

高知県安芸地区におけるローカル5Gの活用によるゆず生産スマート化実証

(株)土佐北川農園ほか(高知県北川村ほか)

背景及び取組概要

<実証面積:1.25ha> <実証品目:ゆず>

- ゆず栽培の生産者が抱える生産コスト、新規就農者の確保・育成の課題解決に向け
- ① 防除・草刈作業ができるモバイルムーバーを自動運転・遠隔操作できるように改良し、手作業からスマート農機による作業へ代替することで、生産者の作業工数を低減し、経営改善を目指す
- ② バーチャル圃場訪問により、大都市圏在住の新規就農望者層と産地の生産者のマッチングを可能にし、新規就農者の獲得を目指す。また、遠隔指導システムにより、指導員1名が複数の新規就農者に対して遠隔指導を行うことで、指導にかかる工数を削減する
- ③ スマート農機をシェアリングすることで、スマート農機の導入・利用における生産者のコスト負担を低減させる

導入技術

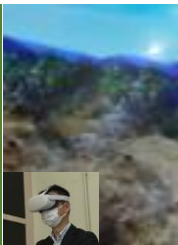
モバイルムーバー

・防除・草刈作業をスマート農機化し、人件費コストの削減を実現



新規就農者遠隔指導ソリューション

・新規就農者の確保と新規就農者の指導にかかる工数の削減を実現



シェアリング

・スマート農機をシェアリングし、導入・利用コストの低減を実現



目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

実証課題1: モバイルムーバーを用いた自動防除ソリューション

- ① 【総務省事業で実施】上り通信 36Mbps以上の確保
- ② 遠隔での停止指令から実際の停止までの 走行距離 1m (走行速度 1km/h)
- ③ 樹木間を通行可能とするための走行精度 ±10cm

実証課題2: 新規就農者遠隔指導ソリューション

- ① バーチャル圃場訪問・遠隔指導の参加者 アンケートの平均評価値 4 以上

2) 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

実証課題3: シェアリングサービス実証

- ① モバイルムーバー・ドローン・手散布を組み合わせた防除体系における作業時間 50%減
- ② スマート農機の導入・利用にあたり生産者が負担するコスト: 32%減

3) 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

実証課題1: モバイルムーバーを用いた自動防除ソリューション

- ① 農薬散布にかかる作業時間: 慣行と比較して 50% 削減
- ② 草刈りにかかる作業時間: 慣行と比較して 35 %削減

実証課題2: 新規就農者遠隔指導ソリューション

- ① 慣行(遠隔指導システムを用いない場合)と比較して、生産者による指導に係る工数を 33% 削減
- ② 慣行(遠隔指導システムを用いない場合)と比較した、剪定の品質に関するアンケートの平均評価値4(5段階評価)以上
- ③ 剪定、病虫害判断の遠隔指導による収穫量の10%増加

実証全体: 売上増・コスト削減目標

- ① 防除・草刈りにかかる人件費・作業委託費コスト11.9%削減

4) 産地における経営全体の改善についての目標

- ① 現行のプログラム(毎年最大2名の新規就農者の確保)と比較して+2名の新規就農者の確保(R8年度)*土佐北川農園における評価
- ② 安芸地区におけるソリューション利用生産者あたり経常利益30%増(R8年度)

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

実証課題1: モバイルムーバーを用いた自動防除ソリューション

- ① 【総務省事業で実施】上り通信 36Mbps以上の確保
 - 測定地点6か所中1か所(地点4)のみ36Mbpsを確保できた
- ② 遠隔での停止指令から実際の停止までの 走行距離 1m (走行速度 1km/h)
 - 下り勾配が2-6° のときは路面状況によらず1m
- ③ 樹木間を通行可能とするための走行精度 ±10cm
 - 路面および勾配によらず走行精度 ±10cm

表1 スループットの測定結果

地点	上り[Mbps]
1	0.58
2	0.51
3	測定不可
4	80.93
5	0.77
6	測定不可

表2 停止距離の測定結果

	路面	勾配 (下り) [°]	停止距離 [cm]	
			平均	最大
1	良好	2-6	66.3	73
2	悪路	2-6	62.7	77
3	良好	8-13	93.7	104
4	悪路	8-13	110.0	118

実証課題2: 新規就農者遠隔指導ソリューション

- ① バーチャル圃場訪問・遠隔指導の参加者 アンケートの平均評価値 4 以上
 - バーチャル圃場訪問: 平均評価値4を下回った
 - 遠隔指導: 指導者1名に対して作業者数1~5名の全てのパターンにおいて、評価値4以上

