

「大分味ーねぎ」産地用にチューニングされた生産・出荷の最適化による地域全体の経営健全化の実証

「大分味ーねぎ」スループット最適化コンソーシアム(大分県国東市)

背景及び取組概要

<経営概要 こねぎ 57ha うち実証区 こねぎ 12a 慣行区 こねぎ 379a>

- 産地間競争に打ち勝つため、コスト削減を行いながら野菜の生産・供給の拡大するために、
 - ① 生産管理システムを「こねぎ」生産用にチューニングし、生産現場(UGV)、共同選果集出荷場(計量結束機)において機器や人員が「いつ」「どこで」必要なのかを最適化する
 - ② 「遠隔操作型多機能 UGV」を活用して、播種、散布、運搬計画と連動した稼働計画を策定し、地域全体の労働負荷を低減する
 - ③ 出荷計画の70%から120%程度で変動する集出荷場の稼働率を安定化させ、人員削減、利用率最大化する

導入技術

ねぎ博士 (土壌センサー)

・各種センサーでの定期的自動データ収集



ねぎ博士 (栽培管理システム)

・オンライン栽培データ管理・見える化、育成管理・予測



多機能 UGV

散布・播種・運搬
作業時間を慣行作業の1/2に削減し効率化を実現



組み合わせ計量結束機

最新計量技術導入による
共同選果集出荷場の1台当たりの人員を2名削減



生育
モニタリング

栽培管理

播種、防除、収穫

包装、出荷

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

【営農管理システム】

- a, b) 1ヶ月前の収穫日予測の誤差を、夏作では前後1週間以内、冬作では前後10日間以内にする
- c) 搬入計画の誤差を上限15%以内にする
- d) 選果場の稼働率80%にする
- e) UGV 導入で、播種・散布・運搬の作業時間を1/2にする

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

- a) 実証農家において平均秀品率を60%から70%以上に向上させる
- b) 共同選果集出荷場の計量結束機1台当たりの人員を2名削減する

3) 産地における経営全体の改善についての目標

産地全体の収益を従来よりも5%以上に向上させる

目標に対する達成状況

目標に対する達成状況

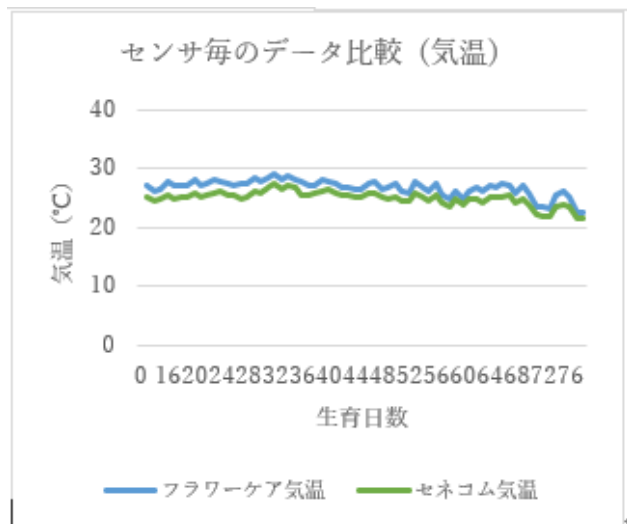
1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

