

令和6年度「ぐんまAgri×NETSUGEN共創」実証事業

『労働力の補完および労働環境の改善に係る

「きゅうり自動収穫ロボット」実装効果の把握・検証』

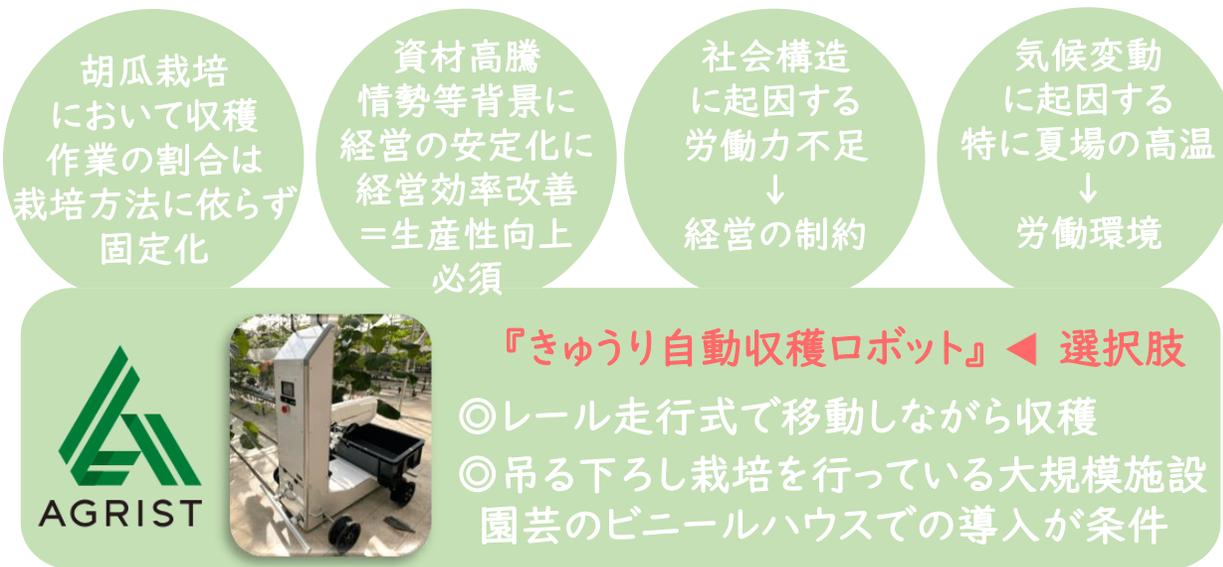
実績報告書 兼 実証技術等導入手順書



実証事業実施背景

.....実施計画書抜粋.....

そこで、本県に特化した取組として、当該社開発の「きゅうり自動収穫ロボット」を本県の既存きゅうりハウスに導入した際、「労働力」という視点および「労働環境」という視点において、きゅうりの栽培体系に現場感度でどのような効果が認識されるのか、定量的かつ定性的に把握することができないかと考えている。既存ハウスへの導入という条件については、ロボット側からは稼働環境という意味で万全の状態ではないものの、その上での効果が認識されることになれば、より県内生産者に訴求し得るツールたり得るという期待に加え、そもそも収穫作業にロボットを導入するという想定のない県内生産者に対しては、認識を更新するという意味で大きなインパクトをもたらす機会を提供できるとも考えている。生産性向上という課題解決に新たなツールを導入すること自体、それに対する様々なアレルギー反応もあろうと想像するが、実際にツールが導入された現場を身近な環境で目にするという体験に勝る動機付けはないものと考え、当該ツールに限らずスマート農業全般を対象にその実装を生産者が具体的にイメージでき、生産を継続する将来ビジョンの経営の中にそれらを落とし込んでもらうこと、これらを目的として取組を具体化していきたい。



＜将来的に実装され得る技術ってどんなものなのか＞

- ◎自動収穫ロボットって実際どんな感じ？
- ◎ロボットにとって最善でない環境でどうなるの？
- ◎生産者が実際にそれを目にしたらどう感じるの？
- ◎生産者が実際に使ってみたらどんな感想？
- ◎経営課題の解決にスマート農業って選択肢にイメージできる？

ロボットの性能評価ではなく、、、
本県仕様ハウスでどう動くか？それを見た生産者がどう感じるか？
スマート農業に類する技術の導入が生産者自身の経営の選択肢に

実証事業設計

生産者意識



第1段階：モデル的実証導入

県内生産者への共有

第2段階：現地実証導入

園芸作物生産実証農場

全農

実際に「自動収穫ロボット」による収穫作業を栽培体系に取り入れたら

- ▶ 過去に扱った経験のない自動収穫ロボットって本当に収穫できるの？
- ▶ どの程度の操作性で、どの程度の収穫が実際のハウス条件で可能なの？
- ▶ 結果として作業体系にどのような影響があるの？

実際に園芸作物生産実証農場において、自動収穫ロボットで収穫している現場を県内生産者に向け開放しその性能を確認・実感してもらう

- ・群馬県との共催として開催したい
- ・県内生産者を参集する
- ・普及指導員等現場担当者も参集
- ・実証データの報告含め幅広く情報共有を図る



県内主力産地の内、JA邑楽館林管内生産者からロボット導入が可能な栽培管理、ハウス設備有無を基準に候補者を選定し打診/特に、他の生産者への訴求力も踏まえ中核的な担い手であることも考慮

【生産者の感度】
前向きな発想で
単に既存労働力の置換でなく、規模拡大等経営改善等をイメージした実感

【大前提】

経営改善の意識

規模拡大・人手不足等何かしらの自身の抱える課題を解決する糸口を求める応募を期待

【精度低下は想定】

最善環境ではないが

ロボットに制約のある既存農家ハウスでどの程度性能を発揮するか？その上で導入生産者がそれをどう感じるか？

- ・従来通りでは駄目
- ・経営改善の視点が要
- ・課題には前広に対処
- ・スマート農業に類する技術を自分が導入するイメージの実感



AGRIST (株)



開発ロボットを生産者に直接導入するのは容易ではないが実証専門農場なら

- ▶ 自社開発ロボットが既存ハウス環境で問題なく稼働することを確認したい
- ▶ 設置から稼働までの過程において、実際に生産者が導入する際に課題になり得る項目を確認したい
- ▶ 群馬県のきゅうり栽培への普及推進の感度を掴むことも可能であれば、今後の展開につなげたい

現場開放時には開発会社として参画し、自動収穫ロボットに係る情報を共有するとともに、群馬県のきゅうり生産者の導入感度に触れる機会とする



- ・実際の稼働様子を見た生産者はどのように感じ・考えるか
- ・ロボット側としての導入先想定などメリットある対象などの情報を正確に共有

現地生産者

生産者提案する準備段階

多くの生産者が初めて目にする技術にどう感じるのか、経営の効率化、経営拡大といった視点で新たな技術を導入する実感は湧いてくるのか

- ・自分の経営への導入メリット想像
- ・効率化目線だけでなく導入することで新たにできることがあるのでは？
- ・機械に限らず経営改善に必要な要素って？



『きゅうり自動収穫ロボット』の実証導入を通じ、「労働力の補完」や「労働環境の改善」といった視点で、本県のきゅうり生産現場への実装効果を把握したい。更に、現場開放により多くの生産者にスマート農業に類する技術に触れる機会を提供し、自らの経営課題を新たな技術で解決していくことの必要性を身近に実感してもらいたい。▶認識を更新

実証事業スケジュール感

キックオフ
ミーティング
4月26日

関係者を参集した取組内容共有

実証事業に係る取組概要、取組スケジュール、ハウスへのロボット導入設計等についてAGRI ST（株）、群馬県を参集し共有

第2ステップ
生産者選定
5月10日

現地生産者への実証導入先として対象生産者への依頼・打合せを実施

J A 邑楽館林管内：生産者に対し、当該実証事業での実証導入について依頼し了解を得る

実証農場
実証導入
6月

【実証導入】園芸作物生産実証農場においてロボット収穫を実施

- ①期間：データ収集期間として6月1ヶ月ロボットを稼働（準備含め実質稼働期間は5月30日～7月10日・19日）
- ②記録：ロボット収穫およびロボット収穫後の手収穫について、「時間」「本数」「重量」等のデータを測定し記録
- ③公開：群馬県 調査研究プロジェクト（野菜のスマート農業）「きゅうり自動収穫ロボット現地検討会」として実証状況を公開

現地見学会
7月12日

【現地見学会】県内生産者を参集した実証現場の見学会を開催

- ①開催概要：令和6年7月12日（金）@群馬県農業技術C稲麦研究Cおよび園芸作物生産実証農場
- ②実施内容：きゅうり自動収穫ロボット概要～実証導入経過の説明～ハウス内でのロボット収穫の見学
：参加生産者にアンケートを実施し、ロボット収穫への感度やスマート農業的技術の経営への導入に向けた感度を確認

中間報告
第2ステップ

中間報告：経過および今後の予定について

- ①経過報告：7月29日付提出の進捗報告資料以降の更新内容を中心に関係者に対し共有
 - ②実証計画：第2ステップとして予定している現地生産者圃場への実証導入に向けた予定を共有
- ▶ 意見交換を頂いた内容を反映し、第2ステップとなる現地生産者圃場での実証導入充実化を進める

