

中山間カンキツ産地における人・もの・土地のシェアリングによるサステナブル産地モデルの実現

(株)オレンジアグリ(三重県御浜町)

背景及び取組概要

<経営概要 5.18ha(カンキツ5.18ha) うち実証区 カンキツ 5.18ha>

- 中山間地域において、10年後に半減する担い手が生産面積を維持していくために、
 - ①畑を標準化 ⇒ 「松」「竹」「梅」に分類し、園地改造、スマート農機を装備
 - ②農業機械を賢く ⇒ 農業機械にスマート機能を付加
 - ③仕事を簡単に ⇒ スマート農業機器の導入で仕事を単純化
 - ④人・ものをシェア ⇒ マッチングサービスの導入により潜在労働力、機械のシェア実現

導入技術

①アタッチメント式AI防除機
・軽トラに取り付け可能な防除機で低コストで作業効率向上

②UAV(ドローン)
・通常防除と組み合わせ、病害防除を効率的に行う

③営農指導支援システム
・園地の情報や栽培状況を一元的にシステムで管理する

④AI果実診断プレ選果ロボット
・本選果前の家庭選果の作業効率を上げ、さらに病虫害要因の診断を行う。

⑤AIマルチ遠隔操作システム
・かん水制御のタイミングをAIが判断し、自動かん水を行うことで作業効率が向上。



背景及び取組概要（補足）

梅

慣行の密植栽培（集約型）

- ・収量は10aで3.0t
- ・防除や運搬は手作業

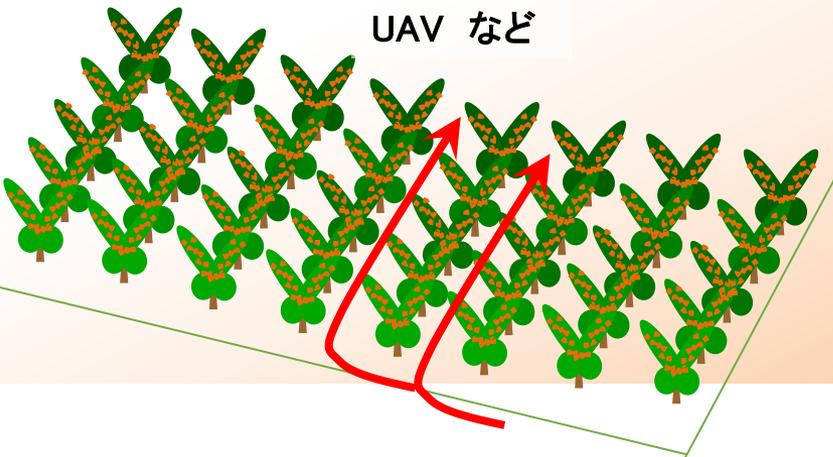


竹

カットバック等で小型作業ロボット導入（土地利用指向型）

- ・収量は10aで2.5t
- ・防除の半数をUAV 複数台

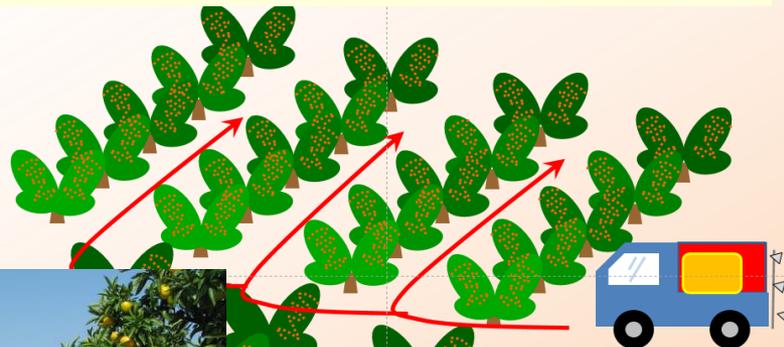
UAV など



松

列間伐して作業ロボット導入（土地利用型）

- ・収量は10aで2.0t
 - ・防除、運搬は作業ロボット
- <当面> 「AI付軽トラ防除機」またはスピードスプレーヤー



AIマドリ



- ・AIとIoTを活用してデータに基づいた省力的で高精度な栽培管理を実現する。

目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

目標1: スキル不要のスマート農機ワンデイワーク募集数が、前年比の10%向上

目標2: シェアリングするスマート農機のコストが保有する場合の1/2以下

2) 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

目標3: 作業時間 30%~50%削減(単位面積当たり)(シェアリングによる効果含む)

