

先端技術の導入による計画的安定出荷に対応した露地小ギク大規模生産体系の実証 園芸メガ団地共同利用組合（秋田県男鹿市）

背景及び取組概要

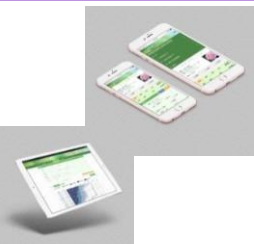
＜実証面積： 6.6 ha＞ ＜実証品目：小ギク＞

- 大規模生産化が進む小ギクの露地生産において、需要期安定出荷による生産拡大、省力化を目指し、
 - ① 小ギクの栽培において、自動直進機能付きうね内部分施用機、キク用半自動乗用移植機、小ギク一斉収穫機、切り花調整ロボットのスマート農業技術を導入し、総労働時間を省力化。
 - ② 耐候性赤色LED電球を用いた小ギク電照栽培により開花を調節し、計画的な需要期安定出荷を実現。
 - ③ 出荷量の早期把握のための計画生産出荷管理システム、市場への輸送や冷蔵保管中の品質低下抑制のための鮮度保持技術を導入し市場競争力の向上をめざす。

導入技術

ICT計画生産 出荷システム

- ・精度の高い出荷計画の早期把握



自動直進機能 付きうね内部分 施用機

- ・経験に問わず畝精度の向上
- ・減肥栽培による低コスト化



キク用半自動 乗用移植機

- ・手植えで行っていた定植作業の機械化による作業時間の削減



- ・赤色LED電球
- ・電照モニタリングシステム
- ・電照を用いた開花調節による需要期出荷率向上



キク一斉収穫 機

- ・1本1本収穫をしていた作業の機械化による作業時間の削減



切り花調整 ロボット

- ・各工程ごとに行っていた作業の一元化による作業時間の削減



鮮度保持

- ・市場への輸送中の品質低下対策
- ・収穫後保管方法の検討



経営管理

耕起・
施肥

定植

栽培
管理

収穫

出荷
調整

鮮度
保持

目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

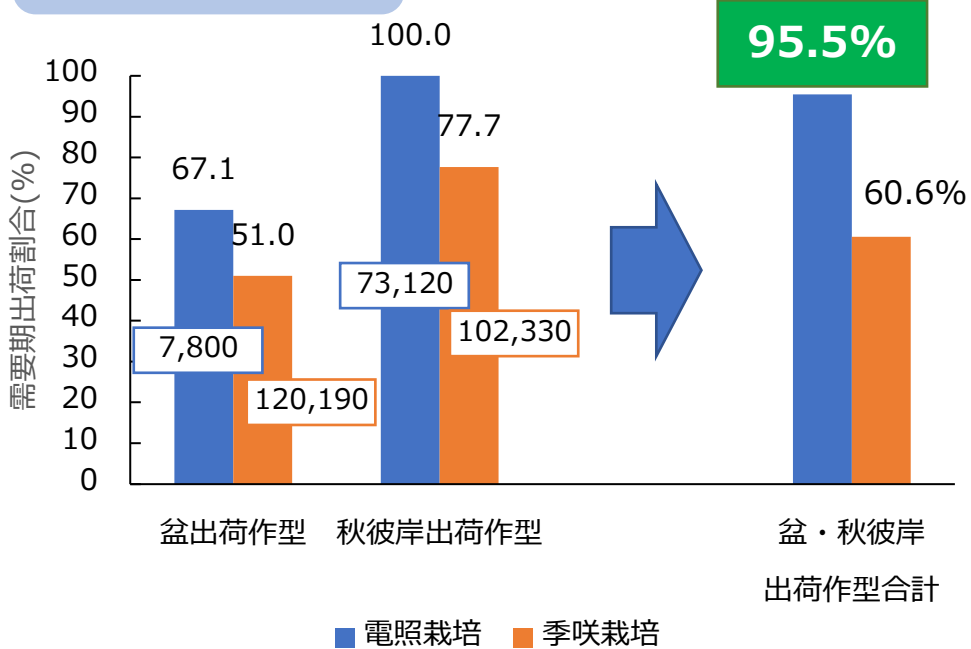
- 電照導入による小ギクの需要期出荷率 9割
- 露地小ギクの作業労働時間 3割削減