第1ステップ：モデル的実証導入

モデル的実証導入での稼働（令和6年6月…促成作型）

1. 自動収穫ロボットにより1ベット→4ベット（ハウス東側→西側方向）に順次収穫

※現在の仕様では、進行方向に向かって右側を最初に収穫し、折り返して戻る際に西側を収穫するので順番（右図記載の ① → ⑧ の順）はベット毎にはならない

※自動収穫ロボットは南側に戻って停止したら、手押しで横のベットへ移動して稼働を再開

2. 収穫した本数を畝の東側、畝の西それぞれでカウントし記録

※重量は、畝の東西別に総重量を記録

3. 収穫物の内、自動収穫ロボットの設定範囲外で収穫された場合にはその内容を記録

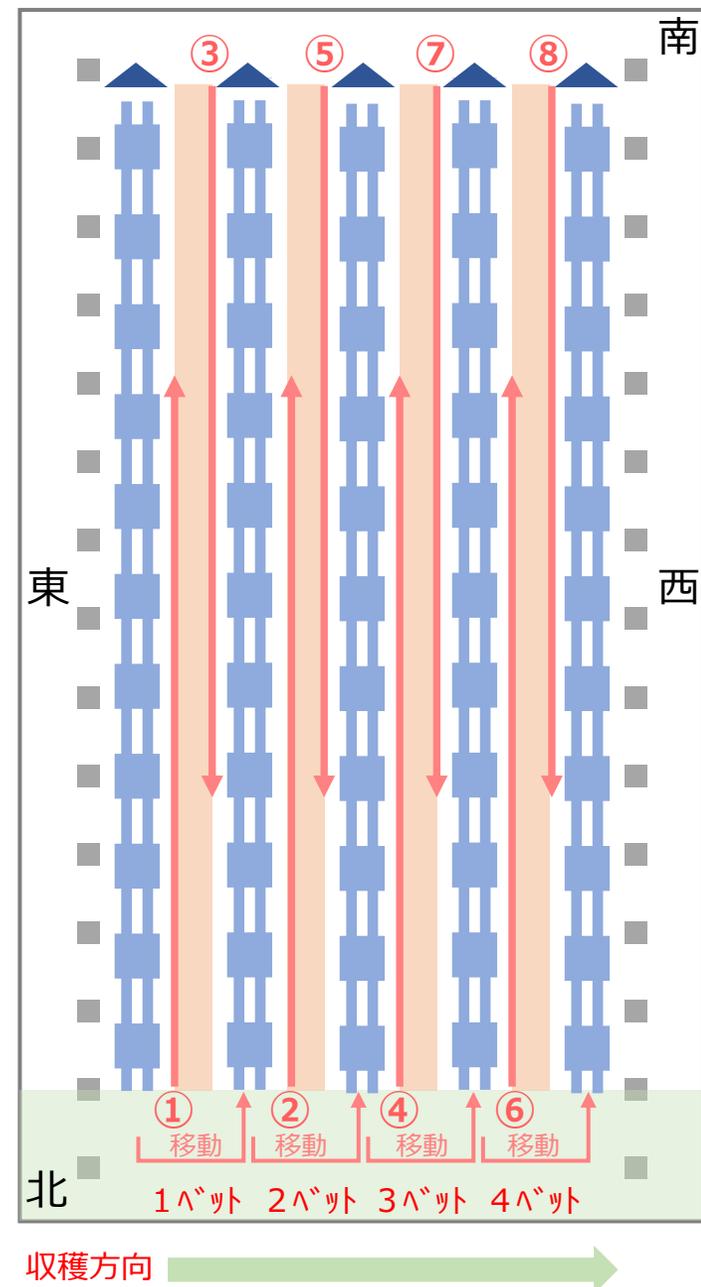
【ロボット設定】※期間内で設定の微調整は有り

- ▶ サイズ設定 下限100g～上限220g
- ▶ 稼働設定 収穫本数100本上限／往復回数1回
- ▶ 収穫範囲 地上部高さとして『40cm（下限）～123cm』
- ▶ 果梗長 残す長さとして『10mm』

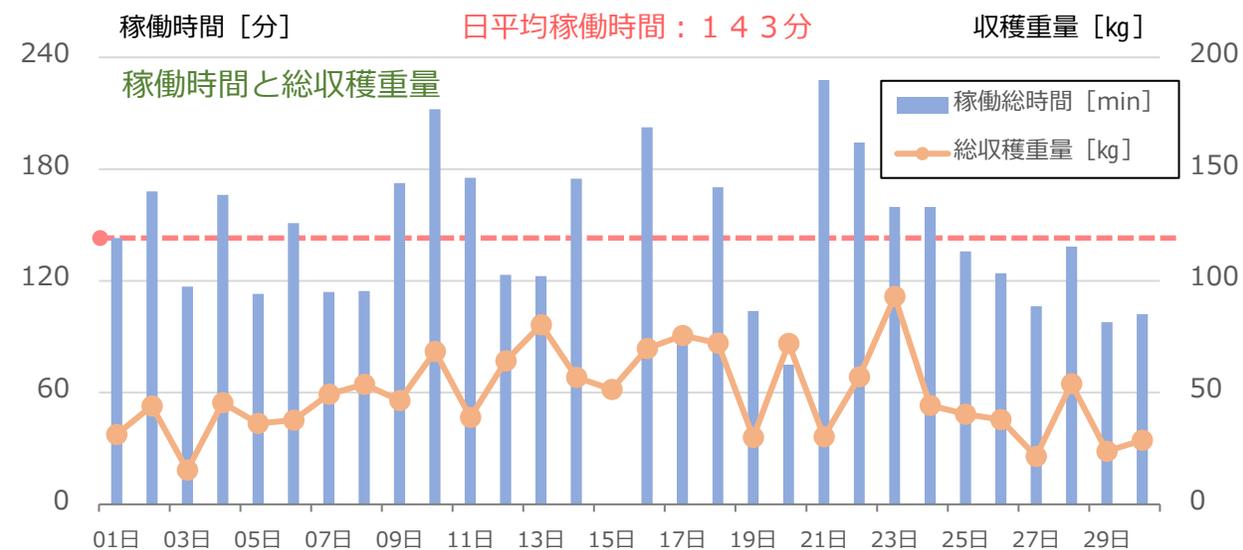
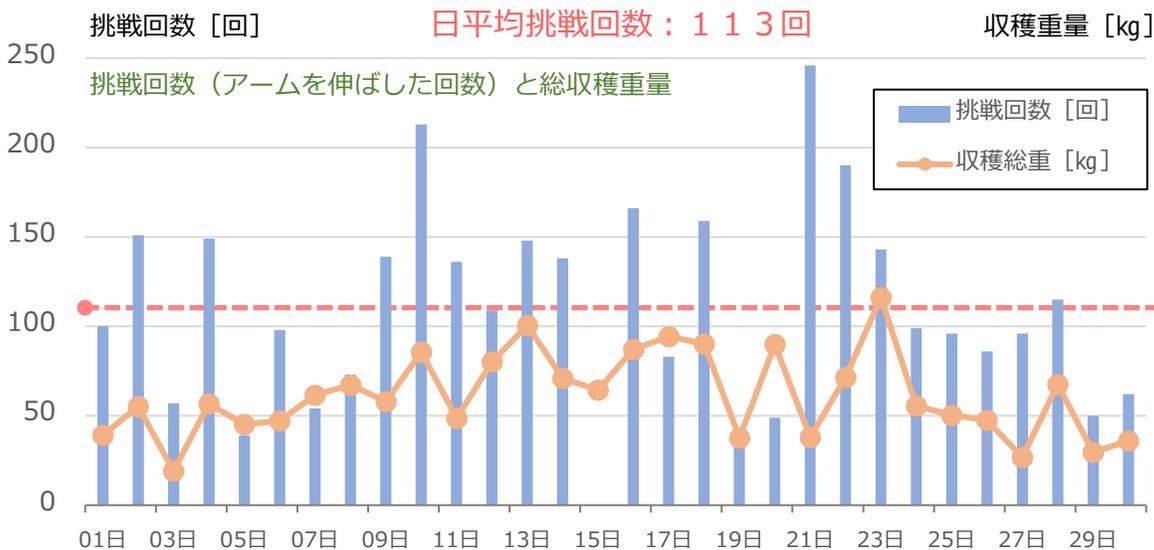
4. 自動収穫ロボットによる収穫後に従業員による手収穫を行い、同様に本数および総重量を記録

5. その他、稼働中の停止回数や停止時のエラー区分、発生した事象などを記録

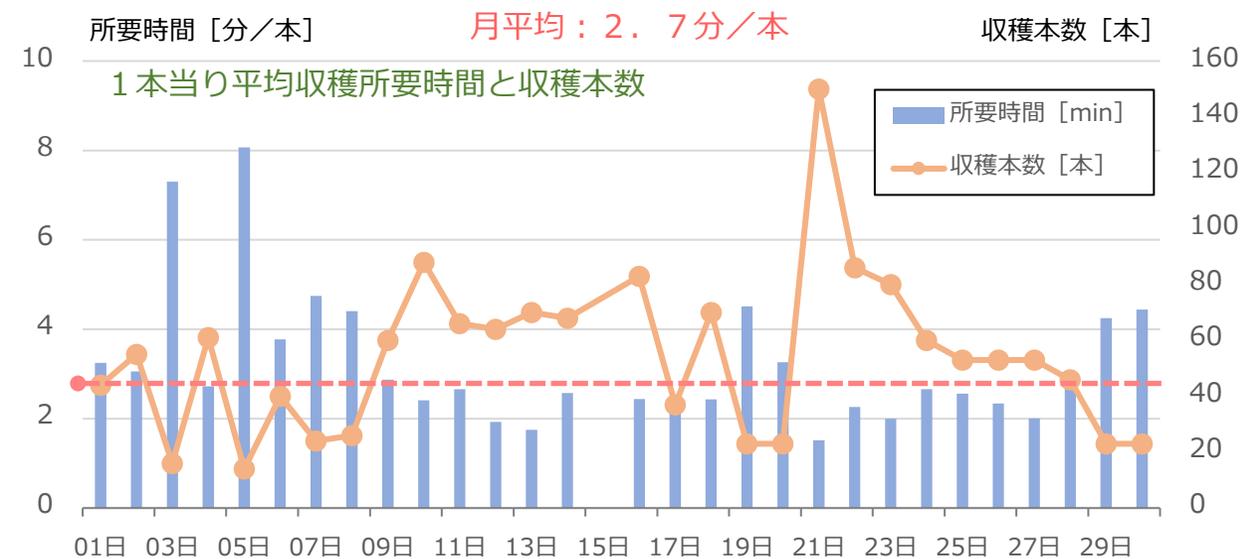
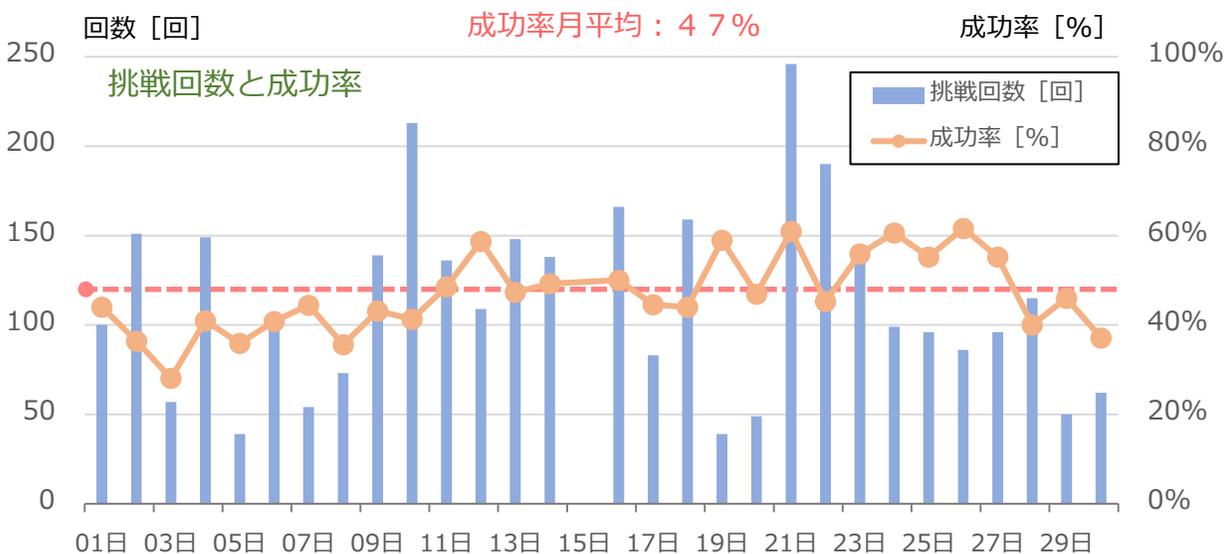
6. なお、実証農場の1棟面積は10aの3分の1で約3.3a分として確認頂きたい