目標4: 生産コスト 10%~40%削減(単位面積当たり)

3) 産地における経営全体の改善についての目標

目標5: 単位面積当たりの労働時間13%削減

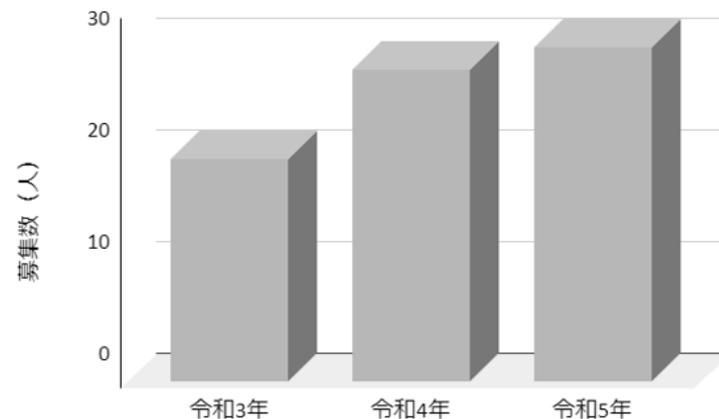
目標に対する達成状況

目標に対する達成状況

1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

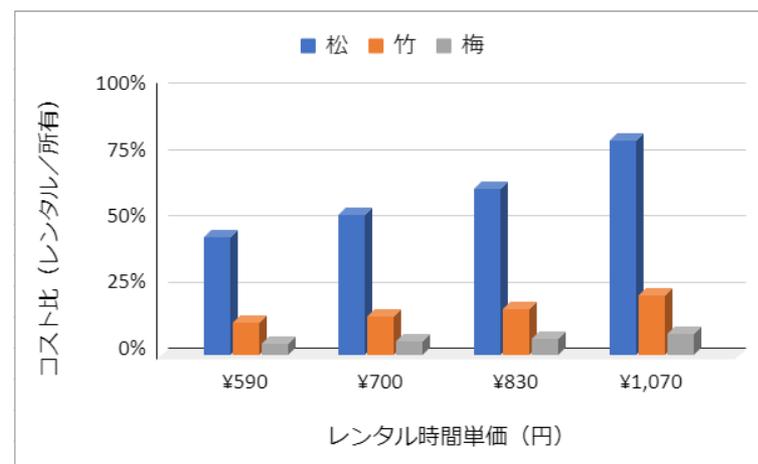
目標1

インターネット求人サービス等の活用により、対令和3年度と比べて50%増となり、目標を達成した。



目標2

軽トラ防除機を産地でシェアリングする場合、シェアリング／所有のコスト比が26% (レンタル料金700円／時、平均待ち日数2日) になり、目標を達成した。



目標に対する達成状況

目標に対する達成状況

2)生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

スマート技術によるコスト低減効果(慣行栽培法比較)

