

IoT技術・ロボット化技術を活用した大規模スマート茶業一貫体系の実証 鹿児島堀口製茶（有）（鹿児島県志布志市）

背景及び取組概要

＜経営概要 270ha(茶 270ha(系列含む)) うち実証面積 茶 116ha＞

- 担い手不足や茶の価格低迷に対応するため、大規模経営による効率的な生産体系の構築に向け、
 - ① 従来の自動灌水や防霜技術に、新たにクワシロカイガラムシの発生を予測して散水防除できる機能を加えた、多目的スマート灌水技術(スプリンクラー)を導入し、害虫防除技術を実証。
 - ② ロボット茶園管理機(摘採(収穫)、整枝、中切り)、ラジコン草刈機を導入し、茶園管理に要する作業時間を短縮し、作業強度も低減。
 - ③ クラウド型農業支援ツールを導入するとともに、生葉荷受け情報や品質情報など「データの一元化」を行い、作業効率や生産プロセスを分析・評価による経営の「見える化」により、品質と収量を最適化。

導入技術

多目的スマート灌水技術

・従来の灌水・防霜に加え、積算温度から害虫の孵化期を推定し、自動的に散水防除

ロボット摘採機

・有人機との協調作業により、摘採・整枝等の作業時間を効率化

ロボット中切機

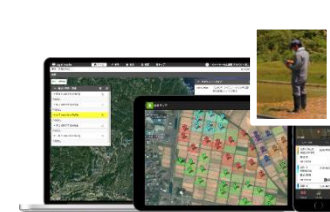
・中切作業において、1行程で3段階の処理ができ、自動で作業が可能

農業支援ツール

・全圃場の日々の作業を記録。生葉荷受け情報とデータを一元化

営農支援プログラム

・一元化されたデータから、経営に必要な情報を抽出、グラフで表示



スマート灌水

ロボット技術

データの
一元化

見える化

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ・ 茶園管理に要する作業時間を40%低減、作業強度を50%低下。
- ・ 品質と収量の最適化を図り、経営体の収益性を10%向上。

各研究項目の現在の達成状況

- ① 多目的スマート灌水装置に、枝濡れセンサーにより樹冠内の濡れを感知し、散水弁を自動的に閉める節水型制御を導入することにより、従来型(時間制御)に比べ散水量を約50%減らせた。
- ② 摘採作業では、ロボット摘採機の利用により1人当たりの作業時間を慣行より31%削減できた。中切作業では、1行程で3段階の処理ができ、自動で中切作業が行えるロボット中切機を開発した。ロボット摘採機とロボット中切機の同時作業により、作業時間が慣行より68%削減できた。作業強度に関しては、ロボット茶園管理機の導入により、オペレーターの耳元における騒音が慣行作業に比べて約30dB低くなり、慣行作業の大きな振動から解放された。
- ③ 別々のシステムで取得していた栽培情報から製茶情報、さらに、製造された荒茶の製品情報をデジタル化し、それらの情報を紐づけしてクラウド上に保存、茶生産情報を一元管理できる仕組みを構築した。それらのデータから、グラフを作成し、経営に必要な情報を「見える化」した。さらに、「摘採計画策定支援システム」のプロトタイプを用いて摘採計画を策定し、荒茶を製造し、令和3年度は経営体全体で前年対比120%の収益増になった。

取組概要

- 1) 茶園の積算温度を計測し、主要害虫であるクワシロカイガラムシの孵化する時期を予測、自動的にスプリンクラー散水して高湿度環境で孵化を抑えるスマート灌水装置を実証茶園に導入した。
- 2) 枝濡れセンサーにより樹冠内の濡れを感知し、散水弁を自動的に閉める節水型制御について、灌水量節約効果を調査した。
- 3) 春先には気温が低下したら自動的に散水するように設定し、防霜対策にも利用した。



従来型制御装置

節水型制御装置

実証結果

- 1) 実証茶園では2年間を通してクワシロカイガラムシの発生密度が極めて少なく推移したため、実証期間中は結果的には散水防除は不要であった。
- 2) 枝濡れセンサーの感度レベルを揃えるため、模擬枝(丸棒)にセンサー設置し、精度向上を達成した。その結果、節水型制御は従来型(時間制御)に比べ、散水量を約50%減らせた。



茶樹枝にセンサー(改良前)



模擬枝にセンサー設置(改良型)