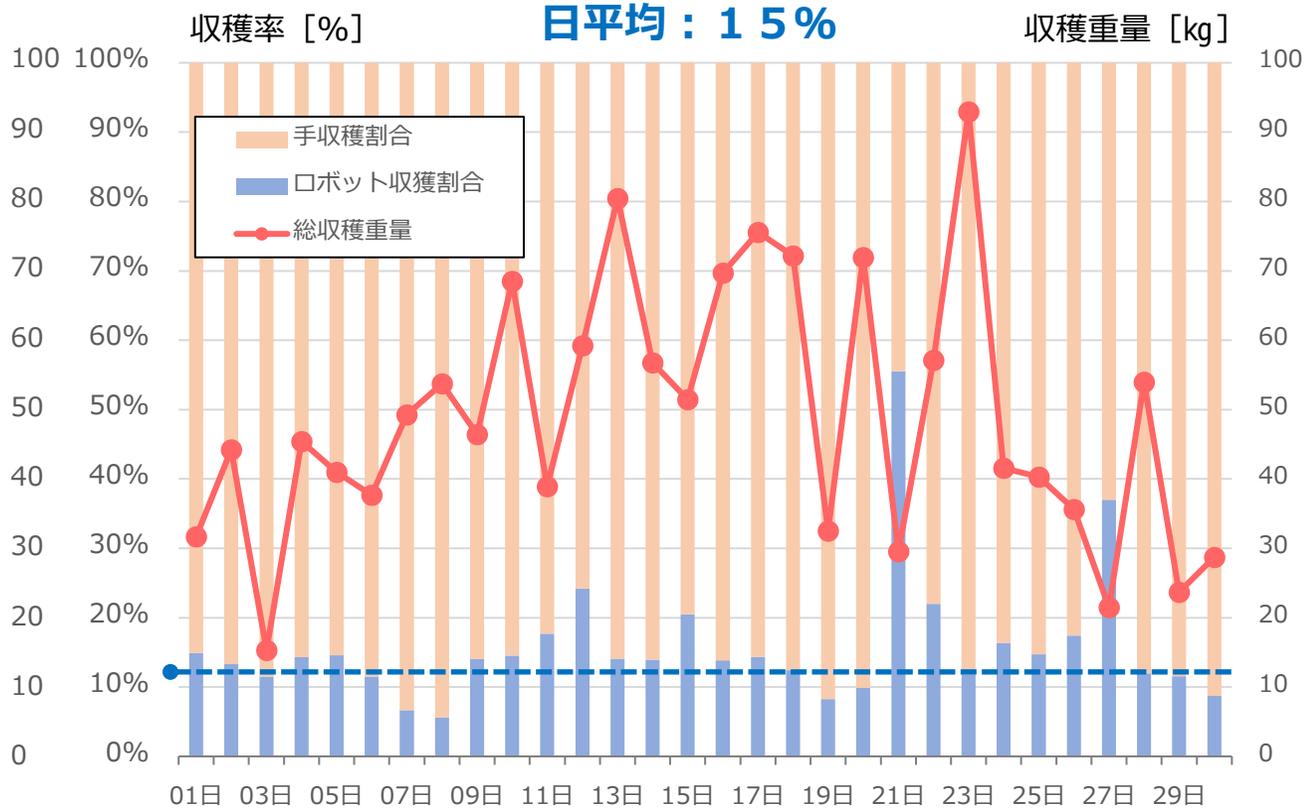
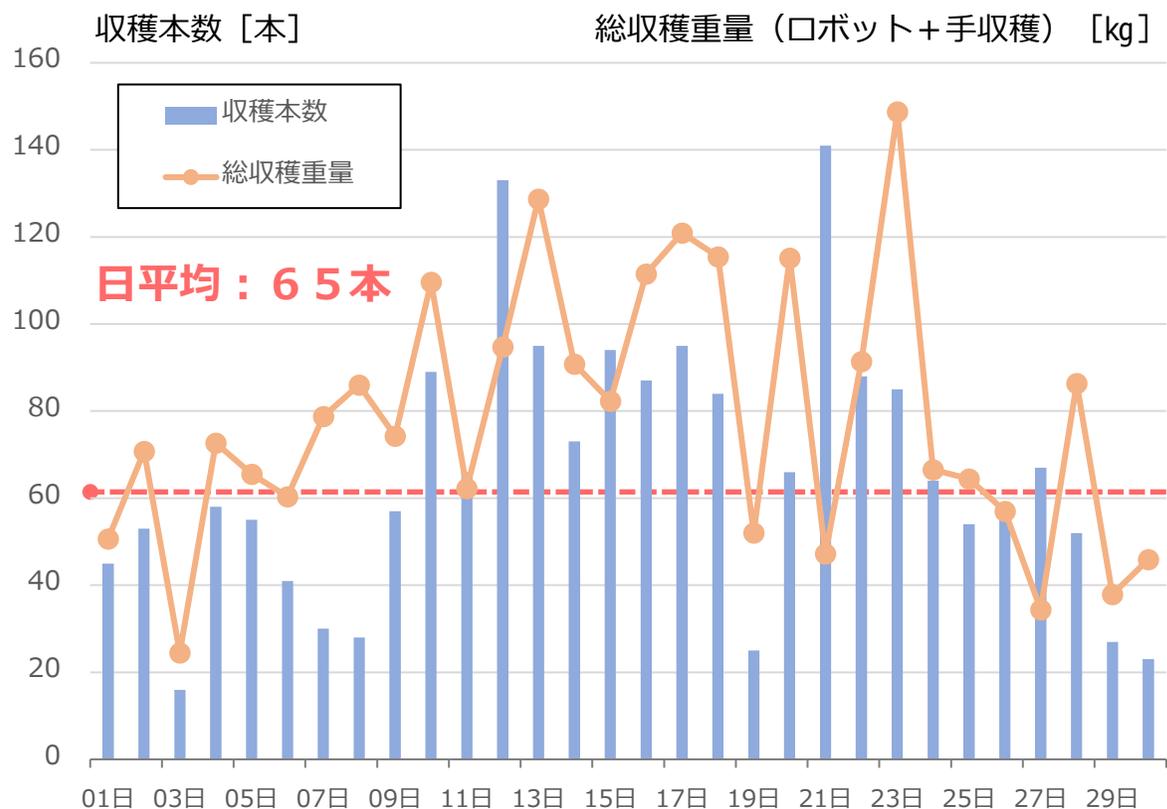
第1ステップ：モデル的実証導入『ロボット稼働と収穫量の関係』『ロボットの稼働傾向』



※自動収穫ロボットの設定としてモニタリングしている稼働時間（基本：収穫動作時間）



第1ステップ：モデル的実証導入『収穫本数』『収穫割合』



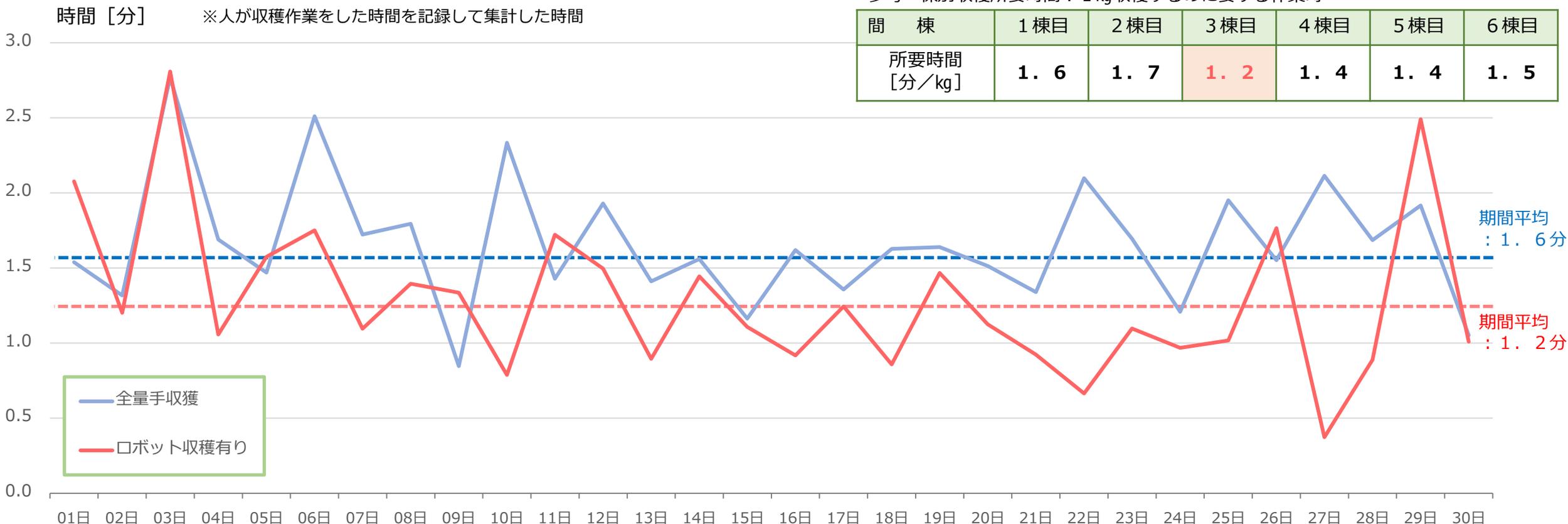
ロボット収穫本数 自動収穫ロボットによる収穫本数を日別に示したグラフ（棒グラフが収穫本数）。自動収穫ロボットによる収穫重量と自動収穫ロボットによる収穫後に人が手で収穫した収穫重量を合計した『総収穫重量』を折れ線グラフで示している。自動収穫ロボットの1ヶ月の日別平均収穫本数は65本となった。自動収穫ロボットの収穫本数は日々変動しているが、総収穫重量が増加傾向にあった6中旬に収穫本数も平均以上になっており、生育との連動性は一定程度確認できる。

ロボット収穫率 収穫本数を基準にロボット収穫率（総収穫本数に対するロボット収穫本数の比率）を日別に、ロボット稼働3棟目の総収穫重量を折れ線グラフで示す。期間平均収穫率は『15%』で、最高55%（21日）、最低6%（8日）。総収穫重量との相関は見られず、一部ベツで2回ロボット収穫をした21日・27日を除き、日毎の変動幅は小さい。ロボットが収穫する前提条件①収穫範囲（高さ）に収穫適期の果実が位置②収穫適期の果実が通路側手前の葉で隠れていない状態、この①②条件を満たす状態にあるかないかによって収穫率は左右される印象。

第1ステップ：モデル的実証導入『ロボット稼働と負担軽減』

参考 棟別収穫所要時間：1 kg収穫するのに要する作業時

間 棟	1棟目	2棟目	3棟目	4棟目	5棟目	6棟目
所要時間 [分/kg]	1.6	1.7	1.2	1.4	1.4	1.5



収穫所要時間の比較 『全量手収穫をした棟（1棟目）とロボット収穫した棟（3棟目）の比較』 ※栽培管理方法同じ／品種別

各棟の『収穫作業に掛かった総時間（分）』 ÷ 各棟の『総収穫重量（kg）』 = 『1 kg収穫するのに掛かった時間』

3棟目の時間にはロボット収穫に要した時間は含んでいない。あくまで、ロボット稼働分で人の負担がどの程度減ったかを確認するデータ。当然、ロボット収穫後に実施した『人による収穫作業時間』は、全て手収穫した棟と比べて短い傾向にある。その差は0.4分であり、数値上ではkg当り24秒相当分の人の作業負担を軽減していることになる。

第1ステップ：モデル的実証導入『ロボット収穫状況』



2回ロボットで収穫した結果

1棟目の東側については、試験的に2回ロボットで収穫
 1回目：23本（内外品2本）→手収穫：7本 ※ロボット収穫範囲外を中心に収穫
 2回目：15本（内外品2本）→手収穫せず