目標3

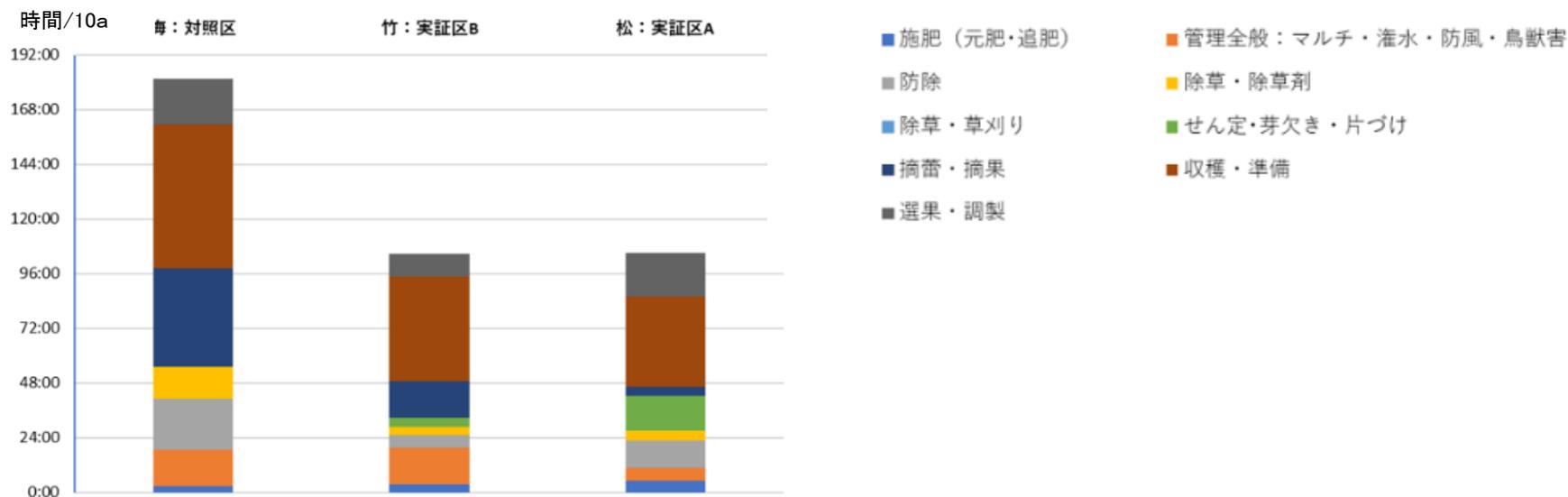
作業時間 30%~50%削減(単位面積当たり)(シェアリングによる効果含む)

防除作業の省力化等で、総労働時間は10a当たり、対照区の梅:182、実証区の竹:104、松:105時間といずれも対照区の42%削減となり、対照区の30%~50%削減という目標を達成した。

目標4

生産コスト 10%~40%削減(単位面積当たり)

生産コストについては、松では36%削減、竹では20%削減し目標を達成できた。



目標に対する達成状況

3)産地における経営全体の改善についての目標

②プロジェクト終了後3年以内の経営改善の見通し

現状から、経営体の「松」「竹」「梅」の園地の比率は、20:50:30が妥当と考えられた。

これを産地全体に適応し、将来目標を再度シミュレートした結果、産地面積を維持し「松」「竹」園地を増やしていくことで、産地の総販売量はほとんど維持できることが分かり、産地の将来的な方向性として重要であることが示された。

ただし、産地面積維持のためには、10年後に経営体数が半減することを避け、約30%の減少にとどめる必要があることも分かった。

「防除」について、ドローン防除・軽トラ防除機の効果により作業時間の削減効果が得られたことから産地内でオレンジアグリのような中核経営体とシェアリング農家をモデルケースとしていく。

「摘果」「収穫・準備」については、機械導入のための園地整備が手作業の効率化にも繋がっていることが分かったため、スマート機器を導入しない生産者に「松」「竹」園地の推奨していく。

	面積 (h a)			生産量 (t)			労働時間 (h/年)			総生産量	総販売量	労働時間合計	経営体数 (戸)	産地面積
	松	竹	梅	松	竹	梅	松	竹	梅					
今の産地	70.0	0.0	596.2	1,400	0	17,886	115,371	0	1,694,197	19,286	13,500	1,809,568	603	666.2
3年後	99.8	74.5	491.9	1,996	1,863	14,756	164,503	122,829	1,397,712	18,615	13,616	1,685,045	562	666.2
5年後	129.6	149.1	387.5	2,592	3,726	11,626	213,635	245,659	1,101,228	17,945	13,452	1,560,521	520	666.2
10年後	189.2	298.1	178.9	3,785	7,453	5,366	311,898	491,317	508,259	16,603	13,124	1,311,474	437	666.2

目標に対する達成状況

3)産地における経営全体の改善についての目標

目標5

単位面積当たりの労働時間13%削減

普及センターが所有する品種ごとの単位面積当たりの労働時間モデルを元にスマート農機を導入した場合の削減時間を想定し、10年後に現在の約半数の担い手で、現状の面積の維持するためのシミュレーションを基に検証する。