- 3) 令和2年3月15日に急激な夜間の冷え込みが発生したが、自動でスプリンクラー散水が作動し、霜害の発生を抑えることができた。凍霜害のリスク回避のための見回り作業時間の削減に繋がった。

今後の課題（と対応）

スマート散水装置によるクワシロカイガラムシ防除効果については、営農現場での検証が必要である。別の地域ではあるが、「国際競争力強化技術開発プロジェクト」の研究課題として、同様の装置による防除効果の調査が行われている。

ロボット茶園管理機による効率化（摘採作業）

取組概要

実証茶園において、1名のオペレータ(職員)がロボット摘採機を2台同時に操作する摘採作業と、2名のオペレータがそれぞれ2台の乗用摘採機に乗って摘採する慣行作業との作業時間を比較した(生葉のトラックへの積み込みを含む)。



有人摘採機

有人摘採機

慣行作業
(オペ2名)



ロボット摘採機

ロボット摘採機

ロボット摘採機
(オペ1名)



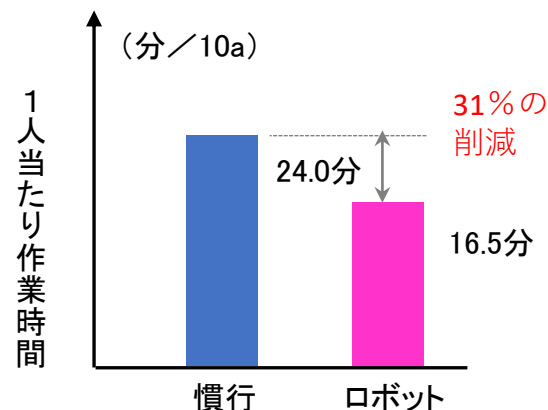
ロボット2台を運搬



ロボット2台操作

実証結果

ロボット摘採機の利用により、1人当たりの作業時間を慣行より31%削減できた。



今後の課題（と対応）



オペレータ

ロボット摘採機からトラックに生葉を積み込みする作業は無線リモコン操作となる。走行速度が遅いためトラックまでの移動に時間を要することが課題である。

ロボット茶園管理機による効率化（中切作業）

取組概要

1) 慣行作業では、乗用中切機を使ってを3段階で仕上げるが、1行程で3段階の処理ができ、自動で中切作業が行えるロボット中切機を開発した。

慣行作業（オペ3名）



ロボット中切機
（オペ1名）



（低速・1行程）

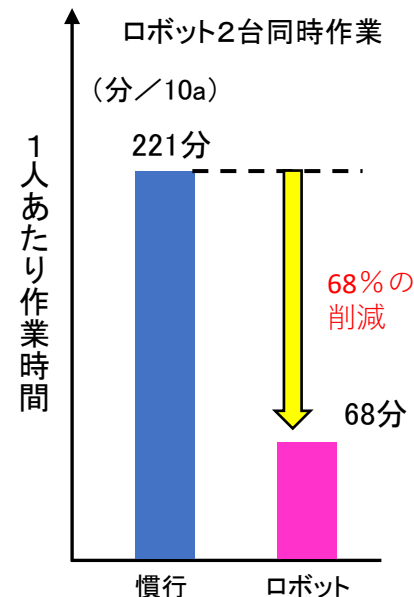
2) 1名のオペレータがロボット摘採機とロボット中切機を同時に操作する作業と、従来の乗用摘採機で摘採した後に乗用中切機で中切りする作業において、作業時間を調査・比較した。



ロボット摘採機とロボット中切機の同時作業

実証結果

ロボット摘採機とロボット中切機の同時作業により、作業時間が慣行より68%削減できた。



ロボット茶園管理およびラジコン草刈機による作業負担の軽減

取組概要

ロボット茶園管理機の労働環境改善

1) 労働環境改善効果について、乗用管理機に乗って運転するオペレータの耳元騒音と振動を計測し、ロボット作業で遠隔監視しているオペレータの騒音と比較した。



ロボット摘採機



ロボット中切機



ロボット施肥機

ラジコン草刈機

2) ラジコン草刈機による草刈作業と、慣行の肩掛け式刈払い機による草刈作業の作業時間を比較した。



実証結果

ロボット茶園管理機の労働環境改善

1) ロボット作業では、オペレータの耳元における騒音が慣行作業に比べて約30dB低くなるとともに、慣行作業における大きな振動から解放された。

オペレータの騒音暴露 (dB)

	摘採機	中切機	施肥機
ロボット作業	65.5	64.6	66.3
慣行(運転時)	97.8	94.0	93.2

オペレータの全身振動暴露 (m/s^2)