ロボットが収穫できなかった状況
 ・2果成りでロボット側に小さい果実がある場合に邪魔になる場合

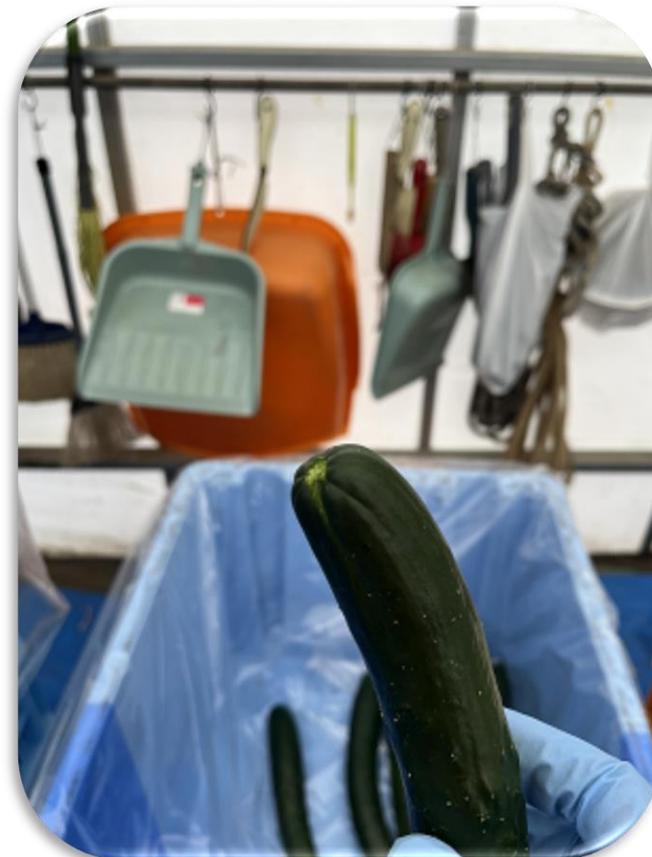
第1ステップ：モデル的実証導入『特異的な事象』



▲切断しきれずに側枝ごと引っ張ってしまった自動停止した例



▲側枝が弾みで誘引線から外れた例



▲果梗を残さず切断してしまった例

エラーの発生状況 自動収穫ロボット稼働時にエラーで非常停止した回数は、6月の1ヶ月間で24回であった。30日の稼働日の内、エラーが発生しなかったのは内16日、1回発生が10日、3回発生が3日、5回発生が1日という結果。ロボットに合わせた一定の環境整備は必要である。なお、発生回数5回の日は、ロボットアーム先のカッターの劣化がエラー発生事由と推察され、メンテナンスにより改善。

第1ステップ：モデル的実証導入『現地見学会』

1. 開催概要

- (1) 日 時 令和6年7月12日（金）13時半～
- (2) 場 所 群馬県農業技術センター稲麦研究センター2階会議室
- (3) 参集範囲 県内きゅうり生産者、JA関係者、群馬県関係者 他
- (4) 共 催 群馬県、群馬県園芸協会、全農群馬県本部
- (5) 内 容

ア. 「AGRIST(株)および「きゅうり自動収穫ロボット事業」概要

(説明) AGRIST(株)エンジニア統括最高責任者 清水秀樹

イ. 園芸作物生産実証農場に「きゅうり自動収穫ロボット」実証状況

(説明) 園芸作物生産実証農場 所長 相馬真哉

ウ. 「施設栽培きゅうり」における病害虫AI予報アプリ取組紹介

(説明) (株)ミライ菜園 代表取締役 畠山友史

エ. 現地見学@きゅうりハウス

(ア) AGRIST(株)による自動収穫ロボットの概要説明

(イ) ロボットを稼働させた収穫の様子の見学

表 出席者実績

No.	所属等	出席者数	備考
1	生産者	19	前橋市・佐波伊勢崎・新田みどり・邑楽館林
2	J A	4	前橋市・新田みどり
3	園芸協会	3	会長・職員2名
4	群馬県	28	農政部・農業技術センター
5	その他	7	AgVentureLab・AGRIST(株)・ミライ菜園(株)
6	全農群馬	9	園芸総合対策課・園芸販売課・肥料農薬課
合計		70	

表 当日スケジュール

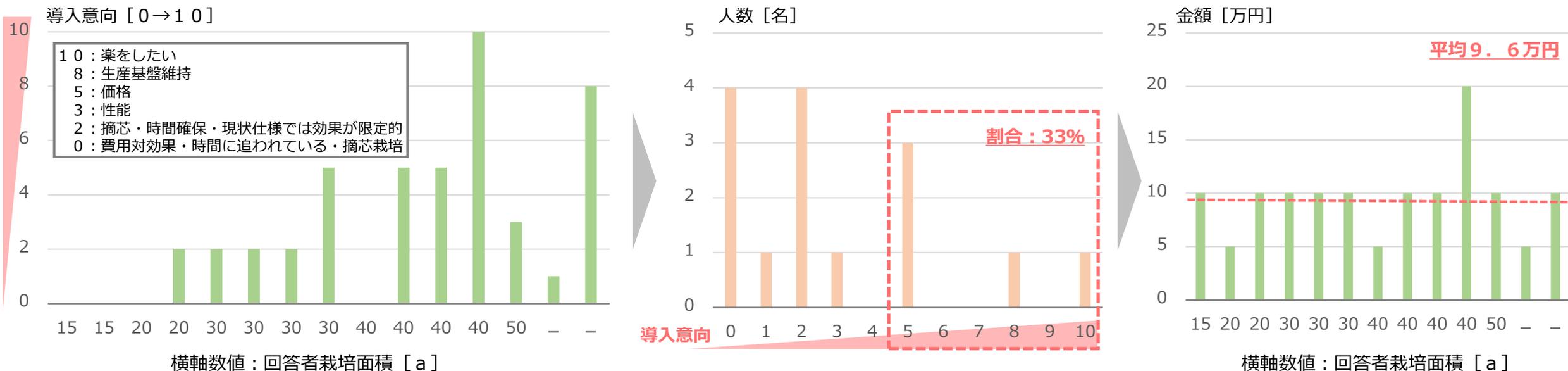
時間	内容
13:30	開会
13:45	挨拶・事前説明
14:00	AGRIST(株)概要説明
14:15	移動(→ハウスへ) / 園芸作物生産実証農場 実証経過説明①
14:30	自動収穫ロボット見学 実証農場ハウス内 / ミライ菜園 病害虫発生予察アプリ概要説明①
14:45	移動(→ハウスへ) / ミライ菜園との意見交換・質疑応答
15:00	移動(→研修室へ) / 自動収穫ロボット見学 実証農場ハウス内 / AGRIST(株)との意見交換・質疑応答
15:15	園芸作物生産実証農場 実証経過説明② / 移動(→ハウスへ)
15:30	ミライ菜園 病害虫発生予察アプリ概要説明② / 移動(→研修室へ) / 自動収穫ロボット見学 実証農場ハウス内
15:45	アンケート記入・回収 / アンケート記入・回収

閉会 ～ 流れ解散 ～ ※ロボットは稼働させ続けていますので終了後も見学可能です

第1ステップ：モデル的実証導入『現地見学会：アンケート結果①』

✓ アンケート回答者18名中5名が見学会前に「きゅうり自動収穫ロボット」を知っていた

問い) 今後機能追加・仕様改善があることを前提に自動収穫ロボットを導入したいと思ったか(0~10の11段階で回答)
 問い) 将来導入判断をする場面を想定した時に必要時期のみの月額レンタルとして検討可能な価格帯は？



生産者の感度

- ✓ 収穫作業時間帯は午前中を中心に一部夕方との回答であるが、高温時期には10~15時のハウス内作業を回避している傾向
 また、高温環境下での作業においてほぼ全員の生産者が危険を感じた経験があると回答している
 - ✓ 少なからず労働力不足を感じている生産者は全体の約7割となり、特に収穫盛期がその中心(※管理作業でも負担感じている)
 - ✓ ロボットへの感度については、比較的栽培面積が大きい生産者において導入意向が高く、導入意向が比較的強い生産者の割合は全体の3割超。一方、レンタル導入としての許容費用感度は平均10万とAGRI ST(株)の検討範囲内に収まる結果。
- ▶ 生産現場では労働力不足・労働環境要素において作業負担軽減要望は確実に存在しており、ロボット導入は検討俎上にある

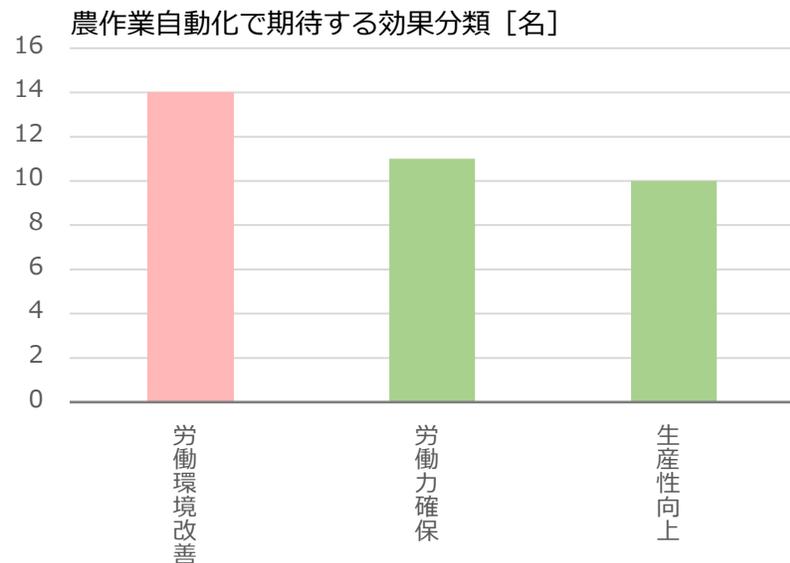
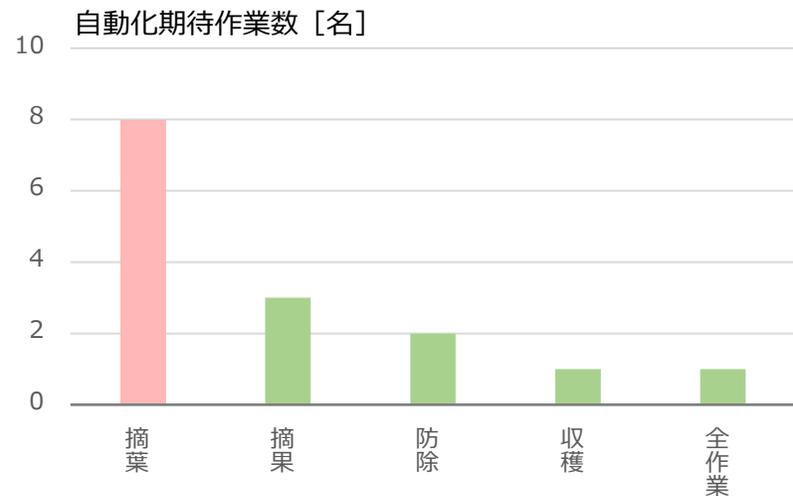
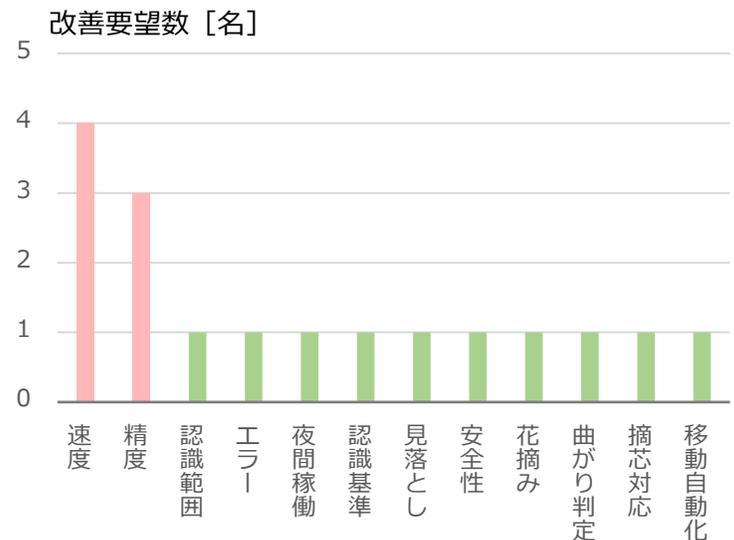
第1ステップ：モデル的実証導入『現地見学会：アンケート結果②』

