

大規模果樹生産法人による収穫作業自動化によるスマート農業生産体系の一気通貫化とロボスト化

◎リモート

(農) 世羅幸水農園 (広島県世羅郡)

背景及び取組概要

<経営概要 50.4ha(梨45.8ha、ブドウ3.3ha、イチゴ0.1ha、その他果樹1.2ha
うち実証面積 梨0.42ha(対照区0.21ha含む)>

- 果樹栽培では**収穫・剪定**など**機械化が困難**な作業が多く、農地の集約化が進まないため、労働生産性が低いことから、これらの作業の**機械化により労働生産性を向上**。
- 大規模生産法人では、**収穫時の労働力が極端に不足**し、機械化により、**労働力を代替・確保**。
- 基盤整備事業で整備された圃場では、**園地が大規模化するほど法面が広大化**し、**管理の負担が増加**することから、**機械化により管理労力を削減**。

導入技術

①リモコン式草刈機

・法面の除草作業への導入により、除草作業を系統化・効率化

②植物成長調節剤の利用

・散布により新梢の長を抑制することで、剪定作業の効率化に寄与

③収穫ロボット・果実運搬システム

・収穫ロボットと自動運搬車の協調作業により、収穫・運搬作業を効率化

④電動剪定鋏

・剪定作業の軽量化・効率化

⑤気象観測測定装置

・局地的な低温発生等を予測し、晩霜害のリスクを回避



⑥営農支援ソフト

・全圃場の栽培行程を見える化し、計画的な作業管理等を実現



摘蕾・摘果

受粉

摘果

除草・防除

新梢管理

収穫

剪定

営農管理

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

1) 実証テーマに沿った目標

- 自動収穫ロボットによる無人収穫・自動搬送技術を実証し、省力化。
(**収穫スピード11秒/個以上**)

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

- 電動剪定鋏・植物生長調節剤の利用により、剪定作業の省力化。
(両技術の併用により、剪定作業時間の10%削減)
- リモコン式草刈機による法面管理を行い、軽労化及び労働時間削減を実証。
(**法面管理に要する時間の50%削減**)

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

- 収穫ロボットがフル稼働(6ha収穫/台)した場合に、**利益の8%向上**。

目標に対する達成状況

1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

- 2アーム同時稼働により、**9.35秒/個の収穫**を実現し、目標を達成(図1、表1)。



図1 収穫車両搭載ロボットアーム

表1 1果あたり果実収穫時間の比較

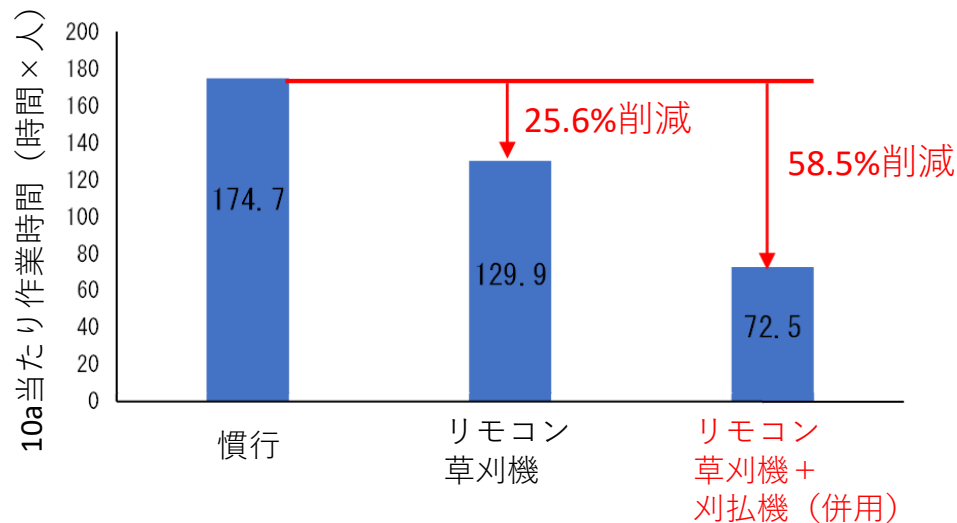
1果当たり収穫時間	
人手	ロボットアーム※
11.0秒	9.35秒

※ロボットアームは2アーム同時稼働、18.7秒で2果収穫

目標に対する達成状況等（つづき）

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

○ 法面内でリモコン式草刈機が不得手とする部分を従来通りの刈払機で行う、**リモコン式草刈機と刈払機の併用により、従来作業に比べて除草作業時間が58.5%削減**（図2）され、目標は達成された。



3) 生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

スマート農業技術(ロボット収穫機、リモコン式草刈機、電動剪定鋏)の導入により、10a当たりの総労働時間は12%効率化したものの、減価償却費の負担増により利益は減少。