a, b) AIの収穫日予測誤差

夏作平均4.8日、冬作平均22.0日

目標a)については夏作は達成、b) 冬作は未達成
目標c, d)は未達成

以下、 AI収穫日予測の概要



ハウス内気温



草丈



過去の広域気温

収穫日予測AI

作期	収穫日誤差日数(日)	
	実証区(AI予測)	慣行区(生産者予測)
夏作	4.8	5.0
冬作	22.0	11.0

ハウス内温度、水分計測において

安価なセンサをもちいても有効であることを確認した

目標に対する達成状況（つづき）

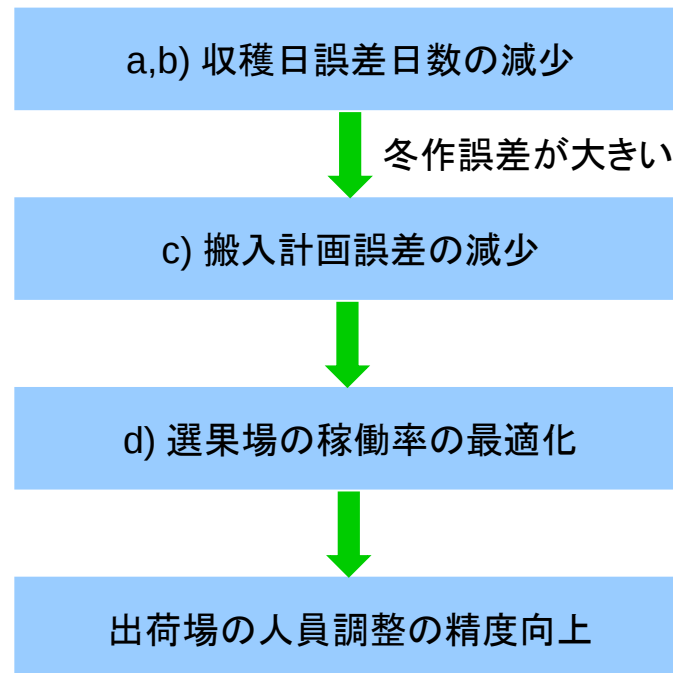
目標に対する達成状況

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

c, d) 夏作の収穫日AI予測に基づいた搬入計画誤差の減少が、選果場稼働率の最適化に貢献する。したがって、出荷場の人員調整の精度向上にも期待が持てる。

・冬作出荷日は誤差日数が大きく、出荷量に基づいた人員調整を含む稼働率の最適化までは至らなかった(P. 3の右右下の表)。

・生産部会全体での取り組みができず、搬入計画と選果場の稼働率向上の確認までできていない。



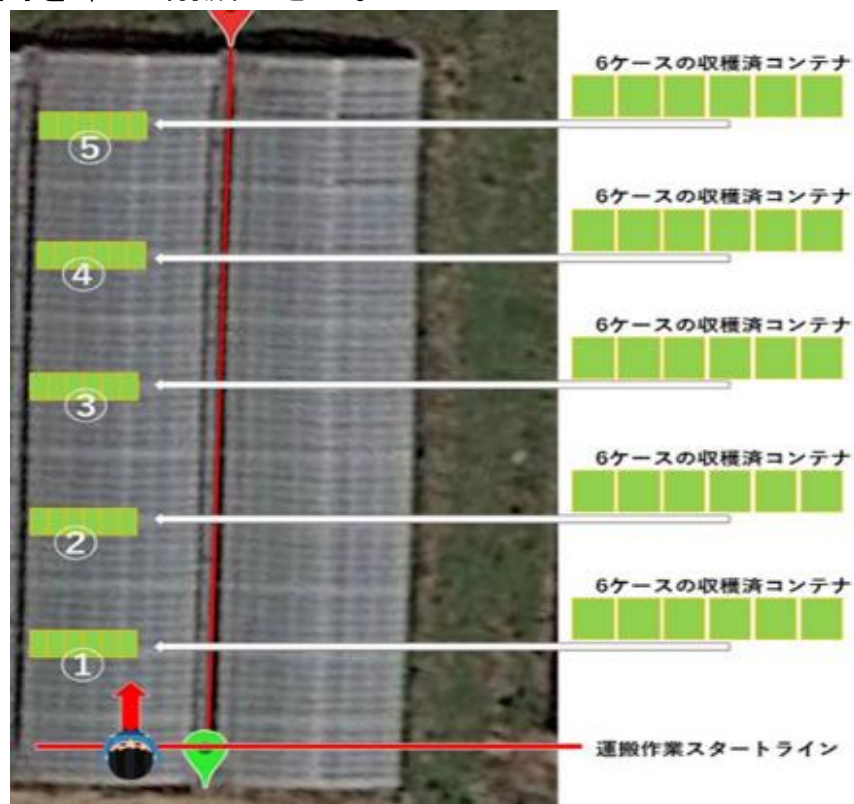
目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

e) 右表は散布・運搬・播種作業時間例。散布は、水を散布した場合の時間比較である。運搬方法は下図の丸番号のコンテナをスタートラインまで運搬。UGV導入で散布・運搬・播種の作業時間を1/2に削減できた。

作業	実証面積 (a)	作業時間		作業時間(10 a)		削減時間 (10a)	削減率	備考
		実証区	慣行区	実証区	慣行区			
散布	2.5	02:48	06:12	0:11:11	0:24:49	13:38	54.9%	
運搬	2.5	10:49	24:06	0:43:16	1:36:24	53:08	55.1%	女性作業
	5	10:29	21:14	0:20:58	0:42:29	21:31	50.6%	男性作業
播種	2.5	05:41	14:37	0:22:46	0:58:26	35:40	61.0%	

