伝えることが必要であると考えていた。これらの意見は、他の農家へアプローチする際にソリューションの活用参考事例として、とても理解しやすいのではと考えている。
実装計画・準備 他地域へのビジネス化検討	本実証事業で開発したソリューションの実証成果と現時点での進捗結果をもとに早期に実装可能なソリューションパッケージについて検討することができた。また、実装予定の農家との打ち合わせも進めている。 またサービス提供に必要なパートナーとも協議を進めており、互いの役割分担等の確認を実施することができている。 さらに自治体との関係構築も強めており、引き続き直方市の農業の課題解決のための協力してことを確認している。	農家との打ち合わせの中で、今後実装していく上でのコストが下がればなお良いなどの意見が出ており、横展開も見据えて、調整していく必要がある。導入するためのコストや、1ヶ月に負担できる金額には上限があるため、農家にとって継続利用が可能なサービスとしての運用を考える必要がある。 また、他地域では現在のパートナーだけではカバーできない部分があるため、新たなパートナーの探索も必要となってきた。

実装に
向けて

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況 (3/3)

横展開に向けて	アクション	結果	得られた示唆・考察
	技術展示会への出展	直方市DX推進ラボのブースとしてCEATEC 2024に出展し、展示会では自治体や政府、商社等の関係者と話す機会が多くあり、本事業にかかる多くのコメントを得ることができ、コネクションを作ることができた。	本実証で掲げている問題点は各自治体も同様であり、関心は高かった。今後はコネクションを通じて見学会への誘致や実装後の報告会等、横展開に繋げる動きを実施する予定である。
	横展開の準備	直方市内でのスマート農業導入への関心が高まっており、今後直方市内全体への普及を目指すことについて市農業振興課との合意が得られている。	市内の農業従事者に向けた実証成果に関する報告を行うとともに、直方市と具体的な連携方法について協議する必要がある。自動収穫ロボットについては今後も研究開発を継続する。
	直方市近隣地域	実証に関する見学会を実施した。また、いちご生産農家の情報と国や地方自治体運営の助成金に関する情報収集するとともに、本事業のパンフレットの作成した。また営業先名簿も作成している。	JA等のイベントに参加し、いちご生産農家を主として対象顧客の獲得に努める。研究機関との連携。汎用性が高いシステムだが横展開可能な営業先の絞り込みをする。また農家に必要なサポート体制の充実化を図る。
	福岡県エリア	スマート農業に関する補助金をはじめとする各種支援策の情報収集を行なった。農業関係機関への訪問、ヒアリングを行い、各エリアの現状を把握した。	福岡県全体にサービスをする場合には、導入するための工事や営業、導入後の保守サービスに関する体制を充実させる必要があるため、協力会社との連携を模索する必要がある。
	九州エリア	2026年以降の計画のため、未実施	2026年以降の計画のため、未実施
	岡山エリア外	2026年以降の計画のため、未実施	2026年以降の計画のため、未実施

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策①

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	一部のハウス内のセンサーの値が実際の値と誤差が出ている	普及指導センターの環境センサーと比較し、キャリブレーションで対応できるのか、誤差の原因について調査し、対応する	—	株式会社アリオンシステム	～2025/3末
	害獣検知についてはハウス内に出現する機会がほとんどなく、農家オーナーの評価測定出来ていない	開発は完了しているので検知機能をオプションとしてメニュー化するかどうか検討する	—	株式会社アリオンシステム、アドバンテック株式会社	～2025/3末
	害獣・防犯ソリューション：スマートフォンへの検知アラームの受信機能が未実装	検知アラーム機能が必要かどうか、農園オーナーの意見を聞きながら、オプションとしてメニュー化するかどうか検討する。	—	株式会社アリオンシステム 各農園	～2025/3末
	時期が悪く収穫対象が少ないため、ロボットによる収穫率が70%未満(目標未達)である	時期を改めて検証を実施	—	KiQ Robotics株式会社 株式会社Farm K	～2026/12末
	ロボットによる収穫において、イチゴの白い部分が残ってしまう	ロボットに収穫させやすい形に成育させることや認識精度向上による対策を検討する	—	KiQ Robotics株式会社株 株式会社Farm-K	～2026/12末
	ランニングコストを下げる方法をユーザーから求められている	通信SIM、クラウドサーバーの適正プランの選定	—	株式会社アリオンシステム	～2025/5末
	導入時のインシャルコストを下げる方法をユーザーから求められている	業績をみながら、インシャルゼロプランなど営業戦略を検討する	—	株式会社アリオンシステム	～2025/8末

1. 高: 実現可能性80%以上: ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度: 想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度: 対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策②

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

横展開に向けて	課題	対応策	実現可能性	対応する団体名	対応時期
	トラブル時の対応や農園毎の細かな設定等、機能の拡充がユーザーから求められている	システムの改善要望の実装	—	株式会社アリオンシステム	～2025/8末
	イチゴ自動収穫ロボットのイニシャルコストを下げる方法をユーザーから求められている	ロボット開発にかかる費用を削減するために仕様を再検討する	—	KiQ Robotics株式会社	～2027/12末
	実証期間不足のためいちご育成促進装置による収穫回数の検証が出来ていない	育苗期間で検証	—	株式会社アリオンシステム、株式会社九酸FarmK、渡辺農園	～2025/10末
	他地域では現在のパートナーだけではカバーできない部分がある	設置業務における協力機関・企業等については、直方市から他地域の行政に繋いでもらい、その地域の施工業務を行っている指定業者を紹介してもらい、農家への営業パートナーについては、本実証で関わりを持つことの出来た各エリアの普及指導センターに紹介してもらう	高	株式会社アリオンシステム 株式会社九酸 直方市	～2025/10末
	営業活動にかかる予算がない	現在地銀から融資の話を頂いており、商談中である。	高	株式会社アリオンシステム	～2025/5末

1. 高: 実現可能性80%以上 : ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
 中: 実現可能性50%程度 : 想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
 低: 実現可能性20%程度 : 対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所: FarmK、渡辺農園

開催日時: 2025/1/23 (木) 14:00~15:45 (集合 : 13:50)

デモ項目	内容	備考
環境確認	スマホでハウス内の環境の確認ができる ・温度 ・湿度 ・CO2濃度 ・飽差	デモ用アカウントで各自のスマホから確認
環境制御	スマホの操作で灌水の開始、停止ができる	農園用アカウントでデモ者が操作
人物検知画像確認	侵入者を検知した画像をスマホで確認ができる	デモ用アカウントで各自のスマホから確認
自動収穫ロボット稼働	スマホで自動収穫ロボットの操作ができる	農園用アカウントでデモ者が操作

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

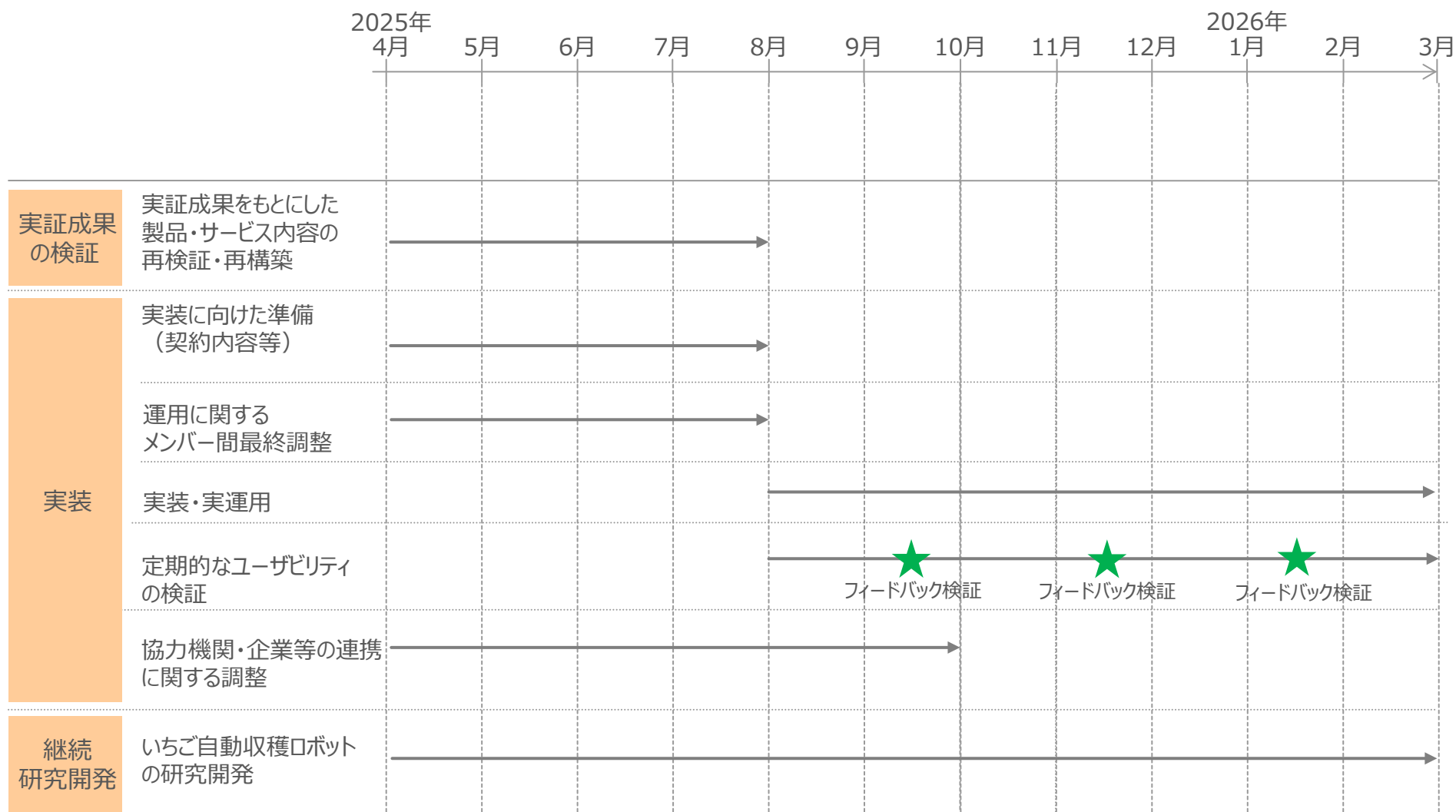
b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
防犯反応があった場合どのような対応をするか？	その時すぐの対応ではなく翌日に確認する。動物だったらその動物専用の罠などで対策を考える。また、音を出す、発光させるとう事はモジュールの追加をすれば実装することも出来そうである。	なし	なし
AI検知で人物判別は可能か？	技術的には可能だと思われるが、本実証ではその検証は予定していない。人物の判定が正常に行われているかを残りの期間で実証していく。	なし	なし
今回のフィールド（実証農園）での今後については？	すぐにビジネス化できるソリューションはビジネス化（費用発生）を実施する予定	近隣農家への販促活動及び見学会の実施による営業	2025/8末
直方市としてどのようにしたいか	農業振興課と手を組んで直方市の農家に広めていきたい	なし	なし
実証事業の核となる通信関係の問題は？	今のところ無線関係はうまくいっているが、九酸農園は不安定なのでそれに対する課題解決の検討中である。別メーカーのWi-Fiルータに変えることも視野に入れている。	なし	なし
先行サービスがあると思うが、本サービスの差別化としてどのような事を意識しているか、どこへんをねらい目にする？ 既存システムにアドオンという形も？	Wi-Fi HaLowの特性を活用して離れた複数のビニールハウスを一つのインターネット回線で網羅することができるシステムは他と差別化できる考えている。 防犯・害獣対策カメラシステムも同様に、複数農園を対象とした場合は1つのエッジAIコンピュータを共有することが可能で、かつAIモデルを追加することで自由に検知対象を広げることができ、電磁弁を除く部分はほぼ無線技術を活用しているのでシステムの設置としては比較的簡単にできる。 地域の中規模から小規模農家をターゲットとした細かいカスタマイズ可能なシステムを提供できると考えている。	確実な通信方法・条件の確立をさせる事やシステムソリューションの品質向上のための機能追加等	2025/8末
現時点、水やりをシステムで制御していますが、楽になりましたか？	水やりだけで言えば楽になった。水やりで2時間かかっていた。遠方地にいる時に水やりをしたくても出来ないため翌日にすることがあったが、それが解消される	なし	なし
ヒアリングで「ランニング1万円ならば使う」と答えていますが、来年度も導入（環境確認・制御）しますか？	データは今まで本当に欲しい要素だった、昨年対比のデータが作れる。それを後継者に伝えることが出来る。これが一番いいこと。だから、使うと思います。	環境データの昨対比を表示する機能はないため、実装を検討する	2025/8末