○ 実証データを収穫ロボットがフル稼働(6ha/台)した場合、労務費が削減されるが、減価償却費の増加により**農業所得は約38%減少**した(表2)。

※ 園地が成園となり、1,526kg/10a以上の収量が得られた場合には、減価償却費の回収が可能。

図2 リモコン式草刈機による省力効果

表2 スマート農機利用による農業所得試算

慣行を100%とした相対表示

項目	機械化対応樹形 (慣行体系)	機械化対応樹形+ スマート農機※1
農業粗収益	100	100
農業経営費	100.0	103.1
（うち労務費）	(33.9)	(29.1)
（うち減価償却費）	(6.6)	(12.1)
（うちその他経費）※2	(59.5)	(58.7)
農業所得	100	61.8

※1 ロボット収穫機を6haで稼働したと仮定して算出

※2 (その他)の増加は植物成長調節剤、電動剪定鋏等

(実証項目別成果①) 収穫・調整作業による省力・軽労栽培技術の実証

取組概要

(使用機器・薬剤) スピードスプレーヤー・ヒオモン水溶剤 (実証面積)0.42ha(うち対照区0.21ha)

- ① 機械化作業体系に適した樹形を維持するためには、新梢の摘心作業が重要。植物成長調節剤をスピードスプレーヤーで散布し、摘心作業(2回)を省力化。

(処理) ヒオモン水溶剤2000倍液を満開30日後にスピードスプレーヤーで散布

- ② 収穫2週間前の「幸水」果実に対し作成したAI認識モデル(認識率92.9%(R3年度))を「あきづき」に適用し、果実認識精度の確認・他品種への汎用性の評価

実証結果

- ① 植物成長調節剤散布により、**枝梢管理時間は16~19%削減**された。

表3 植物成長調節剤(ヒオモン水溶剤)のSS散布がナシジョイントV字トレリス樹形「幸水」枝梢管理作業時間に及ぼす影響(2022年)

試験区	ヒオモン 散布 (h/10a)	摘心			秋期せん定			合計 (h/10a)
		1回目	2回目	小計	内向枝 除去	側枝切除+ 保護剤塗布	小計	
		(h/10a)	(h/10a)	(h/10a)	(h/10a)	(h/10a)	(h/10a)	
植調+1回摘心区	0.5	-	10.6	10.6	1.4	24.2	25.6	36.7 (84 ^z)
植調区	0.5	-	-	-	7.6	27.1	34.7	35.2 (81)
摘心区	-	12.9	9.4	22.4	1.6	19.7	21.3	43.6 (100)

^z 摘心区を100としたときの相対値

- ② 「幸水」モデルを「あきづき」に適用した場合にも95%以上の精度で果実を認識し、**モデルの汎用性が示された**。

表4「幸水」により作成したAI認識モデルを「あきづき」に適用した場合の認識精度

実果実数	AIモデルでの認識数	認識率 (%)
572	551	96.3

(実証項目別成果②) 園地管理における省力・軽労栽培技術の開発

取組概要

(使用機器) リモコン式草刈機

(実証面積) 0.5ha

- リモコン式草刈機による法面管理を行い、軽労化及び労働時間削減を実証。



刈払機の
単独使用

リモコン式草刈機と刈払機の
併用 (分業)

図3 法面管理作業時間比較対象図

(使用機器) 電動剪定鋏

(実証面積) 0.42ha (うち対照区0.21ha)

- 植物成長調節剤による新梢伸長抑制と、電動剪定鋏の併用により、剪定作業の省力化を実証。

実証結果

リモコン式草刈機と刈払機の併用により
従来作業に比べて除草作業時間を58.5%削減。

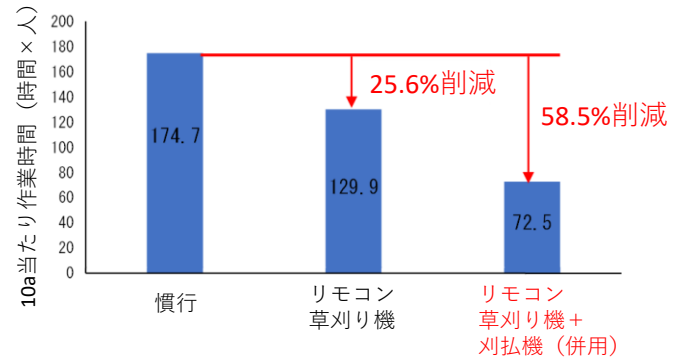


図4 リモコン式草刈機による省力効果

植物成長調節剤と電動剪定鋏の併用で剪定
時間を約11%削減。

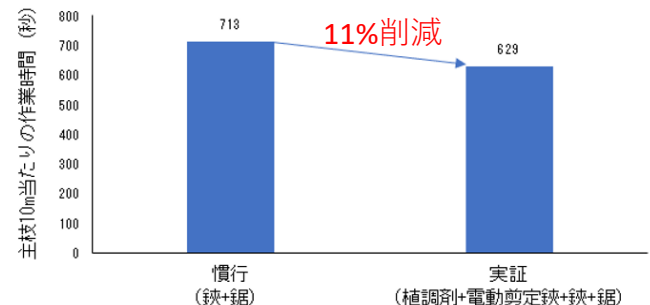


図5 植物成長調節剤と電動剪定鋏の併用による作業時間削減効果

今後の課題 (と対応)