※作業時間は作業準備含む



運搬実証内容 今回使用したハウスの広さ
間口7m 奥行35m 面積245㎡ 74坪 約0.25反-2.5a

1ハウス(2.5a) = ねぎ収穫コンテナ合計30箱 女性作業員

左図参照

各々6ケース配置された収穫場所①-⑤

合計30ケースをスタートラインまで運搬する。

慣行運搬時間とUGV使用時の運搬の合計作業時間を比較

慣行作業

- ① 1 : 30秒
- ② 3 : 12秒
- ③ 4 : 48秒
- ④ 6 : 06秒
- ⑤ 8 : 30秒

合計24分06秒

VS

UGV作業

- ① 1 : 30秒
- ② 1 : 40秒
- ③ 2 : 19秒
- ④ 2 : 30秒
- ⑤ 2 : 50秒

合計10分49秒

UGV作業効率
55%軽減
目標1/2達成

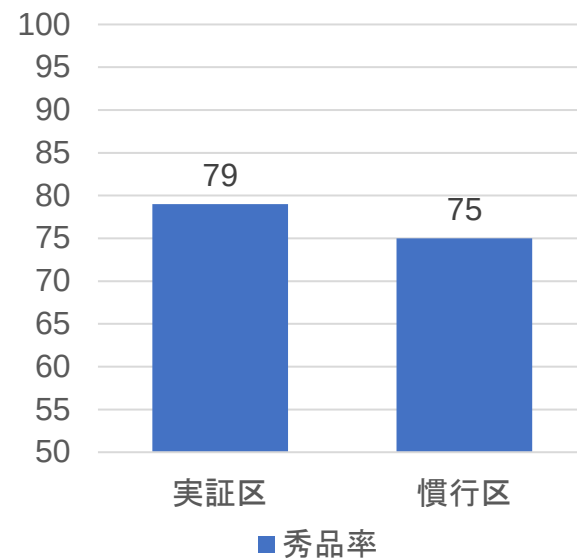
目標に対する達成状況（つづき）

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

- a) 実証区の平均秀品率は79%（慣行区75%）、目標a)を達成した。
・右図は秀品率向上に一部寄与した生育(葉色)モニタリング機器（マルチバンドカメラ）である。

実証・慣行区分ごと秀品率



マルチバンドカメラの圃場での設置の様子



マルチバンドカメラ

目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

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

b) 共同選果集出荷場の計量結束機1台当たりの人員を2名削減した。

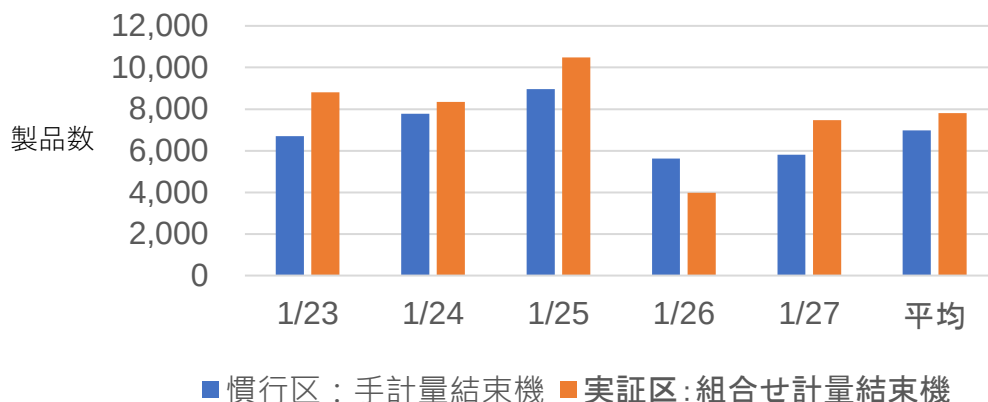
■ さらに追加目標を設定した。

- ① 最大33回/分の計量結束能力で継続稼働の検証
- ② 作業者へワークの投入量のガイド表示状態の改善
- ③ 計量データの収集により、歩留まり、稼働状況の分析