モデル経営体の単位面積あたりの労働時間を「松」「竹」「梅」ごとに調査を行い、シミュレーション時の面積比率に置き換え、産地全体の労働時間として算出し、事業実施前からシミュレーションの結果13%の削減を目指し、18%の削減となった。

当初(実証前)の労働時間シミュレーション表

	面積 (h a)				労働時間 (h/年)			総生産量 (1,000t)	総販売量 (1,000t)	労働時間合計 (h/年)
	松	竹	梅	合計	松	竹	梅			
今の産地 (現状)	70	0	596	666	85,646	0	1,694,197	19.3	13.5	1,779,843
事業終了後目標	75	169	422	666	91,764	334,720	1,198,706	18.4	13.6	1,618,190
事業終了3年後目標	80	269	317	666	97,882	531,098	902,132	17.8	13.5	1,531,112
10年後目標	500	107	60	666	611,332	210,575	170,500	14.5	12.4	992,407

13%強の削減



実証経営体データを用いたシミュレーション表

	面積 (h a)				労働時間 (h/月)			総生産量 (1,000t)	総販売量 (1,000t)	労働時間合計 (h/年)
	松	竹	梅	合計	松	竹	梅			
今の産地 (現状)	70	0	596	666	115,371	0	1,694,197	19.3	13.5	1,809,568
事業終了後目標	75	169	422	666	123,612	279,144	1,198,706	18.4	13.6	1,618,190
事業終了3年後目標	80	269	317	666	131,853	442,916	902,132	17.8	13.5	1,476,901
10年後目標	500	107	60	666	823,504	175,612	170,500	14.5	12.4	1,169,615

18%強の削減

(実証項目別成果①) 土地利用型カンキツ経営体系を目指した スマート農業機械の実証

取組概要

○スマート技術によるコスト低減効果を実証

防除作業について、軽トラ防除機、UAVを用いた実証結果から、梅園地(慣行区)と比較して、松園地、竹園地での作業時間削減効果を算出。

選別作業について、プレ選果機での実証を行い、手選別(慣行)との比較を行った。

表.各園地条件で機械を最大限使用した際の薬剤散布時間の比較

	「松」	「竹」	「梅」
所有畑面積(a)	100	100	100
年間防除回数のうち機械が使える回数の割合(%)	88%	44%	0%
機械のレンタル回数	14	7	0
薬剤散布時間合計/年	45.3	120.0	194.7
削減される薬剤散布時間/年	149.3	74.7	0.0
散布時間削減効果	77%	38%	0%