✓ 将来的なロボット導入に向けた生産者要望

問い) 本日の見学を踏まえ自動収穫ロボットに対する改善要望点を教えてください

問い) きゅうり栽培における自動化を期待する対象作業があれば教えてください 例) 摘果・摘葉など

問い) 自動収穫ロボットのみならず、農作業の自動化に期待することは何ですか？最も近いものを選択して下さい



生産者の感度

- ✓ 見学した上での改善要望としては①速度 ②精度を挙げる生産者が多く確認された
- ✓ きゅうり栽培において自動化を期待する作業としては「摘葉」が最も多く、生産者要望の強さが伺える（定型作業として）
- ✓ 農作業の自動化において生産者が期待する分野は「労働環境改善」が最も多く、次いで「労働力確保」となった。最も少なかった「生産性向上」も他2つの裏返しとなる効果でもあり、総じて農業における『労働』負担に課題があることは明らか。
- ✓ その他『事前の想定以上にロボットの性能が高かった』という意見も確認

▶ 生産者理想と現状のロボット仕様とにギャップはあるが、課題への訴求はできており将来的な導入はイメージされる結果

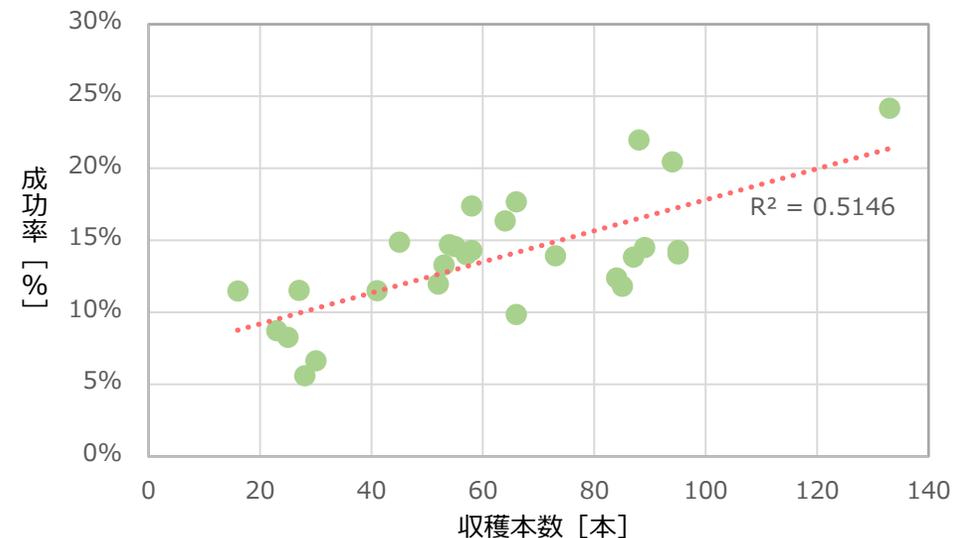
第1ステップ：モデル的実証導入『まとめ』

第1ステップ①：園芸作物生産実証農場での実証導入

▶ ロボットにて収集されるデータおよび農場側で記録したデータに基づく検証を実施

総体として分母となる収穫適期の果実数が多いければ、ロボットによる挑戦回数多く、稼働時間長くなる傾向は想定された傾向であった。一方で、挑戦回数の多少に関わらず成功率が一定である点はロボットの性能が安定している点と整理できる。特に結果としての収穫本数が多いときほど、1本当りの平均収穫所要時間が短い点、また、右図の通り、収穫本数が多いほど成功率が高い傾向にある点を踏まえると、ロボットに最適化された環境・状況があればあるほど効率的に性能を発揮することが確認できた。

→ 既存ハウスでも、ロボットに合わせた環境・栽培管理を実現する、あるいはそのタイミングで導入することでより高い成果が期待できるか



第1ステップ②：現地見学会

▶ ロボットによる収穫の様子を実際に見た生産者がどのように感じたか？

基本情報として、高温環境下での農作業による身体的負荷を強く感じている生産者が太宗を占め、その作業を回避すべく代替となる労働力も十分確保できていない状況を確認。現状課題を解決する手段としての自動収穫ロボットへの感度としては、比較的栽培面積が大きい生産者で導入意向が高く（全体の3割）、許容できる月額レンタル費用も10万円とAGRI ST社の検討範囲内にあった。一方で、現状のロボット性能に対しては、「速度」「精度」の向上への要望が多く挙げられる結果となり、実導入を検討するまでにはギャップが存在することは前提となる。しかしながら、生産者が農作業に求めるポイントは「労働環境」「労働力」に係る課題解決であり、自動収穫ロボットの機能がそこにフォーカスしている点は生産者に前向きに共有された印象。

→ 事前想定よりもロボット性能が高かったとの意見もあり、現場の課題解決を図るためのツールとして生産者の認識を更新できた部分はあった

第2ステップ：現地実証導入

経営目線で
本導入も

第1段階：モデル的実証導入

県内生産者への共有

第2段階：現地実証導入

園芸作物生産実証農場

全農

実際に「自動収穫ロボット」による収穫作業を栽培体系に取り入れたら

- ▶ 過去に扱った経験のない自動収穫ロボットって本当に収穫できるの？
- ▶ どの程度の操作性で、どの程度の収穫が実際のハウス条件で可能なの？
- ▶ 結果として作業体系にどのような影響があるの？

実際に園芸作物生産実証農場において、自動収穫ロボットで収穫している現場を県内生産者に向け開放しその性能・存在を確認・実感してもらう

- ・ 県内の生産者向けに開催
- ・ 県の普及指導員等の現場担当者も参集し情報を共有
- ・ 実証データの報告含め幅広く情報共有を図る



第1段階：園芸作物生産実証農場における実証導入を7月末で完了

- ・ 7月12日に「自動収穫ロボット見学会」として、県内胡瓜生産者を参集したロボットを実際に体感頂く機会を設定
- 収集データ・見学会での生産者感度 → 普及への前向きな成果確認

第2段階の現地生産者のご協力を得て行う実証導入

実際に農業経営を営む生産者に『きゅうり自動収穫ロボット』を自身のハウスにおいて使用してもらい、生産者の現場感度で確認をしてもらう。確認頂いた感度や提案内容をAGRIST社に共有することで現場に普及し得る更なる性能向上の一助とする

- ▶ 現実的な生産者の実感としてロボット導入の感度を確認する機会に



第2段階スケジュール

実施項目	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 計画策定								
生産者圃場実証計画		←→						
2. フィールド実証								
生産者圃場実証導入								
①定植時期				◀ 11月12日				
②搬入設置時期			←→ 10月30日～11月上旬					
③収穫＝販売時期						←→		
④稼働＝データ収集時期			1月上旬～2月上旬				←→	
3. 成果検証・分析								
データ記録・集計・分析						←→		
実証事業の総括・検証							←→	

AGRIST (株)



開発ロボットを生産者に直接導入するのは容易ではないが実証専門農場なら

- ▶ 自社開発ロボットが既存ハウス環境で問題なく稼働することを確認したい
- ▶ 設置から稼働までの過程において、実際に生産者が導入する際に課題になり得る項目を確認したい
- ▶ 群馬県のきゅうり栽培への普及推進の感度を掴むことも可能であれば、今後の展開につなげたい

現場開放時には開発会社として参画し、自動収穫ロボットに係る情報を共有するとともに、群馬県のきゅうり生産者の導入感度に触れる機会とする



- ・ 実際の稼働様子を見た生産者はどのように感じ・考えるか
- ・ ロボット側としての導入先想定やメリットある対象施設などの情報を共有

生産者の皆様

生産者向けに共有する準備段階

生産者が初めて目にする技術にどう感じるのか、経営の効率化、経営の拡大、労働環境改善といった現場課題の解決手法のひとつとして新たな技術を導入する実感は湧いてくるのか？

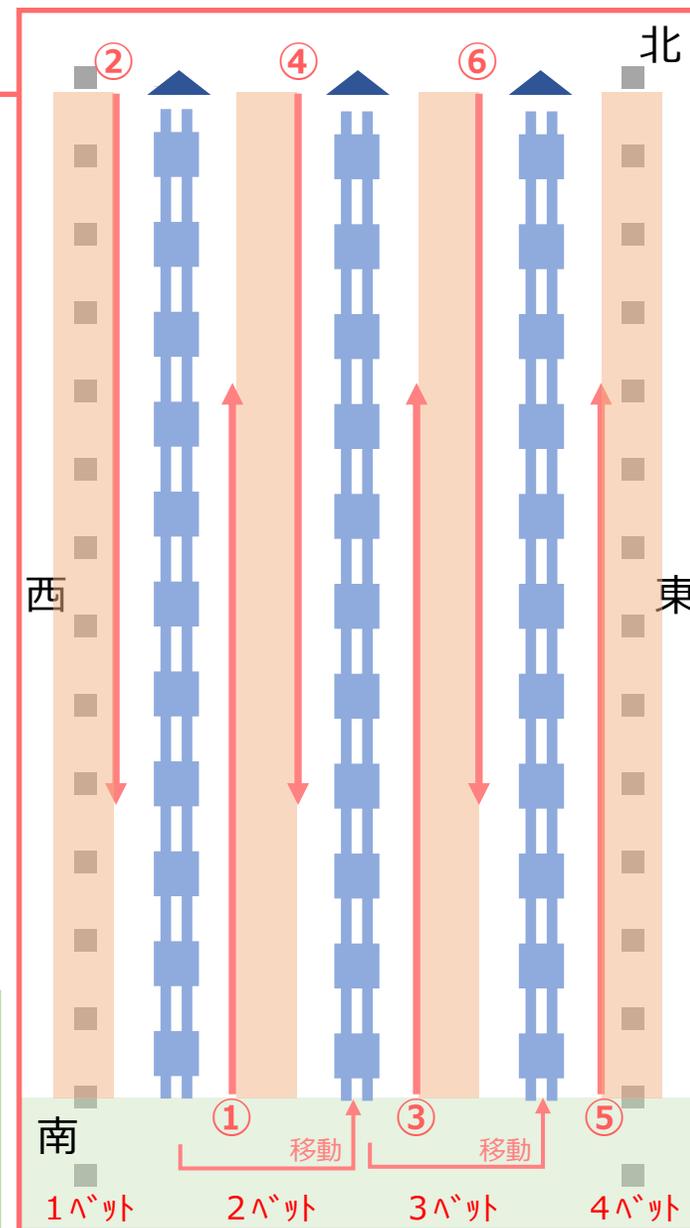
- ・ 自分の経営への導入メリット想像
- ・ 効率化目線だけでなく導入することで新たにできることがあるかもしれない？
- ・ 機械に限らず経営改善に必要な要素って？