達成状況

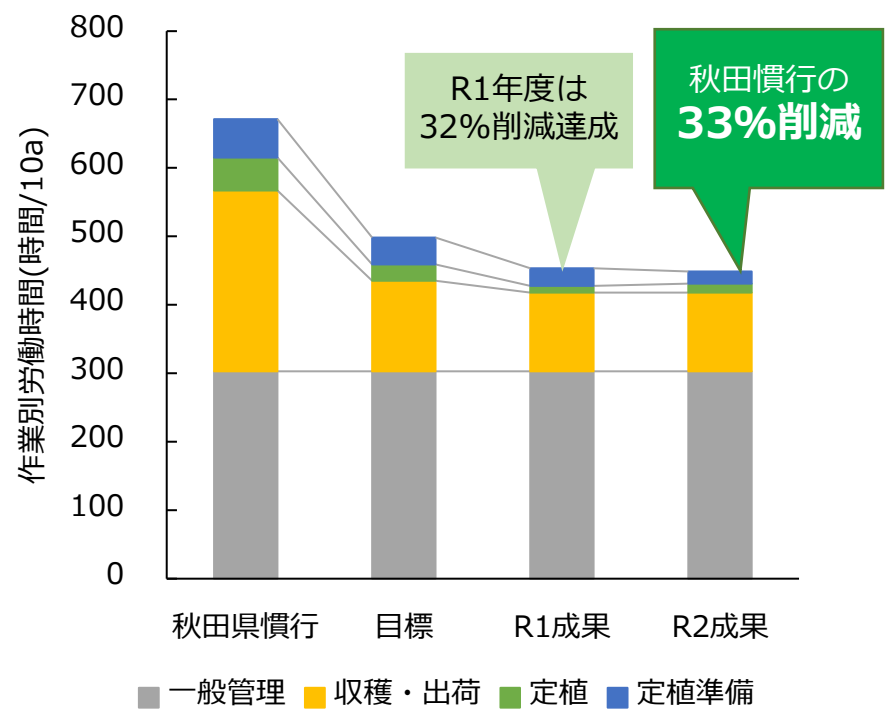
- 電照栽培の導入により需要期における出荷率96%！
- スマート農業技術(自動直進機能付きうね内部分施用機、半自動乗用移植機、収穫機、切り花調整ロボット)の導入により、10a当たりの総労働時間は33%削減



需要期出荷率



作業労働時間



注) グラフ中の四角で囲まれた数字は需要期出荷本数を示す

● 需要期は、盆7/27~8/5、秋彼岸9/1~9/16として算出

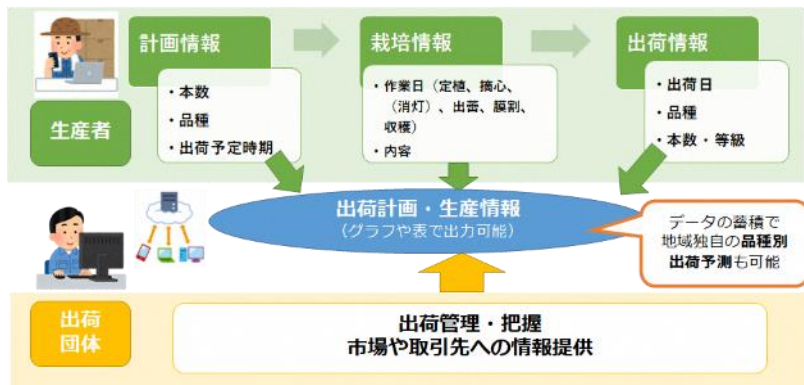
(成果①) ICT計画生産出荷システムによる色・品種別出荷計画の早期把握

取組概要

○ 計画生産・出荷管理システムは、各生産者が栽培計画や植え付け実績を入力することで、出荷計画を集計できるシステムである。本システムによる栽培及び販売上のメリットについて実証する。