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装に向けた具体的計画

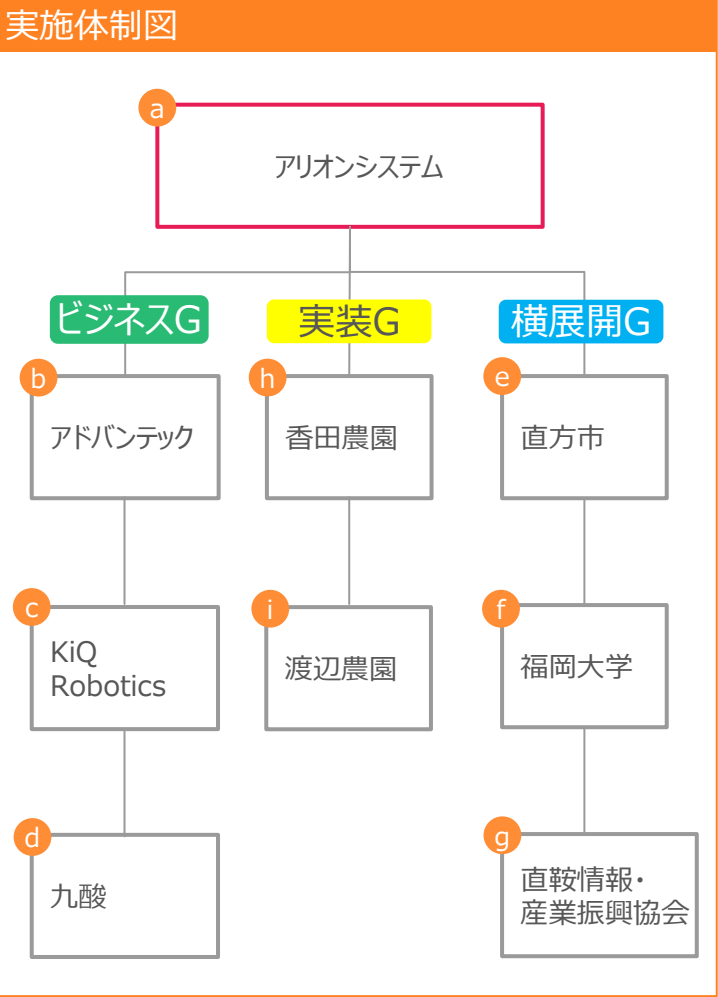


VI 実装・横展開の計画

1 実装の計画

b. 実装の体制

□ :実装の取組全体の責任団体



団体名	役割	リソース
共通	a アリオンシステム（株） 全体システム、アプリケーションの運用、保守	4名
実装	b アドバンテック（株） ハウス設備監視・自動制御システム及びハウス防犯・獣害対策システムの構築・供給	2名
	c KIQ Robotics（株） 自動収穫ロボットの研究開発、システム構築及び運用支援	4名
	d 株式会社九酸 スマート農業設備の保守	2名
横展開	e 直方市 実装の支援、評価	3名
	f 福岡大学 実装の支援、評価（特に通信ネットワーク）	1名
	g （一財）直鞍情報・産業振興協会 実装の支援、評価	1名
共通	h 香田農園 スマート農業システムの実装 ユーザビリティの検証・報告	1名
	i 渡辺農園 スマート農業システムの実装、 ユーザビリティの検証・報告	1名

① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）ーソリューション概要

ソリューション ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

ソリューションの概要

ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②各農家単位で、それぞれ1台の専用エッジGWコンピュータを設置する
- ③いちご育成に必要な環境データを収集するために各農家には育成管理上必要な無線式の環境センサーを取り付ける
- ④環境センサーで取得されたデータ（以降、環境データ）はBLE/Wi-Fi(IEEE802.11b/g/n)介してデータ収集・加工用コンピュータに送り、蓄積およびデータ処理する
- ⑤データ収集・加工用コンピュータは処理されたデータをWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)によりエッジGWコンピュータに送る
- ⑥エッジGWコンピュータは、共有インターネット接続回線を介してインターネット上のクラウド管理システムに環境データを送る
- ⑦農家の方はインターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードの環境データを閲覧し、いつでもどこでもビニールハウスの状況を把握できる

本ソリューションに必要なハウス側のネットワークシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション」のシステム概略については【別紙2】をご参照ください

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- ハウス環境状態の遠隔確認の精度：遠隔から操作した際に100%確認出来る
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする

定性アウトカム

- 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

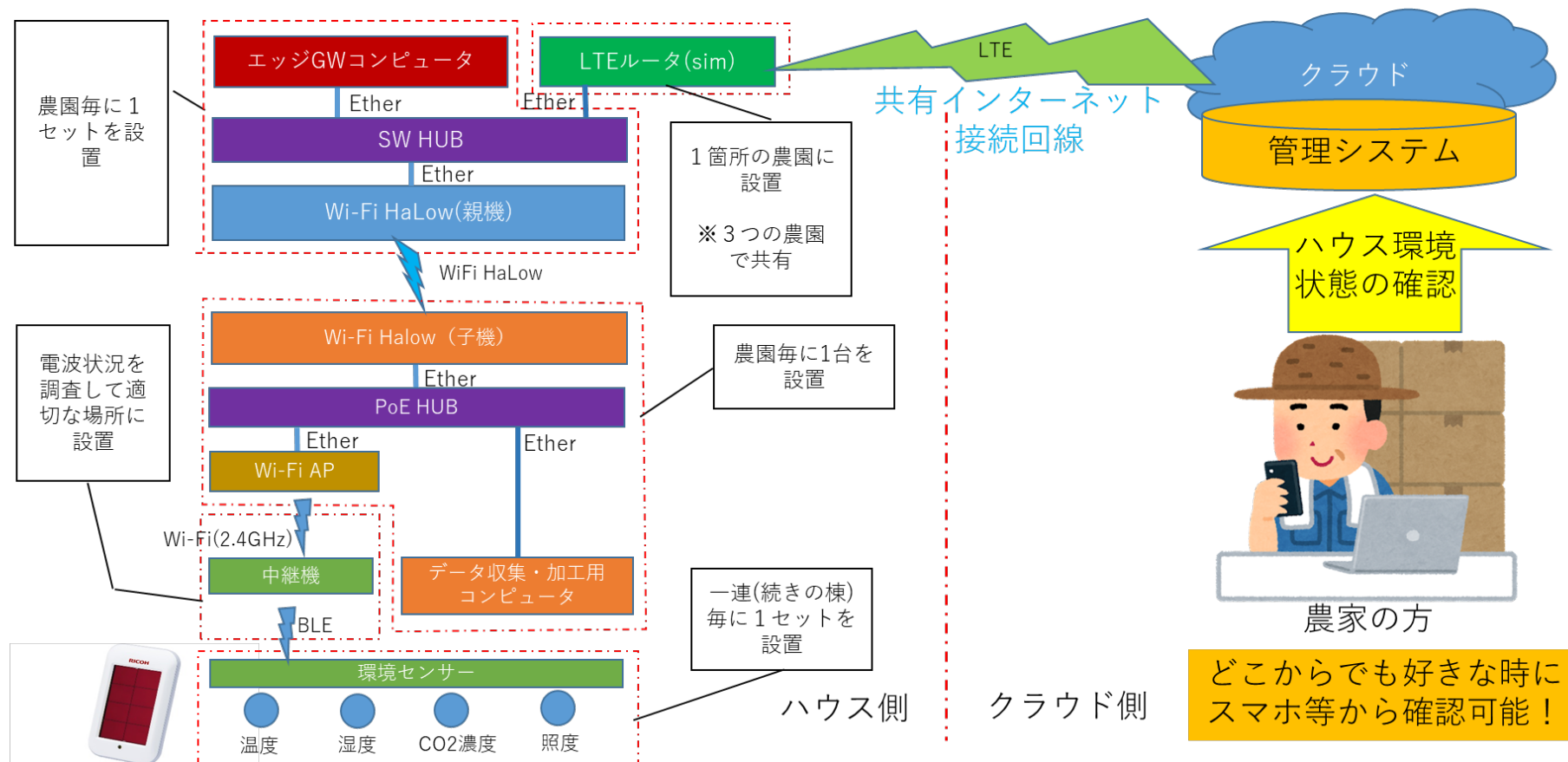
- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの環境状態を確認するためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）－ソリューション概要