	摘採機	中切機	施肥機
慣行(運転時)	2.9	8.4	4.8

ラジコン草刈機

2) 作業時間が慣行作業より50%削減できた。草刈作業は炎天下での作業となり身体負担も大きいですが、ラジコン草刈機は身体負担が小さかった(身体負担評価シートによる調査)。遠隔操作により飛び石事故の回避ができ、操作が比較的容易で女性や高齢者でも作業ができるメリットがある。

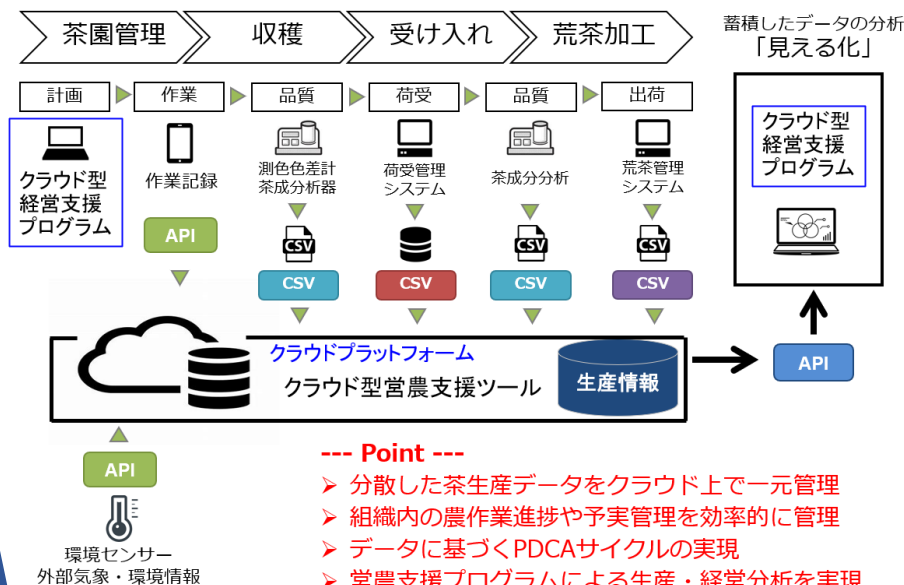
茶生産情報（栽培・製茶・製品情報）の一元化

取組概要

別々のシステムで取得していた栽培情報から製茶情報、さらに、製造された荒茶の製品情報をデジタル化し、それらの情報を紐づけしてクラウド上に保存、茶生産情報を一元管理できる仕組みを構築した。



実証結果



開発実証した茶生産情報の一元化の概念図

従来の茶葉荷受けシステムのプログラムを改良し、当日の荷受けデータをCSV形式でクラウドプラットフォームに送信できる機能を追加した。荒茶製品情報についても、クラウド型営農支援ツールへ送信するプログラムを作成した。これらの情報を統合して茶生産情報データベースとして保存し、クラウド型経営支援プログラムで必要なデータを抽出してグラフを作成できるようになった。

経営支援プログラムによる経営の「見える化」

取組概要

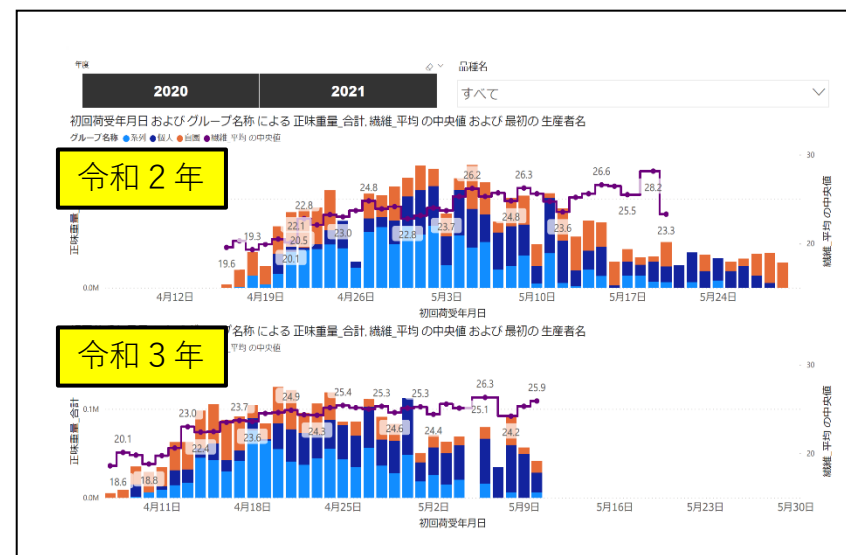
1) 別々のシステムに保存された茶生産情報をクラウド上で一元管理し、クラウド上で稼働する経営支援プログラムによりグラフを作成し、経営に必要な情報を「見える化」し、経営体で働く従業員に生産状況について説明会を開催した。