●実証システム

計画生産・出荷管理システム（試作品）
((株)インテック)



実証結果

- 実証地における作付計画・植え付け実績を入力し、予定出荷量の**出荷計画（品種別、花色別、生産者別、期間別）を確認**できるようになった(図1)。
- 地域の品種別の開花時期データを登録してシステムを稼働させ、令和2年度の実績と比較したところ、全体的に正確性は高く、特に電照栽培で高かった。
→ 予約相対契約に有利
- 慣行の出荷計画の作成では、生産者にFAXで送付してもらった植え付け実績を元にJAで入力・計算するために表1に示した作業時間が必要とされた。本システムを用いて生産者が入力することで、JAによる出荷計画取りまとめにかかる総作業時間は、生産者一人当たり47.5分の削減が見込めた。

図1 出荷計画出力状況



表1 慣行の方法によるJAにおける**生産者1人あたり**の出荷計画取りまとめ時間

内容	受付・入力時間(分/人)	回数(回/年)	作業時間(分)	総作業時間(分)
収穫見込み数量	10	3	30	47.5
出荷数量の把握	0.5	35	17.5	

○ 残された課題と対応

- ・ システムを導入する際は生産者単位ではなく出荷組織単位で行うことで優位性が高まるため、**出荷組織へのPR**を進める必要がある
- ・ **生産者への入力の動機付け**
- ・ 出荷計画が算出されときの栽培日数は、あくまでも地域の平年値。気象により左右されることが多いことを考えると、本年の**気象を踏まえて出す開花予測**なども必要

(成果②) 自動直進機能付きうね内部分施用機による耕起・施肥作業の効率化

取組概要

○ 自動直進機能付きうね内部分施用機を用いて、作業時間および畝の精度を調査し、実証機の実用性を明らかにする。

●実証機

実証機 トラクター RTS23QCY(井関農機(株))
うね内部分施用機「エコうねませ君」
自動操舵装置 X25((株)TOPCON)
慣行機 有人トラクタ GK13((株)クボタ)



実証結果

- 作業時間は、畝作り開始前の印付けや畝作り作業の省力化により、慣行機と比較して**54%の作業時間が節約**された(図1)。
- 本実証機になれていない初心者は**取り回し部分で時間がかかった**が、何回か作業をすることで短縮された(表1)。
- 精度は畝幅の設定値との差が±6.5cm内に納まり、**熟練者の慣行機での差と同等**だった(表2)。
- 部分施用の効果で**施肥量を30%削減**できた

図1 作業時間比較

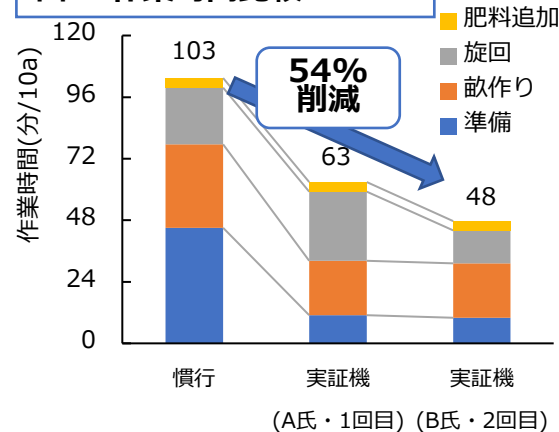


表2 畝の精度について

試験区	平均値 (cm)	最大値 (cm)	標準偏差
慣行	2.8	9.3	3.2
実証機	2.4	6.5	3.1

注：畝の長編距離5mおきに基準線からの距離を測定し、設定値とのズレを示している

表1 作業時間の慣行比

	準備	畝作り	旋回	肥料追加	全体
A氏・1回目	0.24	0.65	1.23	1.00	0.61
B氏・2回目	0.22	0.65	0.57	1.00	0.46

○ 残された課題と対応

- ・利用効率の向上方法の検討 (他品目への利用も検討)