【別紙2】ハウス環境状態の遠隔確認ソリューションのシステム概略図

環境センサーのデータはBLE、Wi-Fi(IEEE802.11b/g/n)を介してデータ収集・加工用コンピュータに蓄積される。データ収集・加工用コンピュータはデータを処理したのちWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)を経由してエッジGWコンピュータにデータを送信する。エッジGWコンピュータは共有インターネット回線を使ってクラウド管理システムにデータを送信する。クラウド管理システムは農家の方にダッシュボードによりハウス環境データを共有する



① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）ーソリューション概要

ソリューションの概要

ハウス設備自動制御システムソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②クラウド管理システムに収集された環境データを基に、予め設定されたルールに基づいてハウス内の設備をクラウド管理システムから自動で制御できるようにする
- ③ハウス内設備の自動制御をおこなうための制御信号は、クラウド管理システムから共有インターネット接続回線を介して、ハウスのエッジGWコンピュータに送る
- ④エッジGWコンピュータはWi-Fi HaLow (IEEE802.11ah)を使ってデータ収集・加工用コンピュータに制御信号を送る
- ⑤データ収集・加工用コンピュータは、Wi-Fi(IEEE802.11b/g/n)を介してIOモジュールに制御信号を送信し、IOモジュールは設備の制御をおこなう
- ⑥各農家のオーナーはハウスにることなくクラウドサーバ上のダッシュボードの設定をおこない、いちごの栽培に最適な設備（灌水装置・育成促進装置）の制御が可能となる

本ソリューションに必要となるハウス側のネットワークシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「ハウス灌水自動制御ソリューション」のシステム概略については【別紙3】をご参照ください

ソリューション ハウス設備自動制御システムソリューション

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- ・ いちご育成促進装置による収穫回数：5回
- ・ ハウス設備自動制御システムの精度(対象：灌水設備)：遠隔から操作した際に100%動作する
- ・ 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- ・ 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

- ・ 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- ・ 農家の方の働き方改革に寄与する。

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

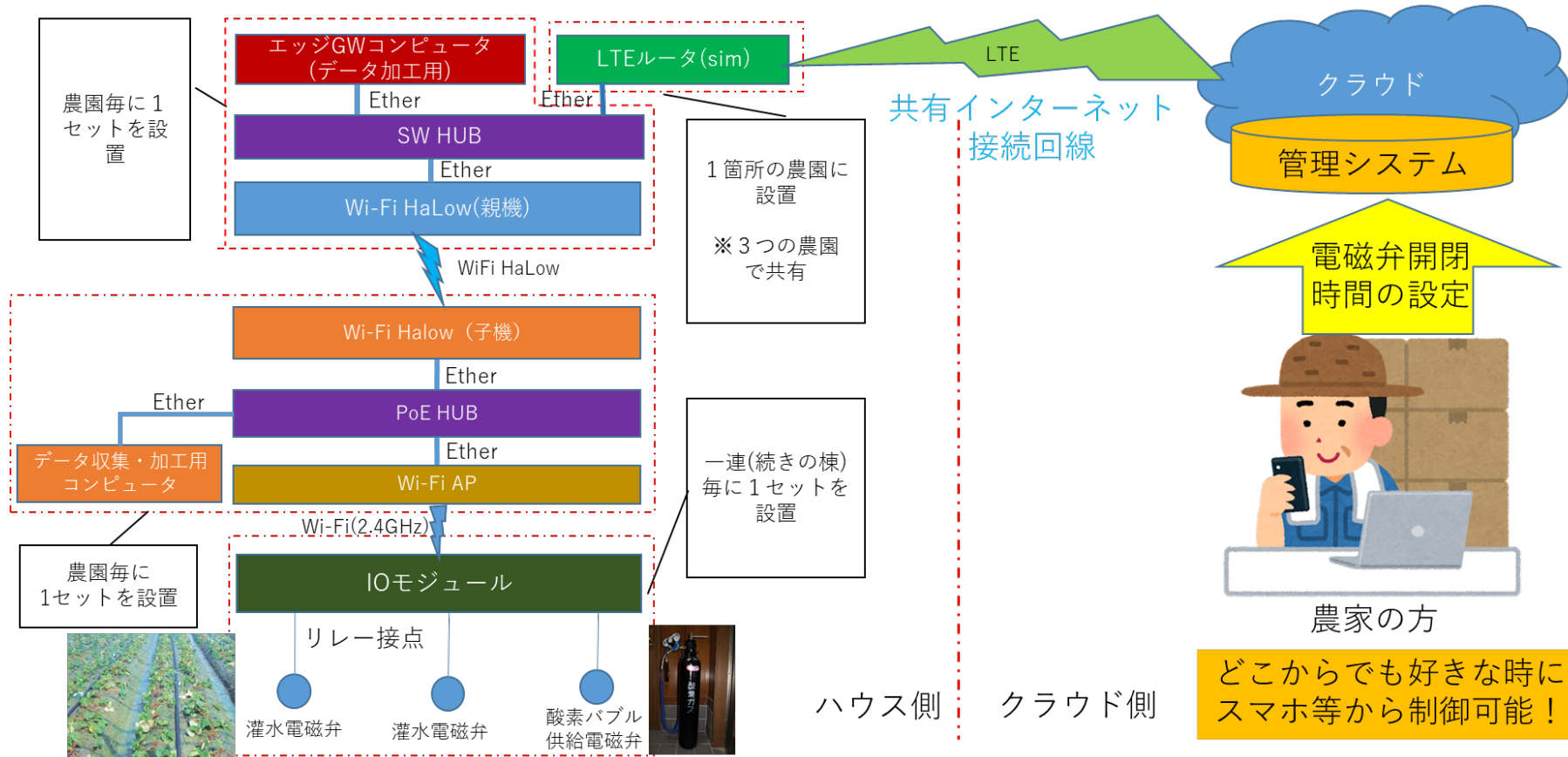
- ・ 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの灌水装置、および育成促進装置の操作のためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）－ソリューション概要

【別紙3】ハウス灌水自動制御システムソリューションのシステム概略図

農家の方はクラウド管理システムのダッシュボードを使って灌水用と酸素バブル供給用の電磁弁の開閉に関する設定をおこなう。クラウド管理サーバは共有インターネット回線を経由し、エッジGWコンピュータに電磁弁の開閉指示をおこなう。その後、開閉指示信号はデータ収集・加工用コンピュータを介して該当のIOモジュールに渡され、IOモジュールは接点の制御をおこなう



① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）ーソリューション概要

ソリューションの概要

防犯・害獣対策ソリューション

- ① いちごハウスの盗難防止、害獣対策、およびいちごの育成状況の遠隔把握のために、ハウスの複数個所にカメラを設置する
- ② カメラの画像はデータ収集・加工用コンピュータで圧縮する。
- ③ データ収集・加工用コンピュータはWi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)を介してカメラの静止画像をエッジAIコンピュータに送る
- ④ エッジAIコンピュータはカメラの静止画像と実装されたAIモデルを基に人物や野生動物を検知（AI推論）し、その結果をエッジGWコンピュータに送る
- ⑤ エッジGWコンピュータは共有インターネット接続回線を介してクラウド管理システムに検知画像と検知信号を送る
- ⑥ クラウド管理システムは送信された画像を保存すると同時に、メール等の通知手段を使って農家のオーナーに伝達する
- ⑦ 各農家のオーナーは、インターネットに接続されたユーザ端末（スマートフォン等）を介して、ダッシュボードを閲覧する。
これにより、いつでもどこでもハウスに立ち入る人物や野生動物の把握、そしていちごの生育状況を確認することができる

本ソリューションに必要な防犯・害獣対策カメラシステムの供給はアドバンテック株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはアドバンテック株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「防犯・害獣対策カメラソリューション」のシステム概略については【別紙4】をご参照ください

ソリューション 防犯・害獣対策ソリューション

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- 防犯・害獣対策カメラの精度：遠隔から操作した際に100%確認できる
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

- 農家の方がハウスに頻繁に足を運ぶ手間がなくなり、その時間を他の目的に使えるようになり、農業の効率化ができる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。
- 盗難犯罪の抑制ができる。