表3 バーチャル圃場訪問: 参加者アンケート結果

イベント		平均評価値
令和4年度	模擬イベント	3.4
令和5年度	就農イベント (東京)	3.9
	就農イベント (大阪)	3.9

表4 遠隔指導: 参加者アンケート結果

ケース		平均評価値
指導者1名	作業者1名	4.0
	作業者2名	4.4
	作業者3名	4.3
	作業者4名	4.4
	作業者5名	4.0

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

2) 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

実証課題3: シェアリングサービス実証

- ① モバイルムーバー・ドローン・手散布を組み合わせた防除体系における作業時間 50%減
- 土佐北川農園は50.1%削減、浜渦氏圃場は37.5%削減、小松氏圃場は4.4%増加

※生産者の作業時間のみの評価であり、サービス事業者の作業時間は含まない

- ② スマート農機の導入・利用にあたり生産者が負担するコスト: 32%減
- 個別導入時にかかるコストは10,706,861円/生産者、シェアリングサービス利用時にかかるコストは10,887,890円/生産者で1.7%増加

表5 防除時間の削減効果

	慣行区 [分/10a]	実証区 [分/10a]	削減効果 [%]
土佐北川農園	1,086	542 (モバイルムーバー、ドローン、手散布)	50.1
浜渦氏圃場	1,440	900 (ドローン、手散布)	37.5
小松氏圃場	630	658 (モバイルムーバー)	-4.4

表6 生産者が負担するコストの内訳

費目	個別導入時にかかるコスト[円]	シェアリングサービス利用時にかかるコスト[円]	削減効果[%]
機器備品費（スマート農機およびその周辺機器）	1,814,714	-	-
保険料	56,000	-	-
修繕費	50,000	-	-
遠隔監視センターにかかる経費（賃借料・水道・電気代・通信費） ※生産者で按分する想定	208,000	-	-
ルートマッピング費用	35,397	-	-
通信費	8,140,842	8,140,842	-
草刈・防除時の生産者人件費	90,995	90,995	-
草刈・防除時のオペレーター人件費	310,913	-	-
シェアリングサービス利用料	-	2,656,053	-
計	10,706,861	10,887,890	-1.7

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

3)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

実証課題1:モバイルムーバーを用いた自動防除ソリューション

- ① 農薬散布にかかる作業時間:慣行と比較して 50% 削減
 - 土佐北川農園は87.6%削減、小松氏圃場は4.4%増加
 - ※生産者の作業時間のみの評価であり、サービス事業者の作業時間は含まない
- ② 草刈りにかかる作業時間:慣行と比較して 35 %削減
 - 土佐北川農園は57.4%削減、小松氏圃場は14.3%削減
 - ※生産者の作業時間のみの評価であり、サービス事業者の作業時間は含まない

実証課題2:新規就農者遠隔指導ソリューション

- ① 慣行(遠隔指導システムを用いない場合)と比較して、生産者による指導に係る工数を 33% 削減
 - 指導者1名に対して、作業者数1~5名の全てのパターンにおいて35.1%以上の削減
- ② 慣行(遠隔指導システムを用いない場合)と比較した、剪定の品質に関するアンケートの平均評価値4(5段階評価)以上
 - 平均評価値4.2となった
- ③ 剪定、病害虫判断の遠隔指導による収穫量の10%増加
 - サンプル木の収穫量は実証区が207.75kg、慣行区が200.00kgで4%増加

表7 年間を通じた生産者の作業時間の比較

区分		慣行区 [分/10a]	実証区 [分/10a]	削減 効果 [%]
農薬 散布	土佐北 川農園	1501	186	87.6
	小松氏 圃場	630	658	-4.4
草刈 り	土佐北 川農園	75.9	32.3	57.4
	小松氏 圃場	70	60	14.3

表8 遠隔指導:生産者による指導工数の削減効果

ケース		削減効果 [%]
指導者1名	作業者1名	36.4(令和4年度) 35.1(令和5年度)
	作業者2名	39.9
	作業者3名	39.1
	作業者4名	39.1
	作業者5名	42.8

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

3)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

実証全体：売上増・コスト削減目標

① 防除・草刈りにかかる人件費・作業委託費コスト11.9%削減

- 慣行区における防除・草刈りにかかる生産者の人件費は354,175円/ha、実証区では226,900円/haで35.9%削減することができた。一方で、実証区ではシェアリングにかかる利用料として793,652円/haがあらたに発生したため、トータルで実証区におけるコストは慣行区と比較して188.1%の増加となった

※モバイルムーバーによる防除・草刈りにかかるコストを算出

算出式

- 慣行区における生産者の人件費＝
(各生産者の防除の作業時間＋草刈りの作業時間)
× 生産者の人件費単価
- 実証区における生産者の人件費＝
(各生産者の防除の作業時間＋草刈りの作業時間)
× 生産者の人件費単価
- シェアリングサービス利用料＝
各生産者の防除回数×防除のサービス利用料
＋各生産者の草刈り回数×草刈りのサービス利用料