(成果③) キク用半自動乗用移植機による定植作業の効率化

取組概要

- 栽植密度を高めるために改良した改良版移植機を用いて作業時間、作業性および精度を調査し、実証機の有用性を明らかにする。

●実証機

半自動乗用移植機
「ナウエルナナ」改良機(井関農機)



実証結果

- 作業時間は、手植えと比較した場合**7割削減** (図1)。
- R1年の実証機から、株間をより小さくできるようにギアの変更をしたところ、改良前のR1年度と比較して作業時間は**1.5倍かかるようになった**が、この改良により、機械への負荷が減ることでトラブルが減少し、**安定して稼働**。
- 株の植え付け精度は、R1年と同様**設定された株間±1cm以内に移植できる割合が80%**で植え付け可能 (図2)。しかし、畝間の通路の土壌条件(粘土質や雨天後など)によってはスリップをして、設定値よりも株間が小さくなる可能性があるため、使用時にはスリップを考慮に入れた設定値にするなどの微調整が必要。

図1 作業時間比較

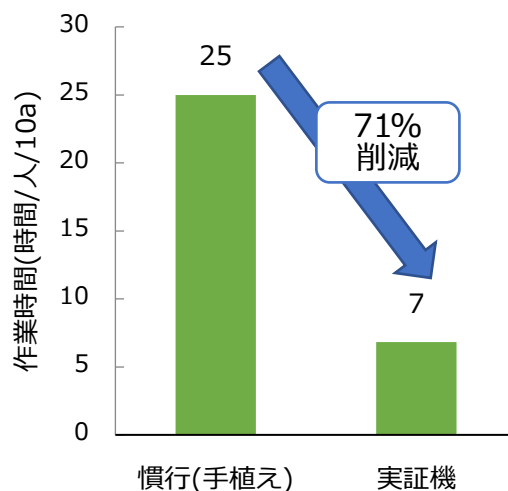
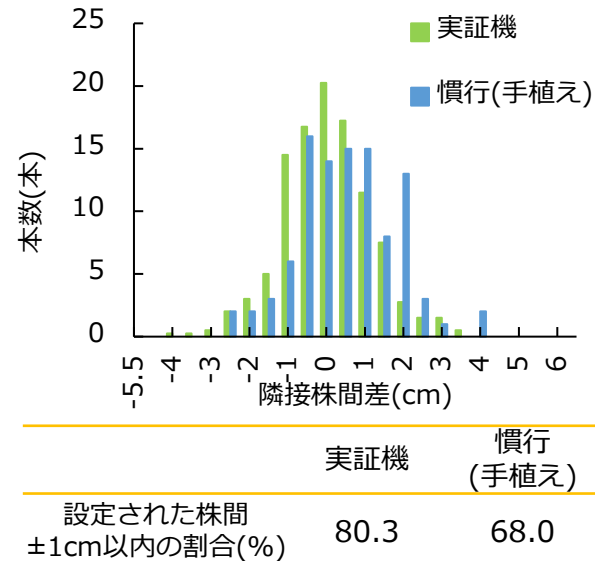


図2 作業精度比較



○ 残された課題と対応

- ・ 利用効率の向上方法の検討 (他品目への利用も検討)

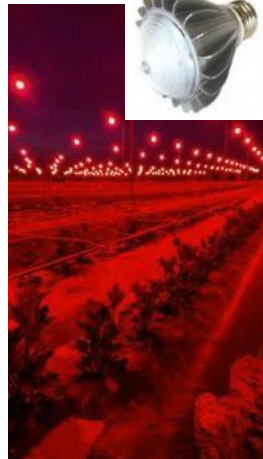
(成果④) 赤色LED電球による開花調節技術確立

取組概要

- 耐候性赤色LED電球による電照栽培を行い、8月出荷作型および9月出荷作型において需要期出荷率9割を目指す。そのために①8月出荷作型では安定出荷が可能な**品種の選定**、②9月出荷作型では計画生産のための**選抜品種の特性**を把握する。
- 電照モニタリングシステムの導入による電照の点灯チェックに係る見回り時間の削減を目指す。