年度により効果の程度に差があり、今後も検証が必要。

(実証項目別成果③) 自動走行車の改良

取組概要

(使用機器) 自動収穫車両
自動運搬車両

▶ ドッキング時のコンテナ間位置ずれ補正機構の搭載

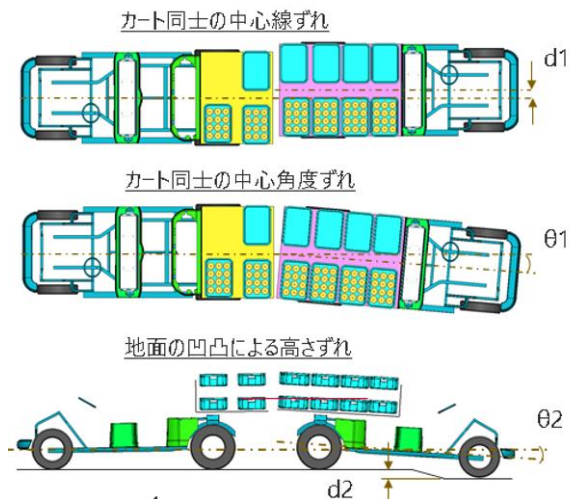


図6 車両ドッキング時の位置ずれ想定

実証結果



図7 自動収穫車両・自動運搬車両

車両結合機構、二段式収穫・移載システムを搭載した車両(収穫車両+運搬車両)を完成させ、**ドッキング時に補正機構が機能すること、コンテナ移載が正確に行われることを確認、実証。**

今後の課題

不整地が補正機構の許容範囲外であった場合など、想定外の事象に対するロバスト化。

(実証項目別成果③) 果実収穫機構の改良

取組概要

(使用機器) 自動収穫車両・自動運搬車両
(実証面積) 0.42ha(うち対照区0.21ha)

➤ 改良型果実収穫ハンドの果実把持試験および効果を検証。

➤ ハンドの果実へのアプローチ制御の改良
(枝が干渉なく果実を把持することができる挿入部位・位置の調整)



図8 アプローチ角度の改良

➤ 実証圃場内の自動運搬の検証、および各動作の所要時間測定

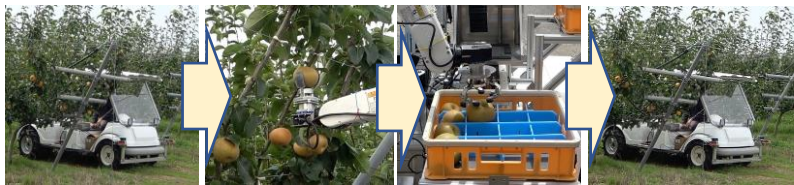


図9 自動収穫作業の流れ

実証結果

収穫に要する時間は人手を上回る**9.35秒/個**

表5 1果当たり果実収穫時間の比較

1果当たり収穫時間	
人手	ロボットアーム※
11.0秒	9.35秒

※ロボットアームは2アーム同時稼働、
18.7秒で2果収穫

- ・8時間/日稼働で2880果の収穫が可能、
- ・**5a/日の収穫が可能**(8時間稼働/日、350g/個、反収2t/10aとして試算)

実証園地環境における収穫作業時間の比較では、**人手を要する時間を90%以上削減**

表6 実証圃場における果実収穫時間の比較

	総作業時間	うち人手が必要な時間	作業時間比 (人力収穫を100)
機械収穫	61分40秒	5分00秒	8.9 (91.1%減)
人力収穫	56分20秒	56分20秒	100.0

スマート農機体系(収穫機・草刈機・植物成長調節剤の利用)で全作業時間は約20時間(12%)減少

今後の課題 (と対応)

実証例を増加させ、導入可能園地条件の明確化

(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

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 (要望を含む)
1 (実証項目②)	除草(圃場外法面)	リモコン式草刈機	操作性の高いプロポーショナルシステム(送信機)
2 (実証項目③)	収穫	自動収穫ロボット (収穫車・運搬車)	<ul style="list-style-type: none">・旋回半径の小径化・走行経路の容易な作成法(簡易な操作機)・防水対策・連結時・収穫時の不具合発生におけるリカバリー・収納時のハンドからの果実脱落を防ぐ機構 (ハード的改良・ソフト的改良)・消耗品を容易に交換できる構造・安全装置(走行時・稼働時)の実装
3 (実証項目②)	剪定	電動剪定鋏	動作を止められる安全装置
4	営農管理システム	全農GIS	データ打ち込みの簡便性

※ 園地周辺にスマート農機を充電可能な電源ステーションの整備が望まれる。

○問い合わせ先

実証全体について

農研機構果樹茶業研究部門 (e-mail:sh-NIFTS_inq@naro.go.jp) Tel. 029-838-6451

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/>