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

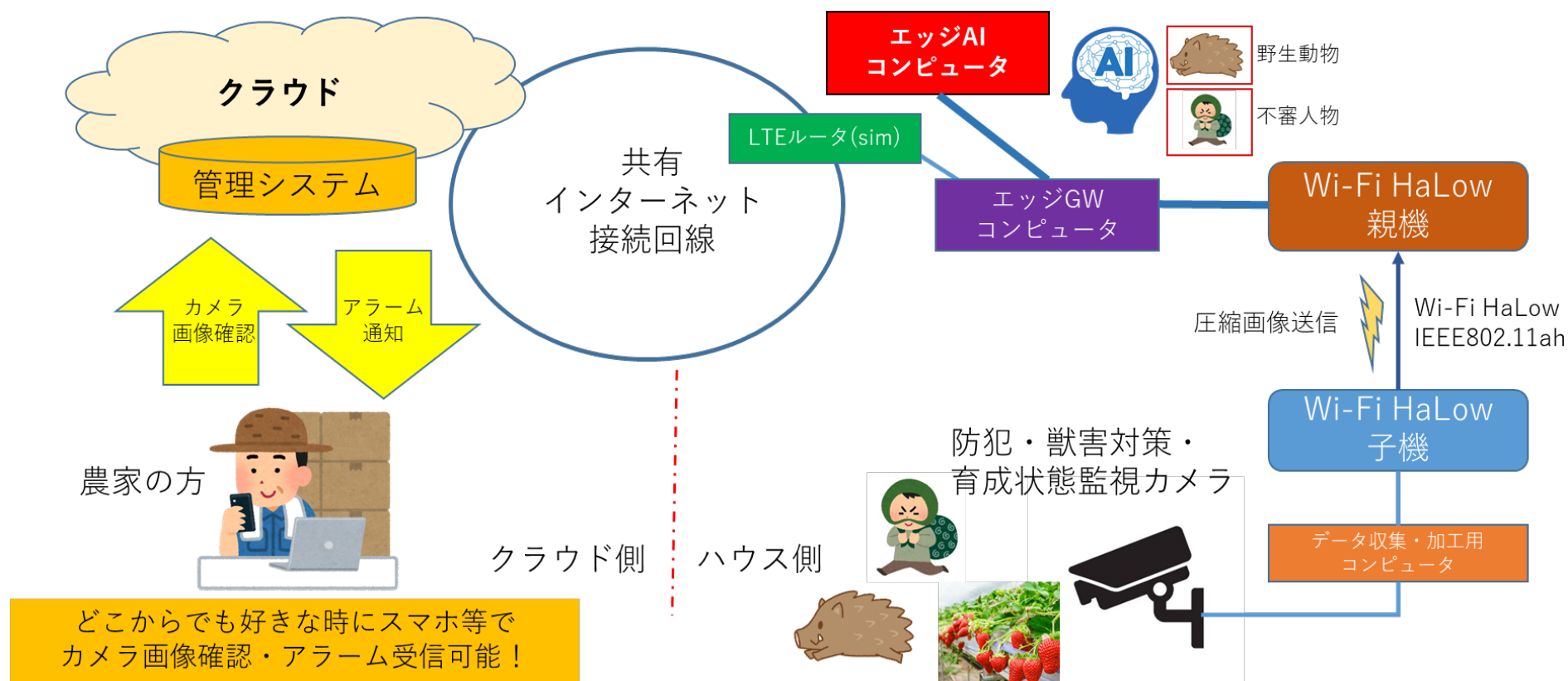
- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - ハウスの見回りのためにハウスへ足を運ぶ回数が減り、その時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）ーソリューション概要

【別紙4】 防犯・獣害対策カメラソリューションのシステム概略図

監視カメラの画像はデータ収集・加工用コンピュータで圧縮され、Wi-Fi HaLow(IEEE802.11ah)経由でエッジAIコンピュータに送信される。エッジAIコンピュータは予め実装されたAIモデルに基づき人物・野生動物を検出し、共有インターネット回線を介してクラウド管理システムに情報を伝える。クラウド管理システムは農家の方に検知画像の共有、およびアラーム通知をおこなう



① 実装の計画

c. ソリューション（変更点）ーソリューション概要

ソリューションの概要

いちご自動収穫ソリューション

- ①約1km圏内の複数のいちご農家で共有できるインターネット接続回線（以降、共有インターネット接続回線）を設ける
- ②成熟したいちごの収穫を行うため、いちごを自動で収穫するロボットを導入する。
- ③農家オーナーは、クラウド管理システムに収穫したいいちごの熟度を設定する
- ④クラウド管理システムは、③で設定されたいちごの熟度に基づき、共有インターネット回線を介して自動収穫ロボットに収穫を指示し収穫中のロボットから収穫状況のデータを収集する
- ⑤いちご自動収穫ロボットは、ロボットに取り付けられたカメラでいちごを撮影して、その撮影された画像をWi-Fi6E(IEEE 802.11ax)経由でいちご熟度判定用エッジAIコンピュータに送る
- ⑥いちご熟度判定用エッジAIコンピュータは送られてきた画像データと実装されたAIモデルを基に判定（AI推論）をおこない、その結果をロボットに返す
- ⑦いちご熟度判定用エッジAIコンピュータは⑥と同時に共有インターネット接続回線を介して結果をクラウド管理システムに送る

本ソリューションに必要となるいちご収穫ロボットシステムの供給はKiQ Robotics株式会社が株式会社アリオンシステムにおこなう。そしてクラウドシステムの供給と販売展開は株式会社アリオンシステムが主体となっておこなう。販売展開先はハウス農家、および農業機器販売会社を想定している。ソリューション導入後の保守サービスは株式会社アリオンシステムがおこなう（株式会社アリオンシステムはKiQ Robotics株式会社とネットワークシステムの保守契約を締結する。）

※「いちご自動収穫ロボットソリューション」のシステム概略については【別紙5】をご参照ください。

ソリューション いちご自動収穫ソリューション

中間アウトカム（実証）

定量アウトカム

- いちご自動収穫ロボットの収穫精度：1レーンの収穫すべきいちご総数のうち70%以上
- 農業関係者へのマーケティング調査：2件
- 4つのソリューションパッケージ導入農家の栽培データAPI対応割合：100%の農家から育成データを公的支援機関に共有できるようにする。

定性アウトカム

- いちご収穫の人手不足が解消できる。
- 農家の方の働き方改革に寄与する。
- 人の手に触れずに収穫することで衛生面が向上する。

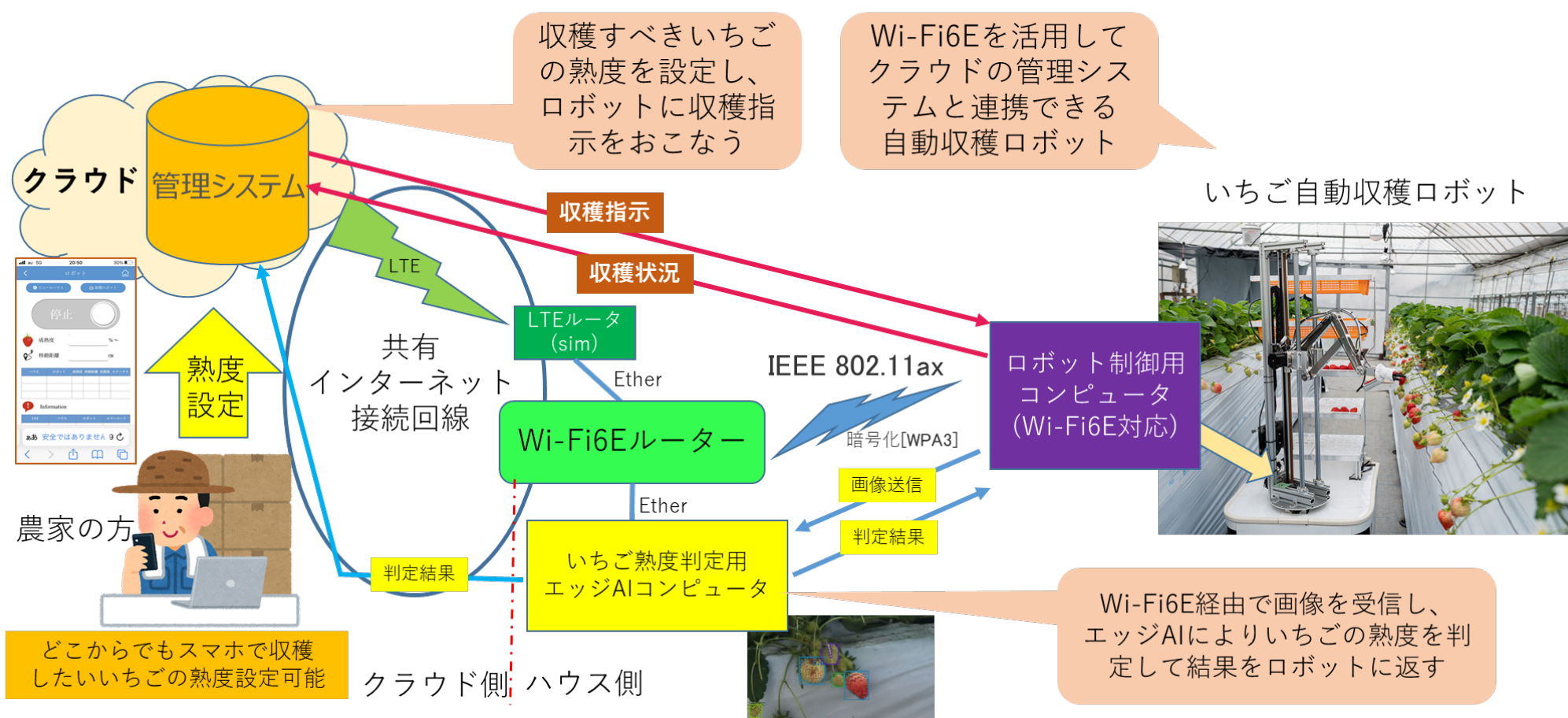
中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 農家の人的稼働削減と働き方改革の実現
 - いちごの収穫に必要なスタッフの数を減らすことができ、人材不足の問題を解決できた。重労働から解放された。また、収穫に取られていた時間を家族との時間に使ったり、他の業務に使ったり、時間の有効活用ができるようになった。