「松」:軽トラ防除機を使用可能

「竹」:ドローン薬散可能

「梅」:軽トラ防除機、ドローン使用不可

年間防除回数は16回

実証結果

○防除作業

梅園地(慣行区)と比較して、松園地77%、竹園地38%の作業時間削減効果。

○選別作業

手選別(慣行)と比較してプレ選果機で25%の作業時間削減効果。

○UAVによる防除の実証について

散布を行った水稻農家との意見交換を行い果樹園でのドローンの発着場所の確保、見通しの良い場所(高所)の確保、樹高の不規則性の改善が必要との意見があった。

残された課題と対応

UAV防除効果の検証については、次年度以降も必要。

(実証項目別成果②) 「サステナブルAIマルドリ」の省力高品質果生産の実証

取組概要

AIマルドリの導入により、果実肥大を損なわずに産地のブランド基準を上回る糖度の高い高品質果実の生産

① AIマルドリ・アプリ

3件の生産者圃場で実証



図1 AIマルドリ・アプリによる診断の様子と水分ストレスの診断結果表示

スマホアプリで夕刻に樹体画像を撮影。水分ストレスの強さをAIが診断し、結果に応じて手動でタイマー灌水を実施。

(実証面積)生産者A:40a、生産者B:20a、生産者C:13a

② 自動AIマルドリ



固定カメラで夕刻に樹体画像を撮影。水分ストレスの強さをAIが診断し、結果に応じて灌水を自動で実施。

(実証面積)生産者D:5a

図2 自動AIマルドリ実証圃の様子

実証結果

- アプリの判別結果では、目標の品質合格率の10%向上(対R3年比)は生産者Aのみ達成、ML率は最大でも9%の向上にとどまった。しかし、実際の合格率は全圃地ともR3年度より向上し、ML率も生産者CのR5年度を除きR3年度より向上した。
- 自動AIの実証では、目標の品質合格率の10%向上(対R3年比)はR5年度に達成した。ML率の10%向上はR4年度達成したがR5年度は未達成だった。しかし、産地平均(R5年56.6%)に比べ大きくなった。
- 以上から、AIマルドリの導入により、果実肥大を損なわずに産地のブランド基準を上回る高品質果実の生産につながると考えられた。

表 AIアプリ導入前後の品質合格率およびML果出荷比率の変化

実証圃地	年度	糖度(%)	酸度(%)	合格率		ML率	
				(%)	R3年差	(%)	R3年差
生産者A	R3	10.5	0.84	62.6	-	31.7	-
	R5	10.5	0.86	69.7	+7.1	40.7	+9.0
アプリ 生産者B	R3	9.4	0.88	26.6	-	59.0	-
	R4	10.1	0.76	55.3	+28.7	64.4	+5.4
R5	R5	10.6	0.77	55.3	+28.7	60.1	+1.1
	生産者C	R3	10.6	0.74	78.2	-	58.3
R4	R4	11.0	0.69	81.0	+2.8	63.1	+4.8
	R5	11.0	0.69	82.4	+4.2	47.2	-11.1
自動 生産者D	R3	9.9	0.76	52.1	-	61.4	-
	R4	10.3	0.74	60.7	+8.6	81.2	+19.8
R5	R5	10.6	0.80	76.6	+24.5	59.2	-2.2

残された課題と対応

- 両システムとも圃場のWi-Fi環境整備が必要なため、現場に普及するには、Wi-Fi環境になくても利用可できるアプリの開発が必要と考えられた。
- 自動AIマルドリは、より少ないカメラで圃場全体や複数の樹体が診断できる方法を検討する必要があると考えられた。

(実証項目別成果③) AI果実診断プレ選果ロボットの実証

取組概要

- プレ選果機を改良し、撮影された果実画像を全て保存する機能を実装
- 外観阻害要因画像を用いてAIに学習をさせたモデルで外観阻害要因の診断について検証
- 画像データの増加に備え、バックアップ用ローカルストレージを増強

表1 外観阻害要因クラス毎の平均適合率

クラス名	平均適合率 (%)
黒点病	100.0
灰色カビ病	96.6
そうか病	100.0
チャノキイロアザミウマ	98.6
ミカンハモグリガ	99.7
訪花害虫	93.0
食害	99.0
風ズレ	98.4
日焼け	100.0
無傷	99.8

実際の 카테고리	予測した 카테고리									
	Feeding_damage	gray_mold	melanose	citrus_leafminer	yellow_tea_thrips	wind_drift	no_damage	tanned	flower_visiting_insect	scab
食害	96%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%
灰色カビ病	5%	93%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
黒点病	0%	0%	99%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
ミカンハモグリガ	0%	4%	0%	96%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
チャノキイロアザミウマ	1%	3%	0%	0%	94%	3%	0%	0%	0%	0%
風ズレ	1%	1%	0%	0%	0%	95%	1%	0%	0%	0%
無傷	0%	1%	0%	1%	3%	95%	0%	0%	0%	0%
日焼け	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
訪花害虫	0%	9%	0%	3%	12%	0%	0%	77%	0%	0%
そうか病	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%

実証結果

- モデルの平均適合率は最も低い訪花害虫においても93.0%となった。その結果、10カテゴリの学習のうち9カテゴリで正解率90%以上を達成、10カテゴリとも目標としていた正解率80%を大幅に上回る結果となった。
- 園地毎病害虫被害実測データの蓄積のため、プレ選果機に改良を施し、撮影された果実画像を全て保存する機能を実現した。
- 営農指導支援システムへの自動データ連携を進め、AIによる病害虫等の要因診断結果を各農家と情報共有可能にした。
- シェアリングの実績として、90荷口(令和4年度37荷口、令和5年度53荷口)で使用された。



