



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

三重県熊野農林事務所紀州地域農業改良普及センター



スマート農機を活用した中山間カンキツ産地モデルの実現について

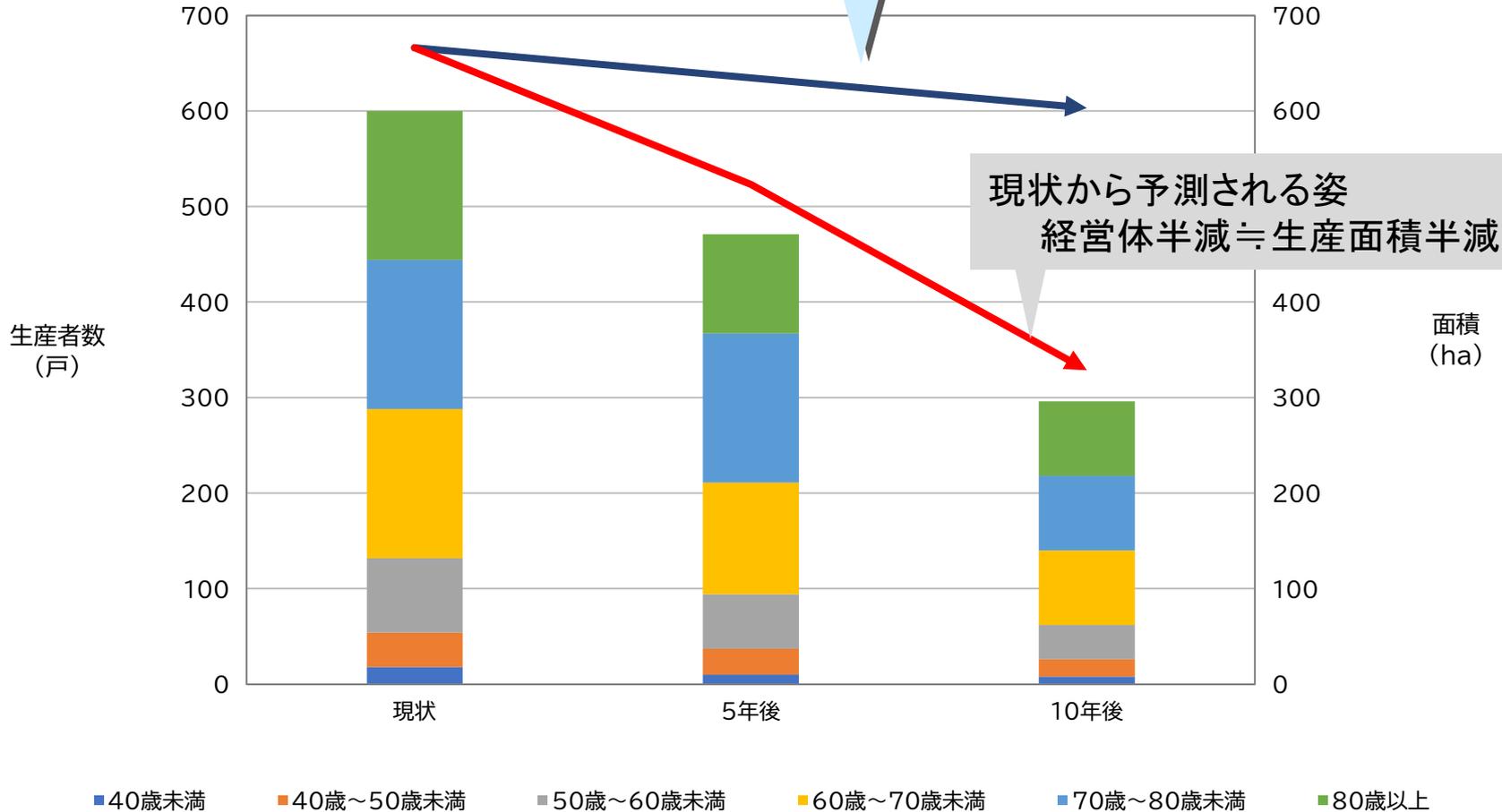


三重南紀地区は、紀伊半島の南端付近に位置し、カンキツ類生産団地を形成している。現在の生産面積は666haで、極早生温州では全国をリードする産地。

産地の将来計画と目指す産地の姿

産地の将来計画

半数の担い手で、園地面積と生産量を維持するサステナブルな産地を目指す



産地の将来計画と目指す産地の姿

中～大規模経営体が育ち、産地の大半を占めて産地が維持されている



産地面積の約半分を、経営者数の約8割を占める1ha未満の経営者が栽培している

農地の集約を図り、産地の面積の大部分を（約580ha）を中～大規模経営体が担う

実現するための課題

- ・ 園地基盤の整備
- ・ 園地集積を推進するための省力化技術やスマート農業技術の導入
- ・ 産地が一体となった営農体制を構築
- ・ 労働力確保対策を構築