① 実装の計画

【別紙5】いちご自動収穫ロボットソリューションのシステム概略図

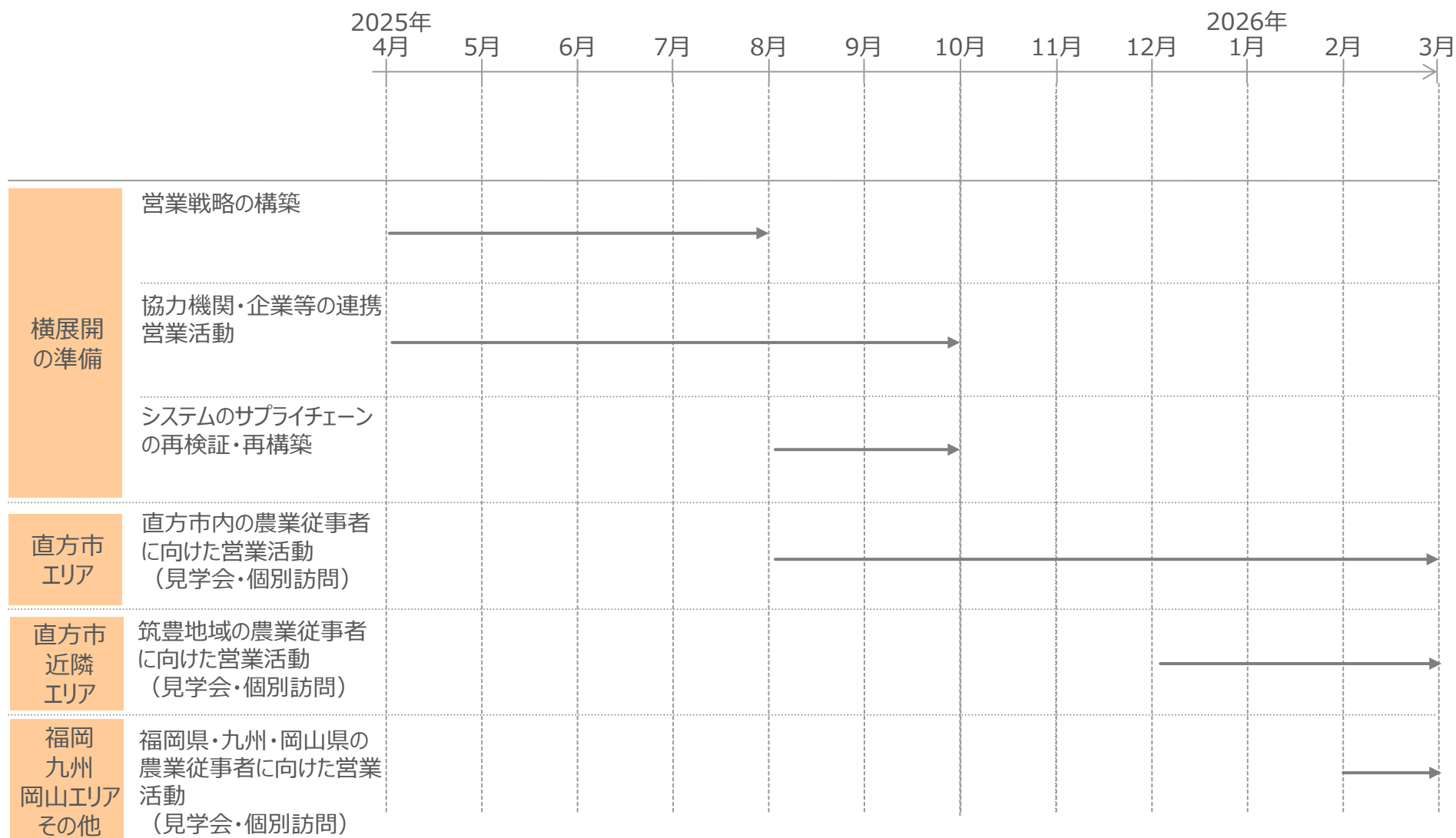
いちご自動収穫ロボットは、クラウド管理システムからの収穫指示に基づき、いちご熟度判定用エッジAIコンピュータとWi-Fi6E(IEEE802.11ax)経由で連携していちごの自動収穫をおこなう



VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画

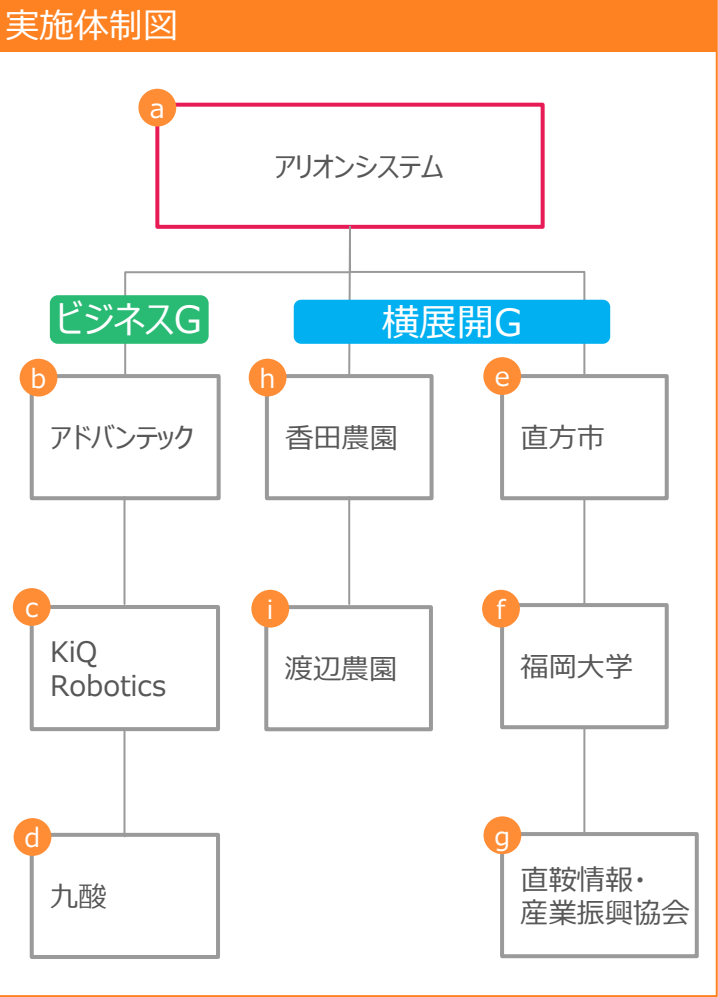


VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

b. 横展開の体制

□ :横展開の取組全体の責任団体

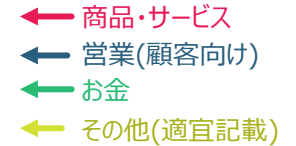


団体名	役割	リソース
共通	a アリオンシステム（株） 商品・サービス開発（サプライチェーンの構築等）、マーケティング戦略構築、営業	4名
	b アドバンテック（株） ハウス設備監視・自動制御システム及びハウス防犯・獣害対策システムの構築・供給	2名
	c KIQ Robotics（株） 自動収穫ロボットの研究開発、システム構築及び運用支援	4名
	d 株式会社九酸 マーケティング戦略構築、営業	2名
	e 直方市 横展開の推進、他の行政機関との連絡調整	3名
	f 福岡大学 横展開の推進支援（研究成果等）	1名
	g （一財）直鞍情報・産業振興協会 横展開の推進支援	1名
	h 香田農園 スマート農業システムの実装、横展開の推進支援	1名
	i 渡辺農園 スマート農業システムの実装、横展開の推進支援	1名
ビジネス化		
横展開		

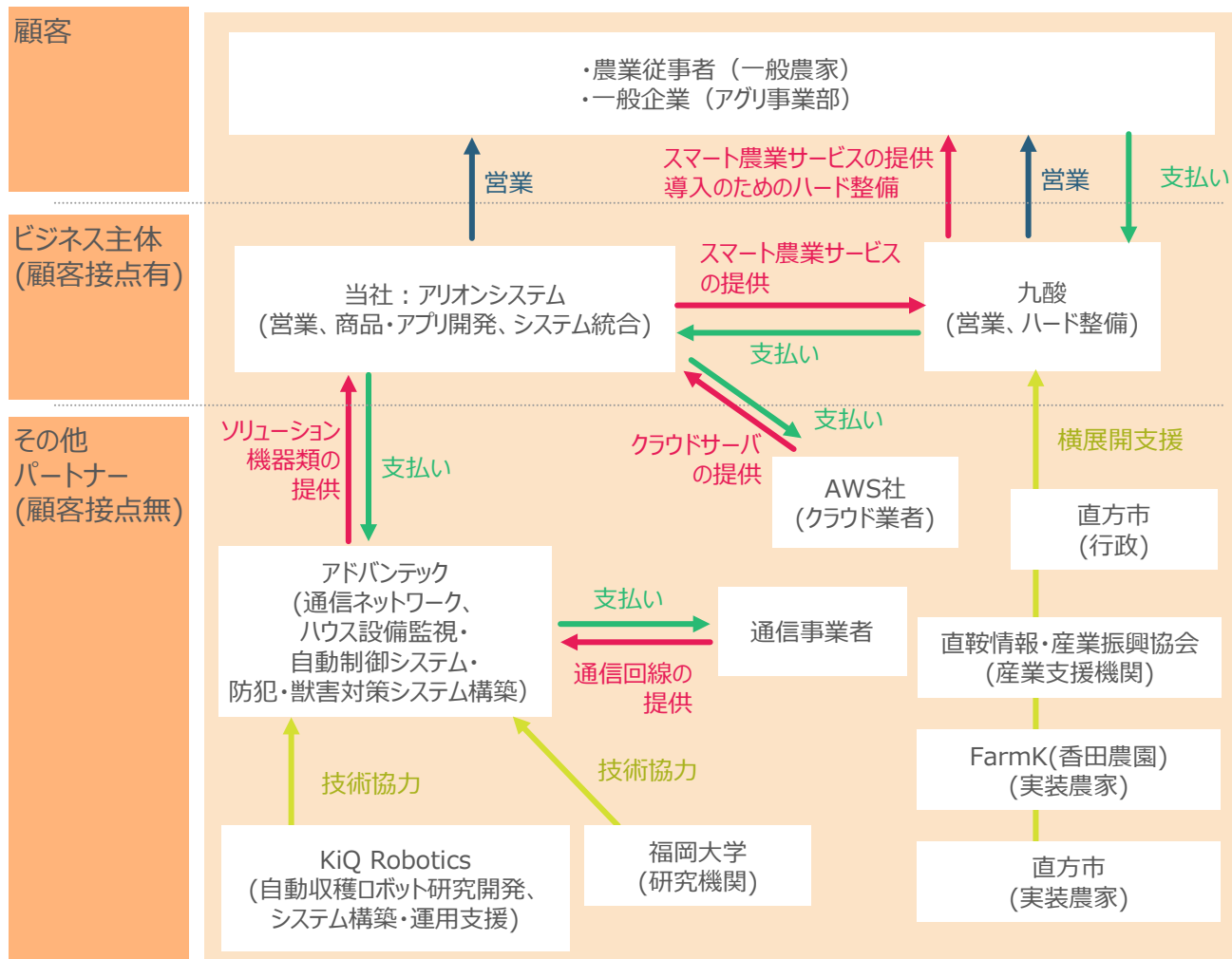
VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