第2ステップ：現地実証導入『実証概要』

【基本情報】

- ①ハウス仕様：10a・5連棟（丸屋根）
- ②ロボット設置
 - ・西側から2棟目（4畝分通路に3本のレール設置）
 - ・両側の2畝分はそれぞれレールを設置した通路側片側のみを収穫…結果3畝分相当の収穫範囲
- ③定植日：令和6年11月12日（火）
- ④品 種：S-30（× ストロング一輝）
- ⑤管 理：吊る下ろし（ストレート）
- ⑥設 計：株間44cm程度、通路幅約100cm



【記録方法】

- ①ロボット収穫本数 ▶ ロボット側で記録（自動）
- ②手収穫本数A品相当 ▶ 生産者によりカウント記録
- ③手収穫本数A品以外 ▶ 生産者によりカウント記録
- ④規格外品規格本数 ▶ 生産者により真撮で記録

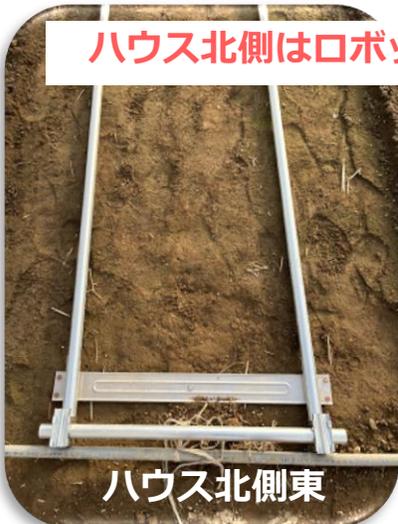
◎ロボットの収穫割合
 ◎ロボットが設定範囲外で収穫した本数
 → 現地ハウスでの性能発揮程度の確認

実際に農業経営を営む生産者の現地圃場にて自動収穫ロボットを使用してもらい現場感度でロボット実装のイメージを確認。生産者感度や提案等を開発会社に共有することで普及に向けた更なる性能向上や必要機能の開発の一助とする

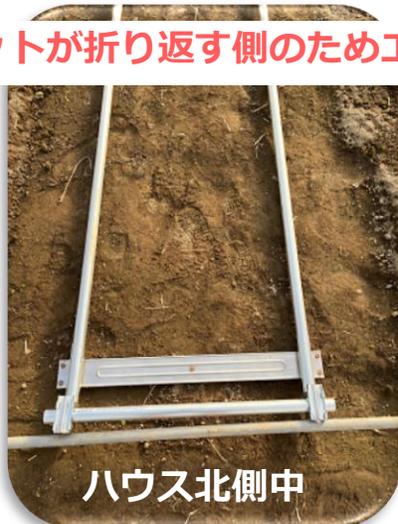
第2ステップ：現地実証導入『事前準備①』

- ▶ 現地生産者ハウスへのロボット走行用レール移設（11月6日）：実証農場で使用したレール（問題なく設置）

ハウス北側はロボットが折り返す側のためエンドパイプを設置



ハウス北側東



ハウス北側中



ハウス北側西



ハウス南側西

ハウス南側はロボットスタート側：レールスロープ設置
(中・東側は灌水用パイプをレール下に埋設)



ハウス南側中



ハウス南側東



第2ステップ：現地実証導入『事前準備②』

▶ 現地生産者ハウスへのロボット導入（12月16日）：ソフトウェアアップデート（機能追加）



概要) AGRIST(株)から生産者ハウス設置用の自動収穫ロボットを搬入/搬入したロボットを組み立てた後、設置済みの走行用レール上を試験走行/1列2本のレールの間の本来の通路部分の土が盛り上がっている箇所、車輪が空転し走行できない状態に/確認の結果、レール走行用車輪の間の本体下にある地上走行用車輪が盛り上がった土に乗り上げていることを原因として確認/該当箇所の土を掘り低くすることで解消/側枝の収穫が開始となる実運用までの期間で何度か往復走行させ同様箇所がないか生産者で確認することを依頼/不足部品は別途送付また来場し設置

第2ステップ：現地実証導入『アップデート機能① 設定項目』

【今回の画面】

第1ステップ導入機から

設定できる項目が追加

①奥行方向設定

②ドライブ速度設定

③収穫積極度

【以前の画面】

ロボット設定：X015_003

サイズ下限値 90 g

サイズ上限値 314 g

収穫本数 100 個

往復回数 10 往復

収穫範囲：低い 40 cm

：高い 123 cm

カット高さ調整 3 mm

ロボット情報：X015_003

バッテリー量：35% カゴ内本数：75本 往復回数：5回

情報：auto stop

カゴ内本数リセット

ロボット選択画面に戻る

Demo Mode

収穫スタート

奥行方向設定

30 cm 75cm 80 cm

ドライブ速度設定

3 cm/s 5cm/s 10 cm/s

収穫積極度

1 1 3

エラーを確認する

ロボット選択画面に戻る

奥行方向設定) ロボットの中心から、どれだけの距離まで収穫に行くかの設定／例えば畝内通路幅が広い場合にはロボットから作物までの距離が遠いため大きい数値で設定／設定値が大きい場合、アームを茂りの奥まで入れることになるため、側枝等に引っかかる可能性が高まることに留意

ドライブ速度設定) 探索動作時のロボット走行速度の設定（ゆっくりの方が確率高い）

収穫積極度) チャレンジする基準※未設定

15本 16本

現在の収穫量 カゴ内本数

0回 75%

往復回数 バッテリー量

▶開始

収穫リセット

往復回数リセット

エラーリセット

サイズ下限値

20 g 85g 130 g

サイズ上限値

131 g 200g 500 g

収穫本数

10 個 100個 100 個

往復回数

1 往復 5往復 10 往復

収穫範囲：低い

41 cm 40cm 89 cm

収穫範囲：高い

90 cm 125cm 124 cm

カット高さ調整

1 mm 7mm 10 mm

第2ステップ：現地実証導入『アップデート機能② 通知機能』



アプリ経由

コミュニケーションアプリ
LINEと似ているが、主にビジネスで利用されることの多いツール
ビジネスで使われることが多い他のアプリケーションと連携できるなどの特徴があり、業務の効率化が期待できる



※収穫を開始したら通知



※起動したら通知



※エラー発生したら通知

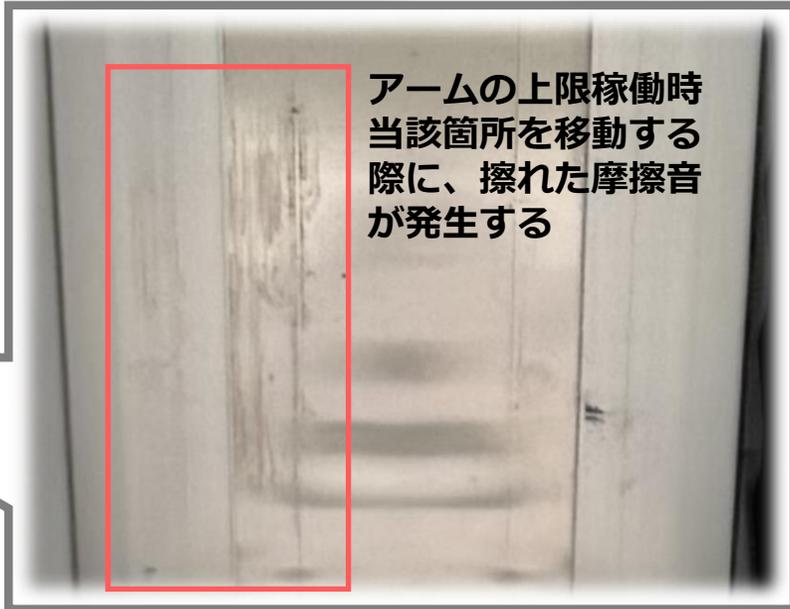
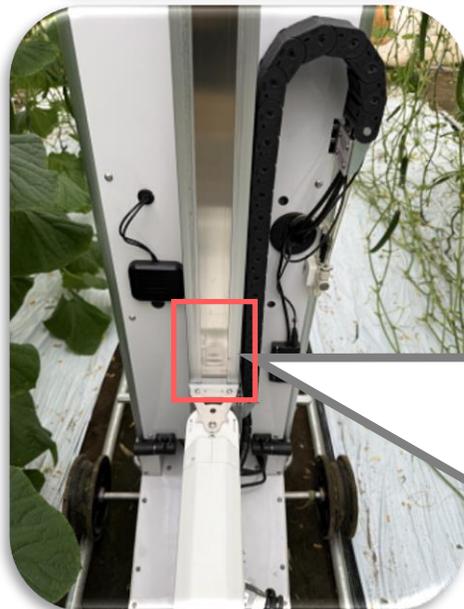


※1畝（1通路）に対し設定した往復回数が終了し開始位置に戻ったタイミングで通知

『通知機能の実装により、ロボットから離れている場所にて稼働状況が確認できる／特に収穫終了とエラー発生については、時間のロスやエラーによる影響を最小限にできるため有用（即時対応）』