背景及び取組概要

- 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

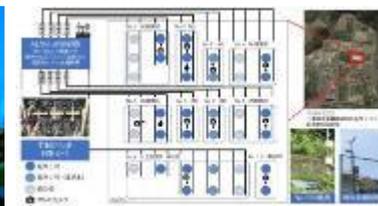
①アタッチメント式AI防除機
・軽トラに取り付け可能な防除機で低コストで作業効率向上

②UAV(ドローン)
・通常防除と組み合わせて、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、さらに病害虫要因の診断を行う。

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。



実証取組体制

「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（J A伊勢）、（株）オレンジアグリ、
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、（特）東海地域生物系先端技術研究会

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て、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、さらに病害虫要因の診断を行う。



⑤AIマルチドリ遠隔操作システム

- ・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。



機械導入のしやすさで畑を「松」「竹」「梅」に分類

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



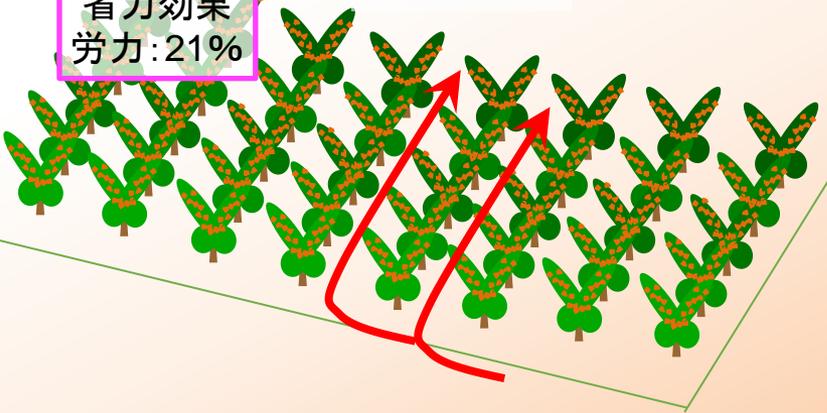
竹

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

省力効果
労力:21%

UAV など

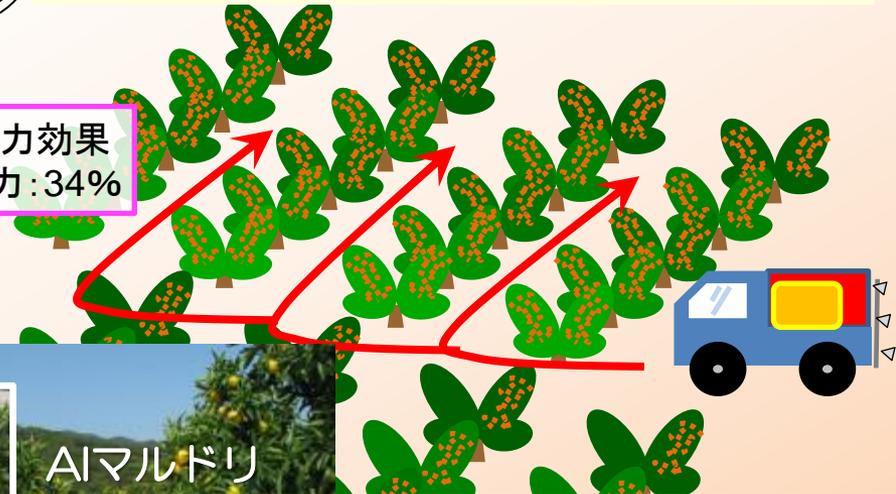


松

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SS

省力効果
労力:34%



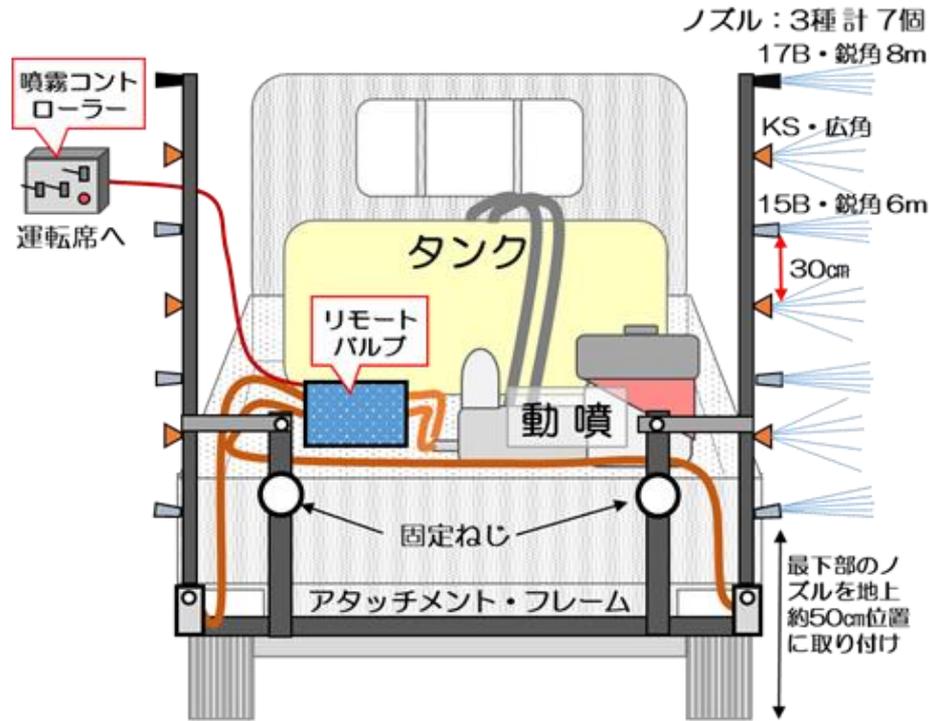
AIマルドリ