図1 選果機から取得した画像例
(左ミカンハモグリガ被害果、黒点病被害果)

残された課題と対応

- セグメンテーションにおける教師データ作成の労力を削減することが可能になれば、蓄えられた膨大な果実画像データがさらに有効活用される可能性が高まることが期待出来る。

(実証項目別成果④) 廃棄果実のミカン堆肥化による サステナブル産地内循環の推進

取組概要

○ カンキツ果実は果汁が多く、酸度が高いため、発酵させて堆肥化する事が難しく、また規格外品や腐敗果実等が多く出るため、そのまま圃場内に放置される事が多い。また剪定枝等の残渣はチップ化して圃場に敷くか、業者に委託して処理が行われている。そこで、簡易な施設により循環利用するため、カンキツ残渣の堆肥化を図り、資源として活用する。

(使用施設)簡易型ハウス、チッパー

(実証)堆肥作成量(プレ選果機で出た規格外果使用)

材料	原料量(Kg)	施用割合
廃棄用ミカン	300	100
籾殻	40	13
剪定枝	40	13
石灰窒素	2	1
発酵済み堆肥	90	30



攪拌前の堆肥の状態



堆肥の施用試験

実証結果

○適正に発酵させるためのpH調整のために、石灰窒素0.5%添加することで、堆肥としての基準であるpH6.5以上(完成時の測定でpH7.6)に調整できることが出来た。

○ 廃棄果実の堆肥化に向けての費用としては、選果場での廃棄処理料(1kg当り25.3円)とほぼ同程度となった。

表 廃棄果実300kg堆肥化の費用

作業項目	時間/h	金額(円)
1 剪定枝をチッパーで砕く作業(40kg)	0.5	500
2 廃棄果実をチッパーで粉碎する作業(約300kg)	2.0	2,000
3 剪定屑、廃棄果実、もみ殻を混合する作業	0.5	500
4 堆肥切り返し作業(0.5×6回)	3.0	3,000
5 石灰チツソ(20kg 4,988円) 2kg分		998
合計		6,998

※作業時給については、1,000円/hで計算

選果場廃棄処理料@25.3/kg	300.0	7,590
------------------	-------	-------

残された課題と対応

今後、現地試験での生育状況を確認しながら、堆肥として 使用可能か確認を続けていく。

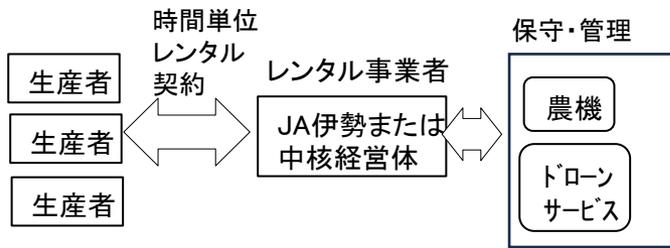
又、現在選果場にて出ている廃棄果実の堆肥化の検討も行い産地内循環を目指していく。

(実証項目別成果⑤) 臨時作業者の作業管理と共用機械の稼働管理

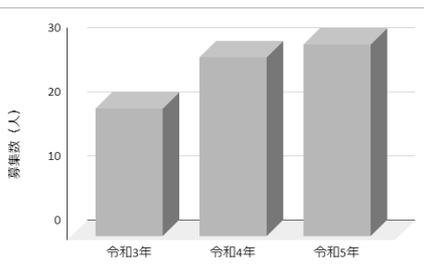
取組概要

- 臨時作業者の募集をインターネット求人サービスを活用して行った。
- 産地におけるシェアリングのエコシステムとして中間管理体を置く仕組みを設計した。(①参照)
- 松竹梅の代表畑ごとに、スマート農機(軽トラ防除機等)の作業効率を計測し、導入時の人力作業との作業時間比較を行い、導入時の作業削減時間を算出した。
- 産地において、スマート農機をシェアリングする形態や想定価格を生産者へのヒアリングを含め、調査検討した。