2) 本プロジェクトで特許を出願・開発を進めてきた「摘採計画策定支援システム」のプロトタイプを活用して、令和3年一番茶時期の摘採計画を策定し、荒茶を製造した。

実証結果

1) 摘採担当、品質管理担当、工場稼働担当などの従業員間で、収益性や生産性の向上などについて、横断的な議論ができるようになった。今後さらに全体収益を高めるためには、収益力の低い圃場を見極め、底上げが重要であることが明らかになった。



「見える化」の例(一番茶の茶葉荷受け量の日変化)

＜棒グラフが荷受け量、折れ線グラフが繊維量＞

2) 「摘採計画策定支援システム」により、令和3年度のような例年より一番茶の摘採が著しく早まる気象条件下でも、適正な製造計画を立てることができた。品質(繊維量)が揃った生葉数量を増加させることができ、経営体全体で前年対比120%の収益増に繋がった。

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術	技術的な課題
1	摘採作業、整枝作業、中切り作業	ロボット茶園管理機	ロボット茶園管理機は安全性を確保するため、旋回や移動の速度が遅く設定されており、従来の乗用管理機による作業に比べて、作業能率が低い。
2	摘採作業、整枝作業、中切り作業	ロボット茶園管理機	ロボット茶園管理機が利用できるように圃場を整備する必要がある。例えば、うねの長さの不均一な圃場や枕地の狭い圃場、障害物(防霜ファンなど)がある圃場では利用できない。
3	摘採作業、整枝作業、中切り作業	ロボット茶園管理機	ロボット茶園管理機を営農現場で利用する場合、現状ではオペレータが監視しなければならない。1人のオペレータが1台のロボット茶園管理機を監視しては十分な省力効果が得られない。複数台のロボット茶園管理機を導入することも考えられるが、初期投資が大きくなり、導入コストを上回るほどの費用対効果が得られそうにないので、現在の利用方法では普及が進みにくい。
4	除草作業	ラジコン草刈機	草刈りを要する面積が広く、作業時間が長くなるとエアフィルターが詰まってしまう。防水機能も欠如している。圃場への運搬に難がある。

実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術（前ページから続き）

	作業内容	機械・技術	技術的な課題
5	データの一元化	茶生産情報の一元化システム	別々の企業が開発した様々な機器で収集したデータは別々のパソコンで管理されている。それらをクラウド上に転送するプログラムを開発したが、CSV形式のファイルの作成やデータの紐付け、転送プログラムの実行など、まだまだオペレータによる作業が必要である。さらなる省力化が求められる。
6	茶園環境情報取得	フィールドサーバー	獣害対策を行ったものの、何度もセンサーの配線が食いちぎられる被害があった。

2. その他

令和3年度は経営体全体で前年対比120%の収益増に繋がった。しかしながら、ロボット茶園管理機を導入した実証区と慣行区の圃場単位で収益を比較したところ、実証区のほうが収益が低くなった。

茶生産においては摘採の早晩により品質と収量変動するが、荒茶工場の1日当たり最大処理量が決まっているため、必ずしも単価×収量が最大になる日に摘採できるとは限らない。経営体としては、圃場ごとの収益を優先するのではなく、茶期毎の収益を最大化するために製茶工場の稼働や摘採計画を策定するので、単純に圃場毎で収益を比較できない場合がある。

今回の実証で、圃場毎の情報の「見える化」が実現し、圃場毎の収益が解析できるようになったので、収益力の低い圃場を見極めて、対策を講じることが重要であることが明らかになった。これらの結果を踏まえて次年度の経営改善に活かして行きたい。

○ 問い合わせ先

農研機構 果樹茶業研究部門（e-mail: cha-koho@ml.affrc.go.jp）

○ 参考資料

- 1) 「ロボット茶園管理機」の開発、野邊勝郎・深水裕信、JATAFFジャーナル8(8):20-24
- 2) 茶の大規模経営体に導入したスマート農業技術、角川 修・生駒祐一、JATAFFジャーナル10(2):44-49

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

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ

<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>