表9 算出にかかる各種パラメーターの内訳

項目	パラメーター		実績値
慣行区における生産者の作業時間と人件費	防除の作業時間	土佐北川農園	6,408分
		小松氏圃場	315分
	草刈りの作業時間	土佐北川農園	245分
		小松氏圃場	35分
	生産者の人件費単価		1,500円/h
実証区における生産者の作業時間と人件費	防除の作業時間	土佐北川農園	1,613分
		小松氏圃場	329分
	草刈りの作業時間	土佐北川農園	110分
		小松氏圃場	30分
	生産者の人件費		1,500円/h
シェアリングサービス利用料	防除のサービス利用料(1回あたり1ha相当を想定)		49,141円/回
	防除回数	土佐北川農園	8回
		小松氏圃場	4回
	草刈りのサービス利用料(1回あたり1ha相当を想定)		101,990円/回
	草刈り回数	土佐北川農園	1回
		小松氏圃場	1回

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

4)産地における経営全体の改善についての目標

- ① 現行のプログラム（毎年最大2名の新規就農者の確保）と比較して+2名の新規就農者の確保（R8年度、土佐北川農園における評価）
 - R5年度時点での達成状況：北川村で実際に自分の圃場で就農した人は3名（ただし、就農フェア自体は9月及び11月に実施しているため、これらの成果は今年度の新規就農者数に反映はされていないと思われる）
 - R8年度までの見通し：従来、北川村としては就農フェアや移住フェアにて新規就農者獲得に向けた普及活動をしており、約10名/回の集客があった。今年度の就農フェアでは9月は69名、11月は100名の集客があり、従来と比較して約7～10倍の集客ができている。そのため、従来よりも新規就農者の確保が見込まれると考えられる。集客数に比例して新規就農者数も増えると仮定した場合、最大で約10倍の新規就農者獲得が見込まれるが、北川村として現実的に受け入れ可能な新規就農者を考慮しながら、現行のプログラムと比較して+2名の新規就農者獲得に向けて普及活動を行っていく
- ② 安芸地区におけるソリューション利用生産者あたり経常利益30%増（R8年度）
 - R5年度時点での達成状況：3生産者全体における利益は、実証区が-4,562,141円、慣行区が-951,995円で、利益額の増加率は-379.2%
 - R8年度までの見通し：一定の前提条件をもとに算出した場合、利益額の増加率は、令和7年度では15.3%、令和8年度では34.8%となり、目標達成の見通し（詳細はP13参照）

(実証項目別成果①) モバイルムーバーを用いた自動防除ソリューション

実証内容

(使用機器) モバイルムーバー
(実証面積) 慣行区: 1.25ha、実証区: 1.25ha

- ① 上り通信 36Mbps以上の確保
- ② 停止までの走行距離1m以内
- ③ 走行精度±10cm以内
- ④ 農薬散布にかかる作業時間を50%削減
- ⑤ 草刈りにかかる作業時間を35%削減

実証結果

- ① 測定地点6か所中1か所(地点4)のみ80.93Mbpsで目標達成
- ② 下り勾配が2-6° のときは路面状況によらず達成。下り勾配が8-13° のときは、路面状態が良好のときは、平均値は目標達成したが最大値は1mを越す結果となった。
- ③ 路面および勾配によらず達成
- ④ 土佐北川農園は87.6%削減で目標達成。小松氏圃場は4.4%増加。土佐北川農園にて継続利用を行い、農薬付着具合の向上を図る予定
- ⑤ 土佐北川農園は57.4%削減で目標達成。小松氏圃場は14.3%削減。土佐北川農園にて継続利用を行い、草刈り具合の向上を図る予定

※④、⑤の削減効果については、生産者の作業時間のみの評価であり、サービス事業者の作業時間は含まない

残された課題と対応

- ローカル5Gを活用するためには、樹木による電波の減衰を解決する必要があり、対策としては以下が考えられる
 - 制度面: 周囲に干渉対象がない場合は、出力電力を制度上の限界値まで上げられるようにする
 - 技術面: 外部アンテナを導入し、アンテナの受信高を現状よりも高くする。リピータを活用して電波強度を確保する
- モバイルムーバーの使用には一定の準備時間がかかることから、圃場面積が大きい(≡走行可能距離が長い)ほど作業時間における準備時間の割合が低くなるため、生産者の作業時間の削減効果が大きくなる。そのため、本ソリューションの展開時の留意点として以下が考えられる
 - 「北川モデル(農地中間管理機構関連農地整備事業)」により大規模かつ平坦な圃場の整備が進められている。本事業の動向を注視し、モバイルムーバーの導入に適した圃場を保有する生産者へ普及展開を図る
 - 走行経路作成時にはできる限り走行可能距離を確保できるように、生産者と調整を図ってルート決定する