c. ビジネスモデル



ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要		ハウス設備監視、自動制御に関するシステムを基本パッケージとし、導入に必要な工事（インシヤル）と月額サブスクリプションとし、その他の機能はオプションサービスとする。
ポイント（工夫）	マネタイズモデル	【売り切り：導入のための設備工事費用】 ・通信機器、エッジPC（インシヤル） 【サブスクリプション：システム利用費用】 ・通信料 ・クラウド利用料 ・ハウス設備監視、自動制御、防犯害獣監視システム利用料 ・いちご自動収穫ロボット利用料
	ターゲット顧客	・農業従事者 ・一般企業（アグリ事業部）
	その他	・実証期間内に開発し、2025.8月から実装（製品化）できるもの、並びに農業従事者へのヒアリングで得られたコスト感をもとに、基本パッケージプランを製作する。他のソリューションや今後順次開発できるものは追加オプションとして販売する。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点) :

2025年度実装予定パッケージ（初期仕様）を5年間継続した場合の費用対効果

①ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション + ②ハウス設備自動制御システムソリューション

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ハウス環境確認にかかる人件費削減 ・ハウス内設備の遠隔自動制御による人件費削減	54万円/年間 (2,000円×1h×270日) 90万円/年間 (5,000円×2h×90日)	5年間 5年間	270万円 450万円
	定性	・働き方の質向上 ・技術継承問題解消 ・プライベートの充実度向上（家族との交流時間増） ・商品の品質向上（病気対策、間引きなどの業務の増幅）			
					小計 720万円
費用	イニシャル	①遠隔確認 ②自動制御 上記ソリューションにおける機器設置及び工事費 ・通信機器、環境センサー ・建柱および機器設置費 ・システム初期設定作業費 ・電磁弁及び工事費	200万円/式	1式	200万円
	ランニング	①環境確認 ②自動制御 上記ソリューションにおけるサービス利用費	1万円/月	60か月（5年）	60万円
実装経費 計					460万円

顧客	農業従事者（一般農家）、一般企業（アグリ事業部）	
投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元)	農家オーナーへのヒアリングによってソリューション①、②の組合せが非常に重要である事と関心が高いという事がわかった。 導入コストは1年弱で回収出来る見込みであり、回収後は年間154万円のコスト削減が可能である。 このソリューションを導入することで働き方の質向上、技術継承等の定性的な効果も期待できる。 中でも、自動制御の灌水スケジュール機能を使用すれば、今まで中々つくる事の出来なかった休日をつくる事ができるようなるかもと期待されているため、プライベートの充実度向上といった定性的な効果への関心が非常に高い。 定量・定性のどちらの点でも費用対効果に優れたこの組み合わせを標準パッケージとする。その場合、5年間継続して仕様した場合、初期投資額を超える十分な効果が期待される。
	目標	労働人口の減少や技術継承する担い手の不足が予測されるため、広域ネットワークや栽培データを活用し、これらの問題に対処する必要がある。 また、農業において非常に重要な水、それを制御する自動制御ソリューションの質をより向上させるために機能改修を行い、高品質なソリューションを目指す。 ランニング1万円は本実証中のヒアリングで得た希望金額である。高サービスを低価格で提供が理想であるため、少額でもランニングを削減する事を目標とする。
妥当性を高めるための目標	アクション	蓄積された栽培データを活用し、新規参入や技術継承問題に役立たせられるよう普及指導センターと連携を行う。 Wi-Fi HaLow を用いて近隣の農家同士でクラウドサービスの共同利用をすればやクラウドサービス費や通信SIM費などのランニングが削減可能になる見込み。

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(ビジネス主体視点)：

2025年度実装予定パッケージ（初期仕様）を5年間継続した場合の費用対効果

①ハウス環境状態の遠隔確認ソリューション＋②ハウス設備自動制御システムソリューション

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ソリューション販売費	200万円/式	1式	200万円
		・サービス利用費	1万円/月	60か月（5年）	60万円
	定性	・知名度の向上			
		・技術の蓄積 ・ノウハウ獲得			
					小計 260万円

費用	イニシャル	・通信機器	85万円/式	1式	85万円
		・健柱及び機器設置工事費	25万円/式	1式	25万円
		・システム初期設定作業費	20万円/式	1式	20万円
		・電磁弁及び工事費 ※ 1	35万円/式	1式	35万円
		※ 1 電磁弁想定数量・工事内容外の場合は別途見積		小計	165万円
	ランニング	・クラウドサーバー費	0.4万円/月	60か月（5年）	24万円
		・通信SIM費	0.15万円/月	60か月（5年）	9万円
		・運用管理費	0.2万円/月	60か月（5年）	12万円
				小計	45万円

実装経費 計

50万円

ビジネス主体 株式会社アリオンシステム

投資の妥当性
(現時点見立て)導入先
(支払元)

原価率の高い機器や工事代はイニシャルで回収して赤字にはしない方針とする。

運用管理にも時間を割くことがないシステムで、オプション追加などの拡張性を持たしている。

継続利用が長くなればなるほど利益は出る。

さらには、Wi-Fi HaLowを用いた近隣農家の共同利用が増えたとランニングの利益率は高まっていく。

妥当性を高めるための目標

目標

システム初期設定作業費の削減を30%を目指す。

地域の中規模から小規模農家をターゲットとした細かいカスタマイズ可能なシステムを構築する。

類似システムとの差別化のためにWi-Fi HaLowの特性を活用して離れた複数のビニールハウスを一つのインターネット回線で網羅することができるシステムとして完成度を上げる。

さらには通信SIM、クラウドサーバーの適正プランを厳選してコスト削減を目指す。

アクション

エンジニア作業のマニュアル化による工数削減により、可能になる見込み。

Wi-Fi HaLowの確実な通信方法・条件を確立させる。

発生している通信料を細かく分析し、通信SIMやクラウドサーバーのプラン変更により500円～1000円単位で削減が見込める。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点)：各ソリューション単位での費用対効果について

顧客 農業従事者（一般農家）、一般企業（アグリ事業部）

中間報告会における指摘事項に対する報告とする。

→【各ソリューション単位での販売も見据えて、各ソリューション単位での費用対効果を改めて検討いただきたい】

- ・下記の費用対効果に関する金額は各ソリューションを1年間だけ運用した場合の費用対効果であり、各ソリューションとも5年程度の継続使用した場合に初期投資を十分に回収するだけの投資効果が得られると考えている。
- ・以降のページ（P113～P120）を本ページの補足資料とする。

①ハウス環境状態の遠隔確認ソリューションのみ（導入年度のみ）

効果：54万円(年間) - 費用：160万円(導入コスト) = 実装経費：-118万円
12万円(ランニングコスト)

②ハウス設備自動制御システムソリューションのみ（導入年度のみ）

効果：90万円(年間) - 費用：200万円(導入コスト) = 実装経費：-122万円
12万円(ランニングコスト)

③防犯・害獣対策ソリューションのみ（導入年度のみ）

効果：105万円(年間) - 費用：200万円(導入コスト) = 実装経費：-116.6万円
21.6万円(ランニングコスト)

④いちご自動収穫ソリューションのみ（導入年度のみ）

効果：126万円(年間) - 費用：500万円(導入コスト) = 実装経費：-445.6万円
21.6万円(ランニングコスト)

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払
元)

導入コストに対しては4年目で回収は出来る見込みであり、ソリューションを導入することで働き方の質向上、技術継承等の定性的な効果も期待できる。農業をする上で必ず必要とされる機能であり、いつでもどこでも数値の確認が出来る。Wi-Fi HaLowを活用すれば離れた複数のビニールハウスも1つのアプリで環境指数の確認する事が可能となり、さらに削減効果が高まると言える。このことについて高い関心を得ている。

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払
元)

導入コストに対しては3年目で回収出来る見込みであり、このソリューションを導入することで働き方の質向上、技術継承等の定性的な効果も期待できる。
中でも、自動制御の灌水スケジュール機能を使用すれば、今まで中々つくる事の出来なかった休日をつくる事ができるようなるかも期待されているため、プライベートの充実度向上といった定性的な効果への関心が非常に高く、農家の働き方が変わるのではと期待されている。

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払
元)

導入コストに対しては2年で回収出来る見込みである。
①環境確認、②環境制御とは違った観点の定性的な効果があり、中でも犯罪の抑止力の効果が一番高いと評価された。
また、カメラのターゲットをイチゴにすることにより、育成状況の確認等、新しい面の定性的効果を生み出すことが出来るソリューションである。現時点も実証中のため、確定していない仕様もある。引き続き農家オーナーとのヒアリングを続け、オプションとして取り扱う予定である。