- ・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。



アタッチメント式AI防除機

軽トラ防除機イメージ



- 両側のブーム式噴霧ノズルと噴霧コントローラーを装備
 - 運転席からスイッチの入り・切りで左右の噴霧を操作できる。
 - 防除作業は10a当たり約8～9分でできる。
- AIによる自動散布により人員削減を目指す**
- 深層学習技術で果樹を検知することで自動ON/OFFで慣れない人でも作業が可能に！

アタッチメント式AI防除機



取組概要

○ スマート機器のシェアリングについての実証

スマート機器は、生産者が個々に購入するにはコストが高い→シェアリングによる低コストでの導入
今回は、品目を横断したシェアリングの実証 水稻農家が活用するUAVをカンキツで活用
水稻の防除時期以外での作業受託をベースとして薬剤散布を実施。



スマート農業機械の省力効果・シェアリング実証

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。

AIマルドリ・アプリ



スマホアプリで時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する。

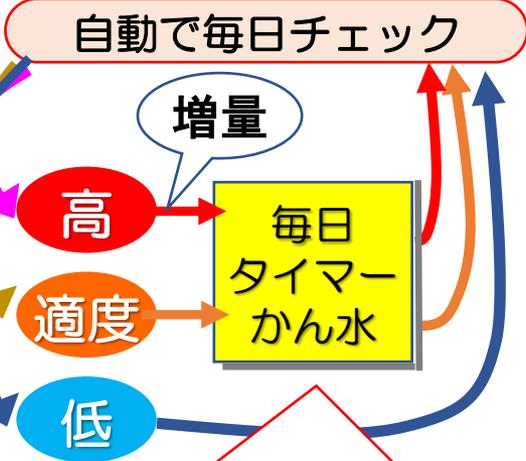
自動AIマルドリシステムとAIマルドリアプリ

AI自動マルドリシステムの概要



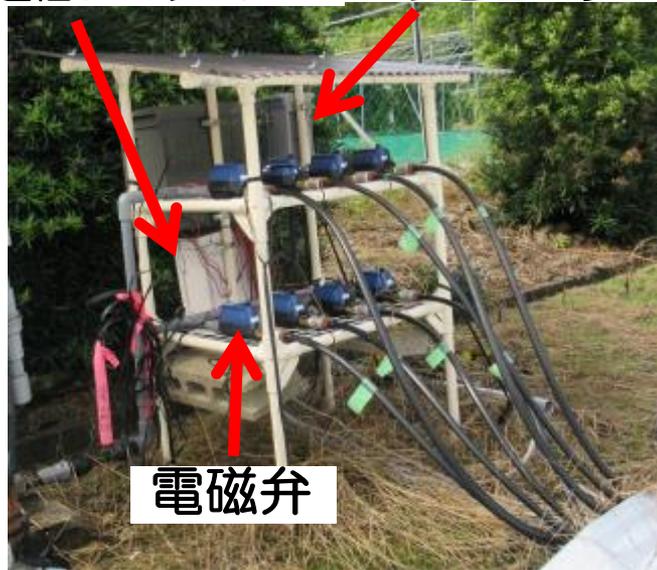
夕刻に自動で樹体を撮影する。

Webカメラ



通信システム

コンピューター



電磁弁

樹体画像と水分ストレスを学習させた「AI」に、webカメラで夕刻に撮影した樹体画像を送信し、その結果に応じて自動でかん水管理を行う

AIマルドリシステム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

①AIマルドリ・アプリ

3件の圃場で実証



- 高いストレス
- 適度なストレス
- 低いストレス

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)実証3園地 N園:40a、Y園:20a、N園: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)OA園:5a