(実証項目別成果②) 新規就農者遠隔指導ソリューション

実証内容

(使用機器) スマートグラス、VRゴーグル
(実証面積) 慣行区: 1ha、実証区: 1ha

- ① バーチャル圃場訪問、遠隔指導の参加者アンケートの平均評価値4以上
- ② 生産者の指導工数を33%削減
- ③ 剪定品質アンケートの平均評価値4以上
- ④ 遠隔指導による収穫量10%増加

実証結果

- ① バーチャル圃場訪問は平均評価値3.4～3.9、遠隔指導は、指導者1名に対して作業員数1～5名の全てのパターンにおいて平均評価値4.0以上となった
- ② 指導者1名に対して、作業員数1～5名の全てのパターンにおいて35.1%以上の削減
- ③ 平均評価値4.2となった
- ④ スマートグラスの解像度が要因で病害虫を捉えることが困難であったため、病害虫判断への適用不可と判断し、剪定の遠隔指導のみ実施。サンプル木の収穫量は実証区が207.75kg、慣行区が200.00kgで4%増加にとどまった

残された課題と対応

遠隔指導の実証を通じて以下の課題が明らかとなった。

- 1. 病害虫等の微小な対象物を識別することが困難
- 2. 現状では剪定への適用しか確認できていないため、その他用途への活用方法を検討し、利用者への訴求ポイントを増やす必要がある

上記の課題への対策としては以下が考えられる。

- 1. 4Kのスマートグラスを導入して解像度を向上させることで、微小な対象物を識別できる可能性がある
- 2. 技術指導として指導者がスマートグラスを装着し、指導者視線の農作業のポイントを新規就農者へ指導する等の活用や、これらの映像を録画することで新規就農者への映像教材として活用することが考えられる。また、本ソリューションは生産者だけではなく自治体等でも活用可能であり、JAが新規就農者を対象として実施している営農指導において遠隔指導を導入することで、圃場への移動等の時間を削減することも可能である

(実証項目別成果③) シェアリングサービス実証

実証内容

(使用機器) モバイルムーバー、ドローン
(実証面積) 慣行区: 1.25ha、実証区: 1.25ha

- ① モバイルムーバー・ドローン・手散布を組み合わせた防除体系での作業時間を50%削減
- ② スマート農機の導入・利用にかかる生産者の負担コストを32%低減

実証結果

- ① 土佐北川農園は50.1%削減、浜渦氏圃場は37.5%削減、小松氏圃場は4.4%増加、土佐北川農園にて継続利用を行い、長期にわたる作業時間の削減効果の確認を図る予定
※生産者の作業時間のみの評価であり、サービス事業者の作業時間は含まない
- ② 個別導入時にかかるコストは10,706,861円/生産者、シェアリングサービス利用時にかかるコストは10,887,890円/生産者で1.7%増加

残された課題と対応

サービス事業者のコストから試算したサービス利用料は、防除が49,141円/回、草刈りが101,990円/回であるが、生産者の希望金額は2,500円～3,000円のため乖離がある。社会実装に向けて費用低減を図るためには以下の対応が必要と考える。

- ・ 人件費: サービス事業者の作業内容をマニュアル化し、専門技術のないアルバイトやシルバー人材にて対応可能にすることで、人件費の低減を図る
- ・ 通信費: ローカル5Gの機器費及びライセンス料が高額なため、LTEで代用する(本実証内で検討した結果、LTEでもモバイルムーバーは運用可能と判断、安全面の留意事項を作業者に対して事前に説明が必要)
- ・ その他: スマート農機を導入する生産者への助成金制度によりサービス利用料の負担軽減を図ることや、スマート農機活用サービスを提供するサービス事業者に対する助成金制度により、サービス利用料の低減を図ることが必要と考える

(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	草刈り	モバイルムーバー	草刈り範囲の評価が低いため、刃のアタッチメントの種類の変更や改修の検討が必要
2	防除	モバイルムーバー	防除における課題としては特記なし
3	病害虫判断	スマートグラス	現行のスマートグラスの解像度では、1mm程度の微小な病害虫を識別することができないため、病害虫判断に活用することは困難
4	剪定	スマートグラス	指導者の画面からは樹木の立体感を捉えることが難しく、作業側が写し方を工夫する必要がある

(2) その他 ※詳細は実証項目別成果の残された課題と対応を参照

- ローカル5Gの電波の減衰対策として、アンテナの受信高を高くすることや、リピータの活用で電波強度を確保することが必要
- 遠隔指導(スマートグラス)の用途拡大として、4Kスマートグラスの適用や映像教材を活用した新規就農者への指導、JAの営農指導等への活用が考えられる

問い合わせ先

- NTTデータ経営研究所 四国L5G実証事務局
Email: shikoku_l5g_main@nttdata-strategy.com

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/>