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払
元)

導入コストに対しては5年で回収出来る見込みである。
年間の人件費削減効果は全ソリューションの中で一番高く、【ロボットが摘んだイチゴ】というような商品のブランド化という定性的効果が最も評価された。農家オーナー希望の導入コストにするためにはあと数年は研究開発が必要になると思われるが、関心はとても高く、期待されている。こちらでもオプションとしての取り扱いを検討している。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点) :

① ハウス環境状態の遠隔確認ソリューションのみ (単年度の参考資料)

	項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ハウス環境確認にかかる人件費削減 54万円/年間 (2,000円×1h×270日)	1年間	54万円
	定性	・働き方の質向上 ・技術継承問題解消 ・プライベートの充実度向上 (家族との交流時間増) ・商品の品質向上 (病気対策、間引きなどの業務の増幅)		
費用	イニシャル	①遠隔確認 上記ソリューションにおける 機器設置及び工事費 ・通信機器、環境センサー ・建柱および機器設置費 ・システム初期設定作業費 160万円/式	1式	160万円
	ランニング	①環境確認 上記ソリューションにおける サービス利用費 1万円/月	12か月	12万円
実装経費 計				-118万円



顧客	農業従事者 (一般農家)、一般企業 (アグリ事業部)	
投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元)	導入コストに対しては4年目で回収は出来る見込みであり、ソリューションを導入することで働き方の質向上、技術継承等の定性的な効果も期待できる。農業をする上で必ず必要とされる機能であり、いつでもどこでも数値の確認が出来る。Wi-Fi HaLowを活用すれば離れた複数のビニールハウスも1つのアプリで環境指数の確認する事が可能であることから、高い関心を得ている。
	目標	労働人口の減少や技術継承する担い手の不足が予測されるため、広域ネットワークや栽培データを活用し、これらの問題に対処する必要がある。 Wi-Fi HaLowの特性を活用して離れた複数のビニールハウスを一つのインターネット回線で網羅することで差別化を図る。 ランニング1万円は本実証中のヒアリングで得た希望金額である。高サービスを低価格で提供が理想であるため、少額でもランニングを削減する事を目標とする。
妥当性を高めるための目標	アクション	蓄積された栽培データを活用し、新規参入や技術継承問題に役立てられるよう普及指導センターと連携を行う。 Wi-Fi HaLow を用いて近隣の農家同士でクラウドサービスの共同利用をすればやクラウドサービス費や通信SIM費などのランニングが削減可能になる見込み。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点) :

① ハウス環境状態の遠隔確認ソリューションのみ (単年度の参考資料)

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ソリューション販売費	160万円/式	1式	160万円
		・サービス利用費	1万円/月	12か月	12万円
	定性	・知名度の向上 ・技術の蓄積 ・ノウハウ獲得			
		小計			
費用	イニシャル	・通信機器、環境センサー類	80万円/式	1式	80万円
		・健柱及び機器設置工事費	25万円/式	1式	25万円
		・システム初期設定作業費	20万円/式	1式	20万円
	小計				125万円
	ランニング	・クラウドサーバー費	0.4万円/月	12か月	4.8万円
		・通信SIM費	0.15万円/月	12か月	1.8万円
		・運用管理費	0.2万円/月	12か月	2.4万円
小計				9万円	
実装経費 計					38万円

ビジネス主体

株式会社アリオンシステム

(投資の妥当性
現時点見立て)

導入先
(支払元)

原価率の高い機器代等はイニシャルで回収できるため赤字にはならない。
Wi-Fi HaLowを用いた近隣農家の共同利用が増えるとランニングの利益率は高まっていく。

妥当性を高めるための目標

目標

システム初期設定作業費の削減を30%を目指す。
通信SIM、クラウドサーバーの適正プランをさらに検討する。

アクション

エンジニア作業のマニュアル化による工数削減により、可能になる見込み。

発生している通信料を細かく分析し、通信SIMやクラウドサーバーのプラン変更により500円～1000円単位で削減が見込める。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点) :

②ハウス設備自動制御システムソリューションのみ (単年度の参考資料)

	項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ハウス内設備の遠隔自動制御による人件費削減 90万円/年間 (5,000円×2h×90日)	1年間	90万円
	定性	・働き方の質向上 ・技術継承問題解消 ・プライベートの充実度向上 (家族との交流時間増) ・商品の品質向上 (病気対策、間引きなどの業務の増幅)		
費用	イニシャル	②自動制御 上記ソリューションにおける 機器設置及び工事費 ・通信機器、環境センサー ・建柱および機器設置費 ・システム初期設定作業費 ・電磁弁及び工事費 200万円/式	1式	200万円
	ランニング	②自動制御 上記ソリューションにおける サービス利用費 1万円/月	12か月	12万円
	実装経費 計			-122万円



顧客	農業従事者 (一般農家)、一般企業 (アグリ事業部)	
投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元)	導入コストに対しては3年目で回収出来る見込みであり、このソリューションを導入することで働き方の質向上、技術継承等の定性的な効果も期待できる。中でも、自動制御の灌水スケジュール機能を使用すれば、今まで中々つくる事の出来なかった休日をつくる事ができるようなるかもと期待されているため、プライベートの充実度向上といった定性的な効果への関心が非常に高い。
	目標	農業において非常に重要な水、それを制御する自動制御ソリューションの質をより向上させるために機能改修を行い、高品質なソリューションを目指す。 Wi-Fi HaLowの特性を活用して離れた複数のビニールハウスを一つのインターネット回線で網羅することで差別化を図り、購買意欲を高める。 ランニング1万円は本実証中のヒアリングで得た希望金額である。高サービスを低価格で提供が理想であるため、少額でもランニングを削減する事を目標とする。
	アクション	自動制御 (灌水) のスケジューラー機能の実装を行う。 詳細設定から一括設定、蓄積された栽培データを用いたおすすめ設定が可能な機能を想定。 Wi-Fi HaLow を用いて近隣の農家同士でクラウドサービスの共同利用をすればクラウドサービス費や通信SIM費などのランニングが削減可能になる見込み。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点) :

②ハウス設備自動制御システムソリューションのみ (単年度の参考資料)

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ソリューション販売費	200万円/式	1式	200万円
		・サービス利用費	1万円/月	12か月	12万円
	定性	・知名度の向上 ・技術の蓄積 ・ノウハウ獲得			
					小計 212万円
費用	イニシャル	・通信機器	80万円/式	1式	80万円
		・健柱及び機器設置工事費	25万円/式	1式	25万円
		・システム初期設定作業費	20万円/式	1式	20万円
		・電磁弁及び工事費 ※ 1	35万円/式	1式	35万円
		※ 1 電磁弁想定数量・工事内容外の場合は別途見積			
	小計 160万円				
ランニング	・クラウドサーバー費	0.4万円/月	12か月	4.8万円	
	・通信SIM費	0.15万円/月	12か月	1.8万円	
	・運用管理費	0.2万円/月	12か月	2.4万円	
	小計 9万円				
実装経費 計					43万円

ビジネス主体 株式会社アリオンシステム

(投資の妥当性 現時点見立て)	導入先 (支払元)	原価率の高い機器代等はイニシャルで回収できるため赤字にはならない。 Wi-Fi HaLowを用いた近隣農家の共同利用が増えるとランニングの利益率は高まっていく。
	目標	システム初期設定作業費の削減を30%を目指す。 通信SIM、クラウドサーバーの適正プランをさらに検討する。
	アクション	エンジニア作業のマニュアル化による工数削減により、可能になる見込み。 発生している通信料を細かく分析し、通信SIMやクラウドサーバーのプラン変更により500円～1000円単位で削減が見込める。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点):

③防犯・害獣対策ソリューションのみ(単年度の参考資料)

	項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・防犯・害獣対策にかかる人件費削減 105万円/年間 (5,000円×1h×210日)	1年間	105万円
	定性	・働き方の質向上 ・犯罪の抑止力		
費用	イニシャル	③防犯・害獣対策 上記ソリューションにおける 機器設置及び工事費 ・通信機器、カメラ、AI PC ・建柱および機器設置費 ・システム初期設定作業費 200万円/式	1式	200万円
	ランニング	③防犯・害獣対策 上記ソリューションにおける サービス利用費 1.8万円/月	12か月	21.6万円
実装経費 計				-116.6万円

顧客	農業従事者(一般農家)、一般企業(アグリ事業部)
投資の妥当性 (現時点見立て)	導入コストに対しては2年で回収出来る見込みである。 ①環境確認、②環境制御とは違った観点の定性的な効果があり、中でも犯罪の抑止力の効果が一番高いと評価された。 また、カメラのターゲットをイチゴにすることにより、育成状況の確認等、新しい面の定性的効果を生み出すことが出来るソリューションである。 現時点も実証中のため、確定していない仕様もある。引き続き農家オーナーとのヒアリングを続け、オプションとして取り扱う予定である。
妥当性を高めるための目標	導入時のハードウェアの選択肢を増やし、安価なプランでも提供できるようなソリューションにすることを目標とする。 Wi-Fi HaLowの特性を活用して離れた複数のビニールハウスを一つのインターネット回線で網羅することで差別化を図り、購買意欲を高める。 購入者が「人物・害獣検知」機能が不要という判断をすれば、AI PCといった高額なハードウェアを安価なエッジPCに変更する事でイニシャルの削減が見込める。 Wi-Fi HaLow を用いて近隣の農家同士でクラウドサービスの共同利用をすればやクラウドサービス費や通信SIM費などのランニングが削減可能になる見込み。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点) :

③防犯・害獣対策ソリューションのみ (単年度の参考資料)