●実証資材

耐候性赤色LED電球 ((株)エルム)
電照モニタリングシステム ((株)エルム)



実証結果

- 8月出荷作型については、新規導入品種は順調に開花し、電照を用いて開花調整可能な**有望品種が明らか**になった(図1)。
- 9月出荷作型については、4回に分けて消灯を行い、**計画通りに100%需要期内での分散出荷**をすることができた(図2)。開花期幅も5日以内と非常に開花揃いがよかった。
- 定植～消灯までの日数(栄養成長期間)が長くなることで脇芽が増加し(図3)、機械適性が悪化するため、**栄養成長期間は45日～53日**に納める必要がある。
- 一方、電照モニタリングシステムは順調に稼働し、**点灯チェックの回数が減少**した。

図3 栄養成長期間の長さが品種へ与える影響



図1 8月出荷作型の消灯日と平均開花日の関係(赤枠は需要期を示す)

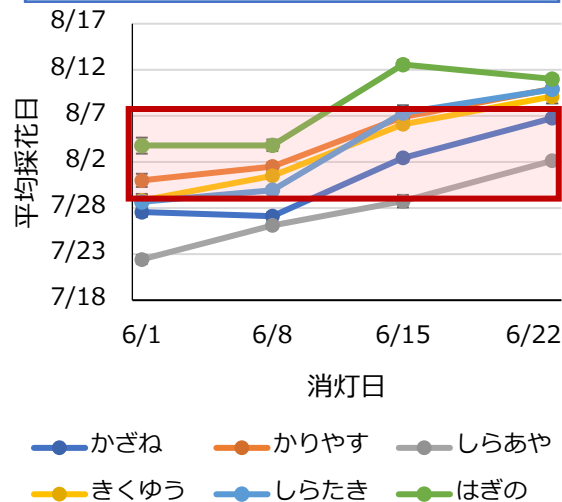
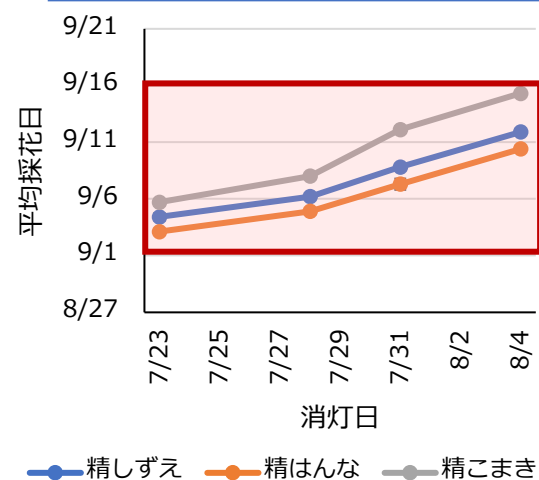


図2 9月出荷作型の消灯日と平均開花日の関係(赤枠は需要期を示す)



○ 残された課題と対応

- ・電照可能で機械適性のある品種の選抜
- ・選抜品種の特性把握

(成果⑤) キク一斉収穫機による収穫作業の効率化

取組概要

- キク用一斉収穫機を用いて、実証者による作業時間を調査し、実証機の有用性を明らかにする。

● 実証機

小ギク一斉収穫機（試作機）
((株)みのる産業)



実証内容

- 9月出荷作型の電照栽培ほ場は、非常に開花揃いがよかったため、ほとんどを機械で収穫することができた。
- 収穫機（予め1～2回手作業による採花済み）を用いた結果、**作業時間は慣行の手収穫の41%削減**できた(図1)。
- 実証機を用いることで、収穫と同時にフラワーネットや支柱も撤去されるため、**収穫後の片付け時間の削減**にもつながる（軽トラがほ場には入れるようになるため収穫物の回収や後作準備も楽になる）。
- 実証機利用による収穫物に対するロスも小さく(図2)、計画本数に対しての**ロス率は1%程度**だった。
- 収穫後の調整が間に合わなくなる可能性があるため、**導入のためには「切り花調整ロボット」や冷蔵庫**を保有している必要がある。