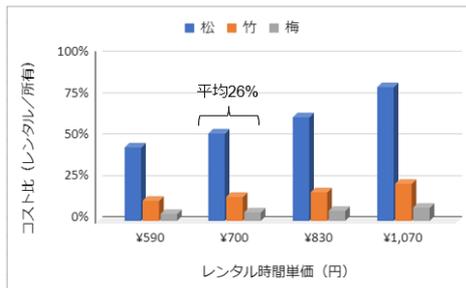
① 産地におけるシェアリングのエコシステム



② 臨時作業者の推移



③ シェア／コスト比



実証結果

- 令和5年度の、臨時作業者の雇用数が令和3年度と比べて50%増になった(②)。
- 軽トラ防除機を産地でシェアする場合、シェア／所有のコスト比が26%(レンタル料金700円/時、平均待ち日数2日)になった(③)。
- 生産者アンケート(20名)から、レンタル料金700円、平均待ち日数2日で、半数に近い賛同を得られることを確認した。

生産者へのアンケート結果(母数:20人)

Q1 あなたが軽トラ防除機械(約100万円)をレンタルで借りるとして、1時間幾らなら払いますか？
 •Q2 借りたいときにすぐには借りられず待つとしたら、最大何日待つことができますか？ただし、1日2枠(3時間)です。
 •Q3 あなたがドローンで委託防除をしてもらう場合、10a当りいくらまで費用を払えますか？(農業代別)



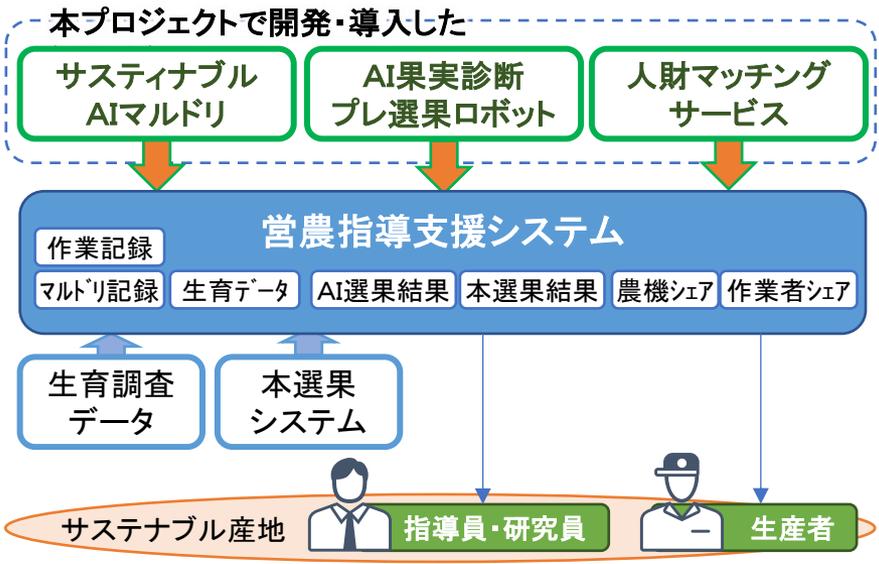
残された課題と対応

- 産地の将来予測(人口や面積)に基づき、産地の園地改造の計画の精緻化
- 現状では、中核経営体としてオレンジアグリを想定している

(実証項目別成果⑥) サステナブル産地情報プラットフォームの構築

取組概要

- JA伊勢で稼働中の営農指導支援システムをベースに、本プロジェクトの実証開発システムを統合、サステナブル産地情報プラットフォームを構築。
- 産地の指導員、生産者が活用し、効率的な営農を支援。



実証結果

- 以下の情報提供・共有を実現
 - ・AIマルドリ記録 (水分ストレス判定、灌水予実)
(糖酸度水分相関・生育実績)
 - ・AI選果診断結果 (荷受単位の病虫害被害診断結果)
 - ・人財マッチング情報 (ワンディワーカ・農機シェア)
- 指導員10名、生産者869名(319経営体)を登録し産地全体でシステム利用を継続。
- 操作マニュアルを作成し説明会を実施。