		項目	金額	数量	計(金額)	
効果	定量	・ソリューション販売費	200万円/式	1式	200万円	
		・サービス利用費	1.8万円/月	12か月	21.6万円	
	定性	・知名度の向上				
		・技術の蓄積 ・ノウハウ獲得				
					小計 221.6万円	
費用	イニシャル	・通信機器、カメラ、AI PC	110万円/式	1式	110万円	
		・健柱及び機器設置工事費	25万円/式	1式	25万円	
		・システム初期設定作業費	20万円/式	1式	20万円	
						小計 155万円
	ランニング	・クラウドサーバー費	1万円/月	12か月	12万円	
		・通信SIM費	0.15万円/月	12か月	1.8万円	
		・運用管理費	0.2万円/月	12か月	2.4万円	
						小計 16.2万円
	実装経費 計					36.8万円

ビジネス主体 株式会社アリオンシステム

(投資の妥当性
現時点見立て)

導入先
(支払元)

原価率の高い機器代等はイニシャルで回収できるため赤字にはならない。Wi-Fi HaLowを用いた近隣農家の共同利用が増えるとランニングの利益率は高まっていく。ヒアリングで得た希望サービス利用費は1万円ではあったが、本ソリューションはクラウドサーバのプラン変更(増額)をする必要があるため、サービス利用費の増額を余儀なくされた。

妥当性を高めるための目標

目標

システム初期設定作業費の削減を30%を目指す。通信SIM、クラウドサーバーの適正プランをさらに検討する。

アクション

エンジニア作業のマニュアル化による工数削減により、可能になる見込み。発生している通信料を細かく分析し、通信SIMやクラウドサーバーのプラン変更により500円～1000円単位で削減が見込める。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点) :

④いちご自動収穫ソリューションのみ(単年度の参考資料)

	項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・収穫にかかる人件費削減効果 126万円/年間 (2,000円×3h×210日)	1年間	126万円
	定性	・働き方の質向上 ・技術継承問題解消 ・プライベートの充実度向上(家族との交流時間増) ・商品のブランド化(ロボット摘みイチゴ) ・商品の品質向上(病気対策、間引きなどの業務の増幅)		
費用	イニシャル	④自動収穫 上記ソリューションにおける 機器設置及び工事費 ・通信機器 ・建柱および機器設置費 ・システム初期設定作業費 ・収穫ロボット 550万円/式	1式	550万円
	ランニング	④自動収穫 上記ソリューションにおける サービス利用費 1.8万円/月	12か月	21.6万円
実装経費 計				-445.6万円

顧客	農業従事者(一般農家)、一般企業(アグリ事業部)
投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元) 導入コストに対しては5年で回収出来る見込みである。年間の人件費削減効果は全ソリューションの中で一番高く、【ロボットが摘んだイチゴ】というような商品のブランド化という定性的効果が最も評価された。農家オーナー希望の導入コストにするためにはあと数年は研究開発が必要になると思われるが、関心はとて高く、期待されている。こちらオプションとしての取り扱いを検討している。
妥当性を高めるための目標	目標 農家オーナーとのリアリングで、ロボットで全ての作業を賄う必要はないとの結論に至ったため、必要とする機能・運用上の仕様を絞り、ロボットにかかる費用を削減する事、よりコストを下げるための研究開発が出来るような補助金や助成金の事業に参画する事を目標とする。
	アクション 実証農家へ機能・運用上の仕様の必要最低限のヒアリングと本実証で得た団体とのネットワークを駆使して補助機や助成金の情報を習得する。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点) :

④いちご自動収穫ソリューションのみ(単年度の参考資料)

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	・ソリューション販売費	500万円/式	1式	550万円
		・サービス利用費	1.8万円/月	12か月	21.6万円
	定性	・知名度の向上 ・技術の蓄積 ・ノウハウ獲得			
					小計 571.6万円
費用	イニシャル	・通信機器	80万円/式	1式	80万円
		・健柱及び機器設置工事費	25万円/式	1式	25万円
		・システム初期設定作業費	20万円/式	1式	20万円
		・収穫ロボット	300万円/式	1式	300万円
	ランニング	・クラウドサーバー費	1万円/月	12か月	12万円
・通信SIM費		0.15万円/月	12か月	1.8万円	
・運用管理費		0.2万円/月	12か月	2.4万円	
					小計 16.2万円
実装経費 計					128.6万円

ビジネス主体

株式会社アリオンシステム

(投資の妥当性
現時点見立て)

導入先
(支払元)

原価率の高い機器代等はイニシャルで回収できるため赤字にはならない。
Wi-Fi HaLowを用いた近隣農家の共同利用が増えるとランニングの利益率は高まっていく。

妥当性を高めるための目標

目標

システム初期設定作業費の削減を30%を目指す。
通信SIM、クラウドサーバーの適正プランをさらに検討する。

アクション

エンジニア作業のマニュアル化による工数削減により、可能になる見込み。
発生している通信料を細かく分析し、通信SIMやクラウドサーバーのプラン変更により500円～1000円単位で削減が見込める。

③ 資金計画

		2025年度	2026年度
費用	イニシャル	3,300,000円	9,900,000円
	ランニング	105,000円	720,000円
	小計	3,405,000円	10,620,000円
資金 調達 方法	金融機関からの調達	山陰合同銀行 30,000,000円 営業費用、開発費用に充当予定	
	標準パッケージのイニシャル費用（収入）	4,000,000円 →2農家（新規目標） ： 2,000,000円×2 = 4,000,000円	12,000,000円 →6農家（新規目標） ： 2,000,000円×6 = 12,000,000円
	標準パッケージのランニング費用（収入）	140,000円 →2農家（新規目標） （1農家あたり70,000円（7ヶ月間）） ： 70,000円×2 = 140,000	960,000円 →2農家 + 6農家（新規目標） （1農家あたり120,000円（12ヶ月間）） ： 120,000円×8 = 960,000円

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	反映 ページ
	内容	
導入元視点に立った時に導入のハードルを下げるため、イニシャルコストとランニングコストの配分を再度検討いただきたい	イニシャルコストとランニングコストの配分について再度検討したが、現時点での結論としては配分は変更しないという事になった。 実証時のヒアリングにおけるランニングの希望金額が1万円という回答があったこと。 ランニングの原価が少額であったならば、1万円－（原価＋最低利益）の差分にイニシャルを分配をしてもよいとも考えたが、現時点ではその差分は発生しない状況である。	111、 112P
各ソリューション単位での販売も見据えて、各ソリューション単位での費用対効果を改めて検討いただきたい	各ソリューションで求められるニーズや関心の先が違うという点がわかった。 導入コストの回収期間はバラバラだが、各ソリューションにおける定性的効果が農家オーナーの求めているものと一致した場合は高い効果を発揮すると想定され、より期待の持てる結果になると思われる。 定量・定性の費用対効果が高く、農家オーナーの機能に対するニーズにあったソリューションの組合せを標準パッケージとし、それ以外のソリューションはオプションとし取り扱う予定である。	113P 補足資料 として114 ～121P

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況（1/2）

指摘事項	反映状況	反映 ページ
センサーデータの数値の正確性が検証できていないのであれば、工数0になったとしても、満足するクオリティで確認できていないと思うので、結果の信頼性が低いのではないかと	正確性に問題があるのは一部のセンサーである。それらについては普及指導センターのセンサー値と比較し、キャリブレーションで対応できるのか、そもそも初期不良であるのか判断して対応する旨、記載した	P94
工数が減っているのは事実だと思うが、映像を監視する人はいるはずであり、工数0は誤りでないか。必須で修正してほしい	様々な作業目的でハウスへ訪れる事があり、また、同時並行で業務を行うこともあるため一貫性がなく、既存のままだと検証が困難であることが農家オーナーとの話でわかった。そのため、アクションを【対象ソリューションの作業をするためにハウスを訪れる】と両方で明確化し、それに合わせて目標の修正を行った。また、監視するための別工数が発生していることも記載した。	P50
FarmKと渡辺農園における満足度の違いは何か	そもそもITに対して親近感がある30代の若い農家（FarmK）、豊富な経験を持ち、次世代の継承を考えているベテランの50代の農家（渡辺農園）によって、スマート農業に対する考え方の差があり、同じソリューションであっても、満足度に差が現れていると考察していることを記載した。	P52
横展開に向けての課題の部分で、「農家への営業パートナーの確保」等、対応策が明確でないため、具体的に記載してほしい	クリティカルな「設置業務のパートナー確保」「営業パートナー確保」「予算不足」について対応策を具体化して記載	P95

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況（2/2）

指摘事項

反映状況

内容

反映 ページ

多数の無線通信機器が相互接続されている検証となっているがこのような構成での課題は発生しなかったか？また、ボトルネックになるような部分は無かったと考えて良いか？

BLE, WiFi(2.4GHz), WiFi HaLow, WiFi-6E, LTEと様々な無線技術を活用し、かつマルチベンダーのデバイスを相互接続したネットワークを構成したが、今回の実証期間においてボトルネックになる相互接続上の課題は生じなかった。

ただ、もし何か通信経路上の問題が発生した場合を想定し、特にハウス内の設備(灌水電磁弁、灌水ポンプ、酸素バブル供給装置)のクラウド管理サーバからの制御信号に関しては、クラウド管理サーバとエッジコンピュータ間でMQTTによるステータスをきめ細かにやりとりするように工夫をしている。

アドバンテージとしてはランニングコストの低減化があげられる。

（農家の見解としてもランニングコストを抑えることが強く求められた）

●今回のシステム構成は基本的に通信のランニングコストは3農園で格安プリペードsimカードを1枚使用しているのみであり、通信のランニングコストを極小化している。

●防犯・害獣対策システムにおいて、カメラの画像データをエッジAIでおこなっており、必要なデータのみをクラウド管理システムと連携させることで通信のランニングコストを抑制している。

直接LTEに接続するようなシンプルな構成も考えられると思うが今回の実証の構成にすることによるアドバンテージは合ったか？