第2ステップ：現地実証導入『稼働状況確認①（2月3日）』



アームの上限稼働時
当該箇所を移動する
際に、擦れた摩擦音
が発生する



西側 1 列収穫物



中央 1 列収穫物

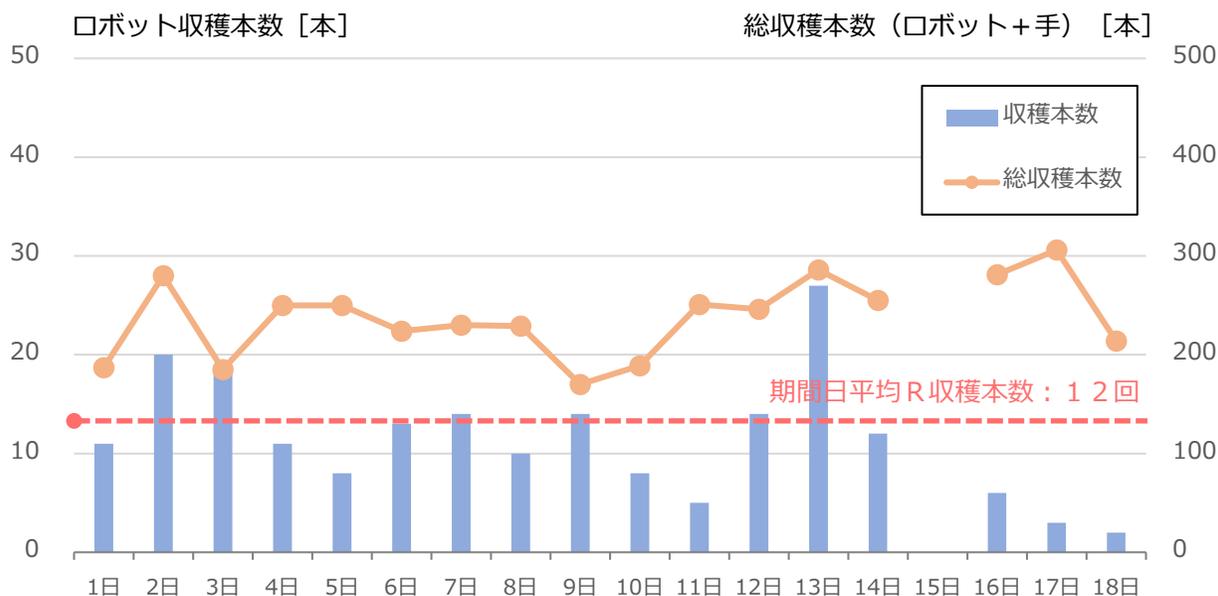
第2ステップ：現地実証導入『稼働状況確認③（2月26日）』



- ▶ 2月19日（水）以降、自動収穫ロボットがフル稼働していない状況があったため現地確認を実施
- ▶ 日平均気温の上昇に伴い側枝の伸長進み、摘葉等管理作業遅れた結果として側枝を下ろしきれず
- ▶ 収穫果実が誘引線よりも上に位置する状態となっており、自動収穫ロボットでは収穫できない
 - 一番右側の写真の赤線が誘引棚高さ／収穫果実の多くが赤線より上に位置している
- ▶ 写真の状態をロボットを稼働させてみたものの収穫しなかったことから、以降稼働させていない

当面状況は変わらない見通しから実証としてのロボット稼働は終了→管理状況により条件合わず

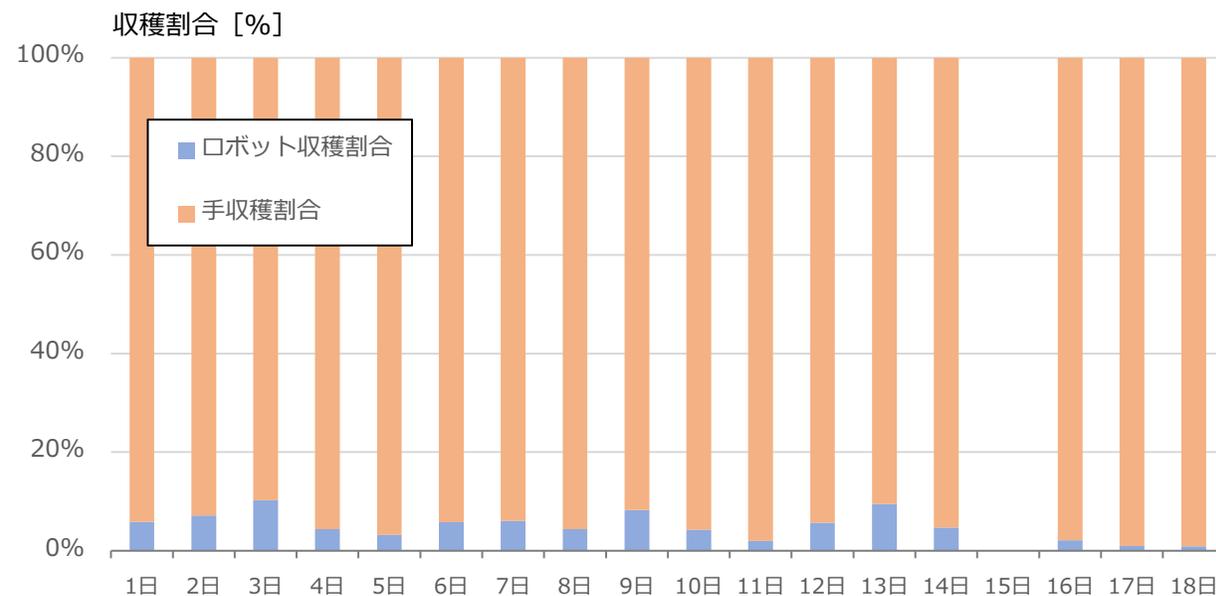
第2ステップ：現地実証導入『ロボット収穫データ①』



ロボット収穫本数

自動収穫ロボットによる収穫本数を日別に示したグラフ

- ▶ ロボット収穫本数を棒グラフで、ロボット収穫本数と手収穫本数との合計本数を折れ線グラフで示している
- ▶ 自動収穫ロボットによる期間日平均収穫本数は12本
- ▶ 自動収穫ロボットによる収穫本数は日々変動
- ▶ 総収穫本数との関係性において、総収穫量の増減に対し一定の連動がみられるといえる

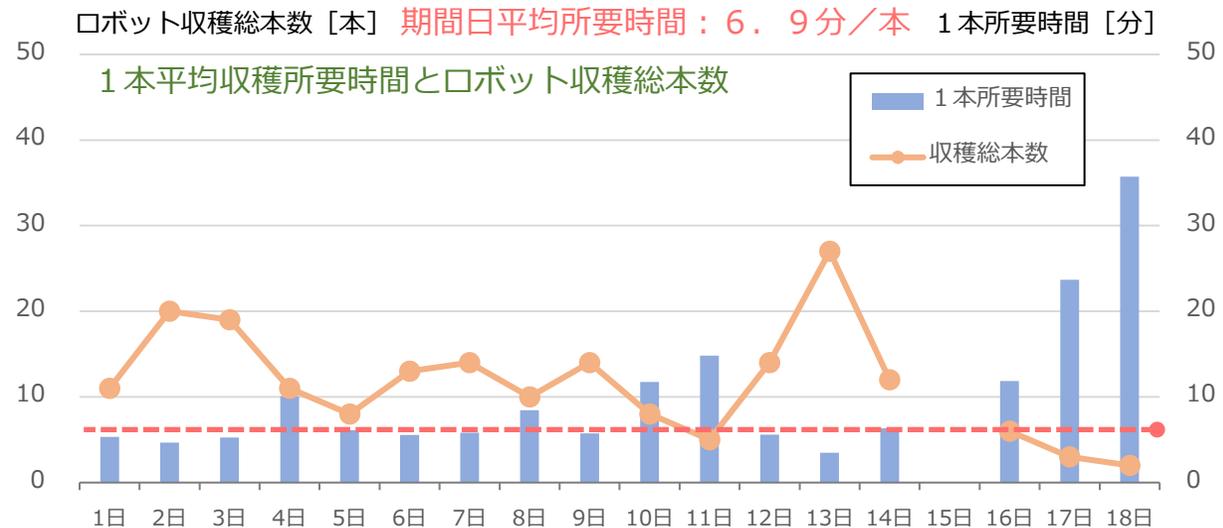
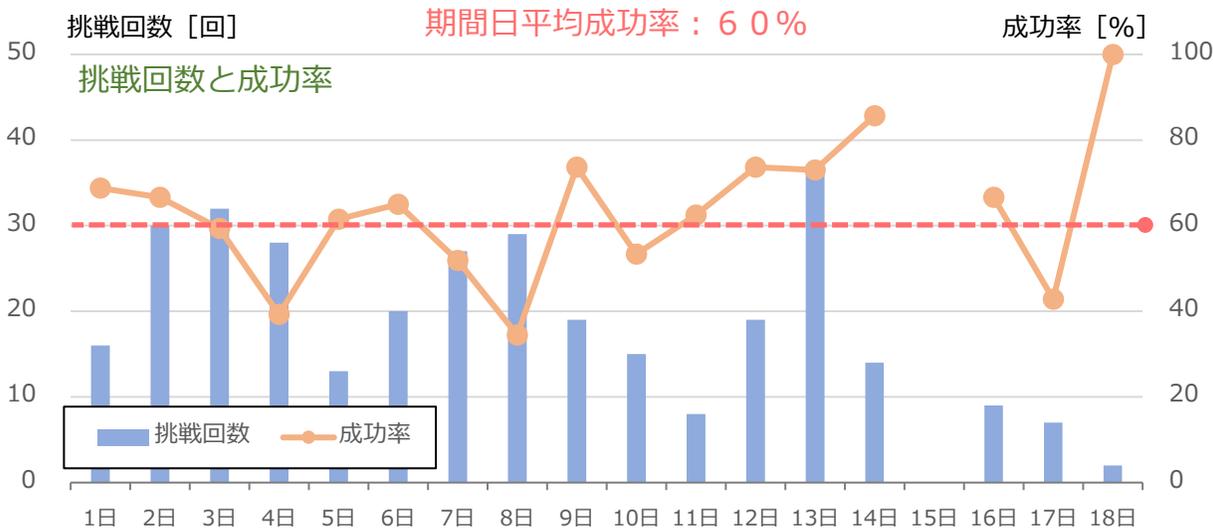
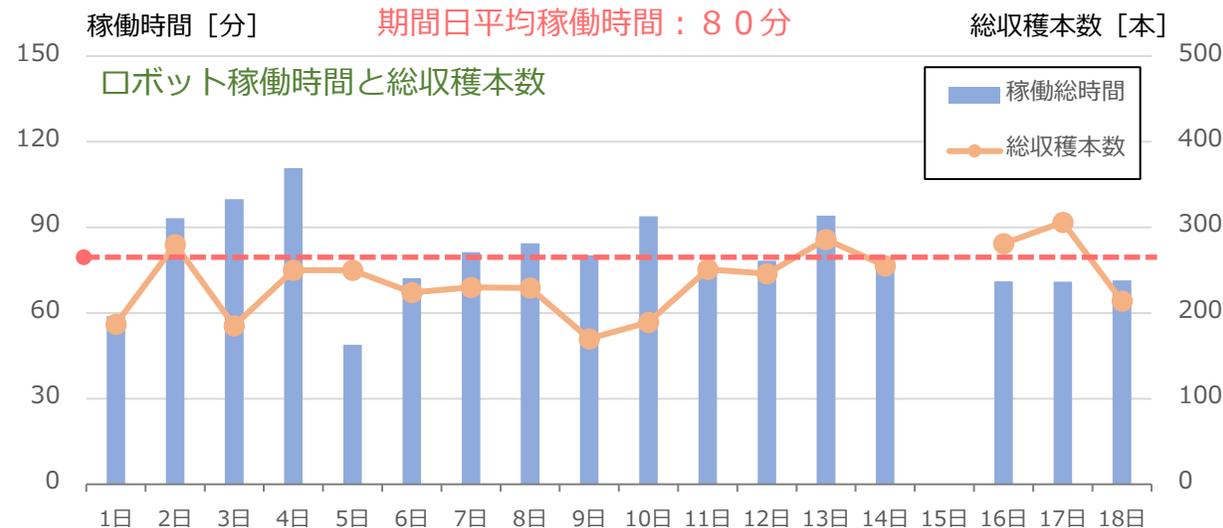
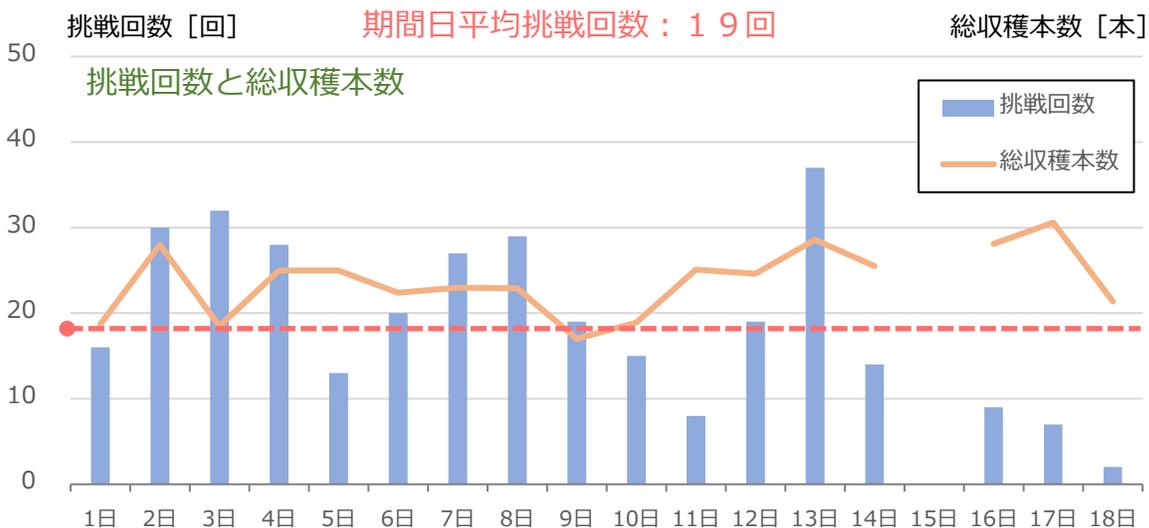