目標に対する達成状況

- 導入した計量結束装置により、
 - ・最大2名の作業員を削減した
 - ・計量精度の向上（歩留まりの向上）

追加目標含めて目標は達成した。



直近の処理能力の比較



実証区：組み合わせ計量結束機



慣行区：従来型手計量結束機

(実証項目別成果①) ねぎ博士の活用による搬入計画精度及び収益の向上

取組概要

- 月次要員計画や販売計画では、「1ヶ月前の収穫日予測」を参考に、搬入計画誤差の減少、出荷場の稼働率最適化が見込める。具体的には、ねぎ博士が予測する「収穫予定日」「出荷量」から生産者が出荷場持込量を予約(下図)
- 圃場設置センサデータから収穫日予測AIを作成し、収穫予定日(1か月前の収穫日予測)の精度向上を図った
- 精度は実際の収穫日とそこから1ヶ月遡った日でのAI予測日との差で評価
(使用機器) ねぎ博士、フラワーケア、草丈測定機器(アーキノート社製)
(実証面積) 慣行区: 13.5a、実証区: 13.5a

The screenshot displays the '出荷予定登録' (Shipping Plan Registration) screen. It features a table with columns for 'No.', '品種' (Variety), '圃場' (Field), '収穫予定日' (Predicted Harvest Date), and '出荷予定日' (Predicted Shipping Date). Three rows are visible, each representing a different variety and field. The predicted harvest dates are 2023/10/18, 2024/10/18, and 2024/10/17. The predicted shipping dates are 2024/11/18, 2024/11/18, and 2024/11/17. A red box highlights the predicted shipping dates. Below the table, there is a section for '出荷予定登録' (Shipping Plan Registration) with a table showing the predicted shipping dates for each variety and field. A red box highlights the predicted shipping dates in this table as well.

ねぎ博士における出荷予定日確認及び持込量予約

実証結果

- 収穫日予測AIは3種のモデルを作成。モデル3(草丈・ハウス内気温・過去の広域気温データ・播種日・収穫日のデータを利用。複数品種に対応)の精度が最良
- AIによる1か月後の収穫日予測の平均絶対誤差は、夏作で4.8日、冬作で22.0日と冬作で大きかった。冬作誤差が大きかった要因として、10,11月の日照時間が例年によりも長いことが考えられた。
- 結果として冬作の出荷日誤差が大きく、人員調整を含む稼働率の最適化には至らなかった。

残された課題と対応

- 冬作の収穫日予測向上に向け、より多くの冬作データの収集と、追加学習によるAIの改良
- 収穫日予測に効果ある草丈測定機器ではあるが設置すればコスト増。草丈測定機器なしでも収穫日予測可能となるようシステムの改良を引き続き実施予定

(令和5年度成果①)遠隔操作型多機能 UGVで運搬、散布、播種作業の効率化

取組概要

○散布専用UGV を改良

- ・らいクロ(量産型ハウス散布UGV(APEX JAPAN製))
- ・散布、運搬、播種作業時間の効率化
 - ・播種・散布アタッチメントを新たに製作
- ・1棟あたりの面積約 3～5aのハウスで45回試走
- ・慣行区:12a、実証区:12a



(実証1)ハウス1棟約0.3反



(実証2)ハウス1棟約0.5反



実証結果

慣行、UGV共作業員1人で作業を行った場合の計測

○散布結果 3aの1棟のハウスにおける作業完了までの数値データである。作業開始前の準備から慣行およびUGVの作業時間を計測した。慣行作業1人あたりの時間は22分49秒、UGV作業1人あたりの時間は11分11秒要した。したがって、散布作業時間の1/2削減を達成した。

○運搬結果 同じく3aのハウス作業における時間データである。収穫コンテナが合計58ケース並べられた状況で、慣行およびUGVの作業時間を計測した。慣行作業1人あたりの時間は42分29秒、UGV作業1人あたりの時間は21分58秒であった。1名による準備からの計測でも、運搬作業時間の1/2削減できた。

○播種結果 同じく3aのハウス内作業における時間データ。3a作業1人による1棟のハウスでの28条の播種。慣行作業では軽トラでの播種機の積み下ろし・運搬時間を含んだ播種時間を計測し58分26秒であった。UGVは保管庫から自走してハウスへ移動、播種作業を行い、時間は24分46秒であった。よって播種時間も1/2削減を達成した。

残された課題と対応

- ・小規模農家用にもう一回りコンパクトなミニUGVの要望
- ・車両他、運搬、播種、散布アタッチメントのコンパクト化も必要
- ・コンパクト化に向けての再開発(構造計算、設計)が必要