図2 自動AIマルドリ実証圃の様子

実証結果

- アプリの実証では、目標の品質合格率の10%向上(対R3年比)はY園のみ達成、ML率の10%向上はいずれも未達成。しかし、**合格率は全園地ともR3年度より向上し、ML率もM園のR5年度を除いて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

実証園地	年度	糖度(%)	酸度(%)	合格率		ML率	
				(%)	R3年差	(%)	R3年差
N園	R3	10.5	0.84	62.6	-	31.7	-
	R5	10.5	0.86	69.7	+7.1	40.7	+9.0
	R3	9.4	0.88	26.6	-	59.0	-
Y園	R4	10.1	0.76	55.3	+28.7	64.4	+5.4
	R5	10.6	0.77	55.3	+28.7	60.1	+1.1
M園	R3	10.6	0.74	78.2	-	58.3	-
	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OA園	R3	9.9	0.76	52.1	-	61.4	-
	R4	10.3	0.74	60.7	+8.6	81.2	+19.8
	R5	10.6	0.80	76.6	+24.5	59.2	-2.2

残された課題と対応

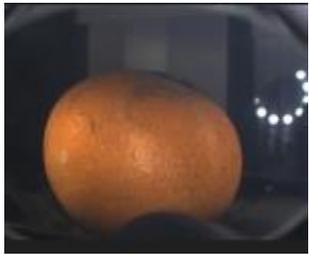
- 両システムとも圃場のWi-Fi環境整備が必要なため、現場に普及するには、Wi-Fi環境になくても利用可できるアプリの開発が必要と考えられた。
- 自動AIマルドリは、より少ないカメラで圃場全体や複数の樹体が診断できる方法を検討する必要があると考えられた。

AIプレ選果診断ロボット

AIプレ選果診断ロボット



プレ選果機で、30~50%の作業時間を削減。さらに、外観の阻害要因をAIが判断し、次作以降の果実品質向上につなげる



外観阻害要因例
チャノキイロアザミウマ

平均適合率	0.985
適合率	95.1%
再現率	94.7%
作成日時	2023/09/29 14:54
イメージの総数	8,280
トレーニングする画像数	6,624
検証する画像数	830
テストする画像数	826

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

○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

○AIによる外観阻害要因の診断について、10カテゴリの学習を完了、9カテゴリで正解率90%以上を達成

実証で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

- ・「防除」「収穫・選別」について、それぞれドローン防除・軽トラ防除機・プレ選果機の効果により作業時間の削減効果が得られた。
- ・実証経営体では「松」で34%、「竹」で21%の作業時間の削減効果が得られた。
- ・収益性について「松」が低い数値となったが、「梅」が収量・品質ともに産地内でもトップクラスであること、「松」はやや樹勢が悪い園地であるなど、果樹特有の生産物の品質等のファクターが影響していることが予想された。

現状数値からは、「松」「竹」「梅」の園地の比率は、20:50:30が妥当と想定



実証データから現状の「梅」園地を10年後「松」「竹」に最大限変えた場合の産地シミュレーション
(ここでいう最大限は、「梅」596.2haを「松」:「竹」:「梅」=2:5:3の比率で変えたことを指す)

	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
	松	竹	梅	松	竹	梅	松	竹	梅			
今の産地	70.0	0.0	596.2	1,400	0	17,886	131,285	0	1,694,197	19,286	13,500	1,825,482
3年後	86.7	41.6	537.9	1,733	1,041	16,137	162,521	93,472	1,528,550	18,911	13,689	1,784,543
5年後	103.3	83.3	479.6	2,066	2,082	14,388	193,757	186,945	1,362,902	18,537	13,597	1,743,604
10年後	136.6	166.6	363.0	2,732	4,164	10,891	256,230	373,890	1,031,607	17,787	13,414	1,661,727

- ・「松」園地を増やしていくことは、当初の想定どおり産地の将来的な方向性として重要
- ・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のような集団を複数つくる

実証を通じた課題

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

機械・技術名	技術的な課題
アタッチメント式AI防除機	軽トラックの仕様上の課題
UAV	発着場所・視界確保のため専用の園地管理が必要
AI果実診断プレ選果ロボット	対象品種の拡大、導入コスト
AIマルドリ遠隔操作システム	導入コスト、通信環境

(2) その他

- ・スマート技術・機械の導入に合わせた樹形・品種等の栽培技術の開発
- ・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
- ・面積拡大のボトルネックとなる収穫作業を効率化できるスマート農機が必要

本報告は農林水産省 令和4年度採択「スマート農業産地形成実証」

(実証期間：令和4～5年度)

課題名：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 において得られた結果に基づいて作成しています。

また、実証にご協力いただいた「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」のメンバーに多大なご協力をいただきましたので、ここで感謝申し上げます。