残された課題と対応

- 今回プロジェクトの目標とした課題に対する対応を実現し運用を継続。今後、新たな産地課題への取組が必要となった場合に、別途検討を行う。

- 〈本プロジェクトで連携を実現したシステム〉
- ①サステナブルAIマルドリ連携 (R4~R5)
 - ②AI果実診断プレ選果選果ロボット連携 (R4)
 - ③人財マッチングサービス(AOITrace)連携 (R5)

(実証項目別成果⑦) 経営体の経済性の分析

取組概要

1. 実証項目の達成目標

- ・シェアリングするスマート農機のコストが保有する場合の1/2以下
- ・モデル経営体の作業時間 30%~60%削減
- ・生産コスト 10%~40%削減

2. 取組概要

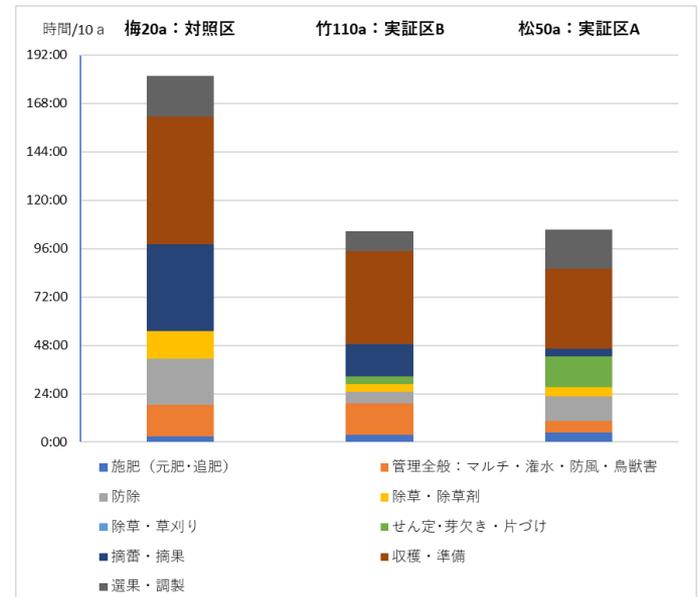
- AOItrace等で記帳を継続し、スマート農業技術導入による高効率化や軽労化等、技術導入の経済性を分析・評価する。
- 記帳結果と青色申告決算書などを使って技術区分ごとの経営的評価を行う。

実証区分	特徴	面積 (a)
実証区A	松：列間伐 3 畝園内道	50
実証区B	竹：カットバック 1.5 畝園内道	110
対象区	梅：慣行 密植栽培・園内道なし	20

実証結果

2. 成果概要

- シェアリングするスマート農機のコストおおよそ4分の1になり、目標を達成できた。
- 総労働時間は10a当たり、対照区の梅に対して、竹、松ともに対照区の46%削減となり、目標を達成した。生産コストについては、松では36%削減、竹では20%削減し目標を達成。



残された課題と対応

- 防除時間が短縮されたが、対照区の労働時間の3割以上を占める「収穫・準備」時間があまり短縮されていない。

(終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

技術的な課題

(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・技術名	技術的な課題
1	防除	UAV	発着場所・視界確保のため専用の園地管理が必要
2	家庭選別	AI果実診断プレ選果ロボット	対象品種の拡大

(2) その他

スマート技術に合わせた樹形・品種等の栽培技術、航空機防除の使用農薬種類の増加、農地周辺までの通信ネットワーク環境整備、収穫作業を効率化できるスマート農機が必要と考える。

○問い合わせ先

三重県熊野農林事務所 紀州地域農業改良普及センター 普及1課
TEL:0597-89-6126

○「三重南紀地区カンキツ産地スマート農業実証コンソーシアム」参画メンバー

- ・伊勢農業協同組合(JA伊勢)
- ・NECソリューションイノベータ(株)
- ・鳥羽商船高等専門学校
- ・(株)日本農業サポート研究所
- ・三重県農業研究所紀南果樹研究室
- ・三重県熊野農林事務所紀州地域農業改良普及センター
- ・(特)東海地域生物系先端技術研究会

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/>