(実証項目別成果②) 計量結束機の使用による作業の効率化

取組概要

共同選果集出荷場の計量結束機1台当たりの人員を2名削減。**加えて、**

- ① 能力維持のため、機器のメンテナンスの実施。各部分の消耗度の確認、部品交換・調整の実施した。
- ② 作業者への安全対策：安全カバー、非常停止SWの取り付け等、ミス防止、緊急時対応した。
- ③ 計量データ（毎回）の収集 と データ収集ソフトの作成した。
 - ・データの内容：歩留まり、稼働時間、稼働率、作業人員数
(時間、期間を決めて、計測を行う)
- ④ 不良品の発生理由の仕分けを行った。
 - ・計量結束機での不良発生の場合、機器改善を行った。
(包装機での不良、曲がりネギでの不良を除外し、対策する)



01	101.8	16	102.0	31	105.1	46	101.1
02	101.8	17	101.0	32	105.0	47	102.0
03	102.1	18	103.2	33	102.6	48	102.6
04	101.6	19	104.8	34	105.9	49	101.3
05	102.8	20	101.8	35	102.0	50	103.6
06	101.2	21	101.3	36	102.6	計測時間 24年 1月18日 15:41	
07	101.5	22	101.9	37	101.0	現在時刻 24年 1月19日 10:05	
08	101.6	23	103.6	38	101.7	総重量 212.5 Kg	
09	101.3	24	104.1	39	105.2	総個数 2068	
10	101.6	25	101.1	40	103.0	小計 平均値 102.5	
11	101.8	26	106.0	41	105.8	最大値 105.3	
12	101.3	27	102.1	42	101.1	最小値 101.0	
13	102.8	28	101.0	43	101.8	RANGE 5.3	
14	102.5	29	101.1	44	101.8	計測ボタン	
15	101.2	30	102.2	45	106.3	戻る	

計量データ



作業風景



能力維持のためのガイド設置



非常停止SW

(実証項目別成果②) 計量結束機の使用による作業の効率化

実証結果

共同選果集出荷場の計量結束機1台当たりの人員を2名削減を達成した。

加えて、

- ① メンテナンス実施者へ、機器のメンテナンスポイントを指導した。
 - ・各部分の正常な状態を記録依頼(状況把握)
 - ・消耗度合の確認と、部品交換、調整方法を指導
 - ② 作業者への安全対策を指導した。
 - ・安全カバー、非常停止SW取り付け
 - ③ 計量データ(毎回)の収集とデータ収集ソフトの作成及び解析の実施した。
 - ④ 不良品の理由の仕分け行った(計量結束機での不良)
 - ・結束不良(ゴムひもが緩い、根切り)
 - ・計量不良(絡み、つまり、供給の過不足)
 - 上記に対し、各部分の調整、改造、部品追加を実施
 - 不良品率、約10%の低減(昨年度比較)
- ※包装机での噛み込み、シール不良、印字不良は除外



残された課題と対応

- ・ネギの曲がり、特に根部分の形状が、不良を誘発させる大きな要因であることが判明した。
- ・まっすぐなねぎの育成、根の処理(短くする)が計量結束作業の効率化に大きく貢献する。

(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	営農管理	営農管理システム	・機械学習依存の方式 データ量・データ種類から多大な影響 ・異常気象下での過度な推定値の回避
2	播種・散布・収穫(運搬)	多機能UGV	・大型農家向けの大幅な労力削減 産地農家大半の小規模農家には不向きなサイズ ・作業時間が多少増加しても、小型・軽量化への期待
3	計量結束	計量結束機	・機械処理困難な形状のねぎ 機械性能には限界. 機械と人手で効率化のバランスを取り全体で効率化させる方が現実的

(2) その他

- ・農家への的確な栽培支援、品質管理、出荷日予測の精度が高まれば、データに裏付けされた生産ノウハウの蓄積、有利販売展開が可能である。
- ・集出荷場や農業機械との総合的なデータ連携の実施で、営農管理システムは、高効率、高収入の農業事業の核となる道筋が明らかになった。

<実証全体について>

JAおおいた東部営農経済センター 営農部 園芸課 味一ねぎ武蔵

E-mail: daiyu.ueda@ma.jaoita.jp TEL: 0978-68-0994

<営農管理システム「ねぎ博士」について>

株式会社オーイーシー DXビジネスプロデュース部 長野

E-mail: business@oec.co.jp TEL: 097-537-9561

<多機能 UGV について>

APEX JAPAN株式会社

E-mail: <https://apex-j.com/contact/> TEL:097-523-1515

<組み合わせ計量機について>

株式会社イシダ 大阪支店 西日本広域営業課 山口

E-mail: m_yamagu@ishida.co.jp

TEL:06-6310-9282 FAX:06-6310-9287

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/>