ロボット収穫率

自動収穫ロボットの収穫本数の総収穫本数に対する割合を日別に示したグラフ

- ▶ 期間日平均でロボットによる収穫率は『4.88%』
- ▶ 最高が3日の『10.27%』
- ▶ 最低が18日の『0.93%』
- ▶ 品種特性による果実の形状、栽培管理方法に起因する着果位置等、ロボット基準との適合度合の影響が伺えた → 後述

第2ステップ：現地実証導入『ロボット収穫データ②』



第2ステップ：現地実証導入『ロボット収穫状況』



第2ステップ：現地実証導入『導入生産者へのヒアリング』

圃場準備

ロボット走行用レールの設置
自体は問題なくできたものの、ロボット自体を試験走行させた際に地面走行用の車輪が地面に接地し
レール走行用車輪が空転
▶該当箇所を平らに整地

土耕の課題

ロボット移動

ロボット稼働時、1通路往復した時点で、隣の通路に敷いたロボット走行用レールへ手動にてロボットを移動させる必要がある
▶移動させる手間・往復した後に停止している時間

効率の課題

品種特性

【品種：S-30】
果実形状）比較的細長い傾向
▶ロボット収穫判断：果梗下の可食部上部の太さから全体重量を推定し設定重量範囲で収穫

ロボット仕様との適合性

管理方法

【吊る下ろし・ストレート】
着花位置）誘引棚から地上部間の比較的低位に果実が位置
果実形状）ストレートだと細いか？
▶ロボット収穫高さ範囲：地上部から40-125cm

ロボット仕様との適合性



感想諸々

朝夕2回稼働するとちょっと収穫できたかもしれない
定植できる面積が減ったとしてもロボットが自動で動けるべき
土耕は課題多い→水耕がベストか（ハイワイヤ・枕地コンクリ仕様）
雇用は不安定→機械が良い
収穫判定に長さも！

感想諸々

側枝が通路側に出ているとロボット車輪に轆かれる場合があるのでガーターなどで固定必要
側枝誘引位置よりも上に伸ばした状態で、それより下の範囲を摘葉し果実が葉に隠れない状態で稼働させ若干収穫率改善
＜軒高、ハイワイヤ仕様であれば常時＞

＜必ずしも万人が欲しがらる性能である必要はなく
必要な人が欲しい性能を実現して欲しい＞

同じ胡瓜であっても生産者毎にハウスの仕様、畝立の仕方、通路幅、管理方法は千差万別／設置型ではなく動作型の機械側が生産者の環境に合わせきるのは非現実的…ならば…

- ▶ ロボットに合わせた「品種」「管理方法」を考えるべき
- ▶ ロボットに適合した上で高い収量性も併せ持つ必要がある
※手収穫で収穫しきれない程度でロボット導入は不要
- ▶ 『ハウス仕様×品種・管理方法×自動収穫ロボット』
セットで導入補助をする仕組みも普及の後押しでは？

第2ステップ：現地実証導入『まとめ』

▶ ロボット開発会社としての分析と補足

今回の生産者ハウスでの結果について、、、

◎収穫に挑戦したときの成功率は他の農場のそれと比較して大きく違いはなかった ▶ きゅうりの発見率が低かった可能性

◎きゅうりの発見率の低さ▶ 摘葉した直後でも大きく収穫本数に違いがなかったことから、着果位置（高さ）がロボット設定の範囲外であった、収穫サイズの設定値が現場の果実に合っていなかった、などが考えられる。

きゅうりを「見失った」あるいは「収穫に失敗した」ことのログだけではなく、それが高さ範囲外なのか、サイズ範囲外なのかといった具体的な事由を記録し解析できるように取得データを充実させることが今後の性能向上検討に必要と考えています

第2ステップ：現地実証導入

▶ 経営を伴う現地施設へロボットを導入した場合どう動き、それを生産者はどう感じるか？

ロボットにより収穫できた胡瓜の本数あるいは全体収穫本数に占めるその割合は第1ステップの数値を下回る結果であった。モデル的実証導入として実施した第1ステップと第2ステップとの違いは、『ハウス仕様』『栽培品種』『管理方法』であるが、ロボットの稼働に影響し得る『通路幅』『管理方法=吊る下ろし』のロボット導入条件は満たしていた。これに対し、現地生産者からは、『機械が機能を最大発揮するために機械が環境に合わせるのは難しいと思う』『導入する生産者側が機械に合わせた環境を用意することも必要』との意見を頂戴した。今回の場合には①細長い果形となる品種に対する収穫重量基準の設定（ロボット側） ②着花位置が低段に位置する管理方法の現場調整（栽培側）など、導入したハウスの状況に対しロボットおよび現場双方で調整するための知見が必要であったと考える。

→ 本来機能を最大発揮するには至らなかったが、生産者から自動収穫自体を否定する意見はなく、現場課題への施策の選択肢であることを確認

→ ロボットの性能向上が進む将来においても一定の導入環境条件は存在するはずで、既存施設で如何に条件合致させられるかが今後の課題か？

→ そもそもの施設仕様の共通化や、ロボット収穫が必要な収量性を伴うロボット仕様の管理方法開発など、産地側での取組も必要

総括：令和6年度取組を通じて

第1段階：モデル的実証導入

県内生産者への共有

第2段階：現地実証導入

全農・AGRIST(株)

全農 「自動収穫ロボット」による収穫作業を実際に栽培体系に取り入れたら？ 

- ◎ 収穫適期の果実数に連動してロボットは稼働する
- ◎ 挑戦回数の多少に関わらず収穫成功率は一定＝安定
- ◎ 収穫本数が多いときほど収穫所要時間短い
- ◎ 収穫本数が多いときほど成功率は高い

▶ **ロボットに最適化された環境ほど性能を発揮**
▶ **実証の範囲では人の作業時間の短縮効果確認**

自動収穫ロボットで収穫している現場を県内生産者に向け開放し、その性能・存在を確認・実感してもらう

- ◎ 高温環境下での身体的負荷は課題であり、目替代替となる労働力の確保も見通せない生産者の実情を確認
- ◎ 比較的栽培面積が大きい生産者で導入意向高い（3割）
- ◎ 許容できるレンタル費用月額目安10万円（ズレ無し）
- ◎ 現状の性能（速度・精度）の向上が実装に向けた課題

▶ **生産者のニーズにはフォーカスできている**

経営を伴う生産者に自動収穫ロボットを使用してもらい生産者の感度で実装に向けた感度を確認してもらう

- ◎ 生産者ハウスでの収穫結果はモデル的実証を下回った
- ◎ 自動収穫ロボット導入条件は満たしていても、特に管理方法、品種等でロボット性能発揮は左右される
- ◎ 特に働き手との兼ね合いから管理作業＜胡瓜生育となった場合、ロボット条件とのズレが大きくなる

▶ **既存ハウスへの導入は可能だが単純ではない**

生産者の皆様



自分の収穫作業と比較してどの程度までロボットが対応できるのか？
→ 人間の代替とする判断ではなく、導入することでの人間の負担軽減・時間短縮効果を以て導入をイメージしてもらう必要が残る

生産現場では労働力不足、労働環境要素において作業負担軽減に係る要望は確実に存在しており、課題解決に向けたロボット導入は検討の俎上にある

生産者にとって、求める理想と現状のロボット性能とのギャップはあるものの、課題への訴求は出来ておりそのものを否定する意見はなく、将来的な導入イメージを有している



- ◎ 自身のハウスにロボットを導入することができることを確認
- ◎ 品種由来の果形の違いや、管理方法由来の樹姿の違いなど、生産者ごとに違うハウス環境ではロボット性能を発揮しきれないことには納得
- ◎ ロボット導入として求められるハウスの仕様と自身が将来的に構想するハウスの仕様とが一致しており胡瓜栽培の目指すべき姿に確信（水耕、ハワヤ-）
- ◎ 一方、現行ハウス仕様であってもロボットの性能発揮を実現することは可能であろう。そのためにも、ロボット収穫が必要となるレベルの収量性を持った『品種、管理方法』の開発を進めて欲しい（提言）



総括：(ア) ロボットに最適化されていないハウス（モデル・現地）においてもロボット導入は可能であったが、稼働結果は本来機能や生産者要望水準には至らなかったが、作業時間短縮といった一定の導入効果は確認できた (イ) 一方で、ロボットへの生産者の関心は高く、生産者の抱える課題にフォーカスできている技術であることの確認と、否定ではなく将来への期待を持った生産者の声も確認できた (ウ) 更に、経営を伴う現地ハウスでの実証導入が実施でき、『品種、管理方法、ハウス仕様』をロボットに合わせ開発した上で、補助事業もセットに普及推進するという前向きな提言も頂いた (エ) 本年取組の延長として、自動収穫ロボットの県内での実装に向けた取組が引き続き発展的に進められることを期待したい

AGRIST(株) きゅうり自動収穫ロボット 開発方向性

AGRIST(株)では、今回実証に使用した現行機とは別に、次世代機を開発中である。

下表の通り、畝間移動、稼働継続時間の延長、収穫高さなど、収穫率の向上と自動化に向けた機能向上を進めている。

▶ ロボットであることのメリットを最大化することで、現地での実装に期待したい。



◀ 現行機

次世代機 ▼



項目	現行機	次世代機
畝間移動	不可（1畝終わるたびに人が移動）	可（充電スペースから自動移動、畝移動） 収穫箱の交換が出来れば24時間稼働可能
収穫高さ範囲	850mm	1,350mm程度
アーム	かたつきが大きく速度・精度に難あり	スムーズに動作し速度・精度・耐久性向上
稼働時間	バッテリー1個で10時間弱 ※日中のみ	バッテリー2個積みで24時間稼働目指す ※朝晩バッテリー交換