図1 作業時間

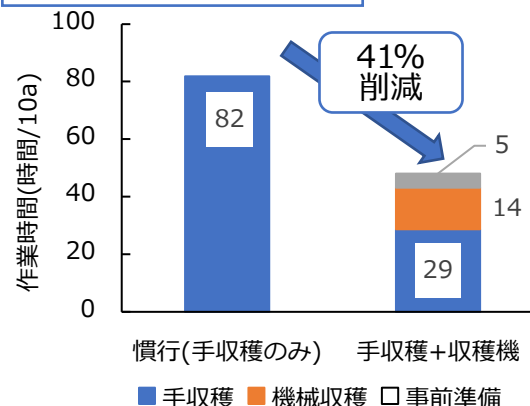
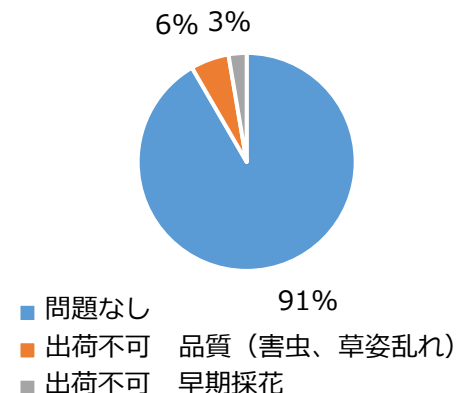


図2 収穫物内訳



○ 残された課題と対応

- ・ 本機は試作機のためレンタル対応をしていたが、実用性が高く、実証者からの導入希望が強いことから、メーカーへの市販化要望を提出し、R4年度市販化

(成果⑥) 切り花調整ロボットによる出荷調整作業の効率化

取組概要

○作業工程ごとにそれぞれ行っていた調整作業を一度に行える切り花調整ロボットを用いて、実証者による作業時間を調査し、実証機の有用性を明らかにする。今まで人の感覚で行っていた規格分けも重量で行えるために、揃いが良くなる効果もある。

●実証機

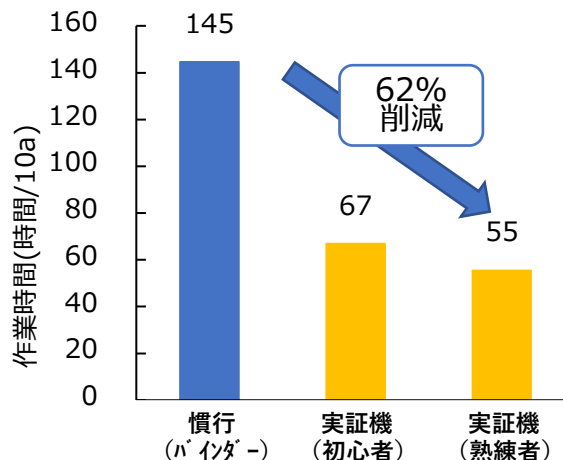
切り花調整ロボット ((有)今村機械)



実証内容

- 作業時間は現地慣行のフラワーバインダーを用いる方法と比較すると、**熟練者は62%、初心者でも54%削減**できた (図1)。
- キク生産初心者でも利用可能で、熟練者とほとんど同様の時間で規格揃いよく調整することができた。
- 2年目はさらに切り花調整ロボットの再調整を行ったが、**全ての小ギク品種への対応は難しい**と考えられた。そこで、品種側からロボットへの適性について比較したところ、現地導入品種の48%では利用可能と判断した。
- 「品種を限定して利用する」、「ほ場内で下葉を除去する」などの対応を行うことで、順調に稼働させることができた。

図1 作業時間



●口入発生要因

- ・脇枝が多い
- ・茎が固い
- ・葉がとれにくい

適応性有



適応性低



○ 残された課題と対応

- ・効率的利用方法の確立
 - 機械適性での品種選定の推進・栽培管理による利用率向上
 - 機械のシェアリングによる共同選花体制の整備の提案

(成果⑦) 鮮度保持技術の開発・実証

取組概要

- 出荷輸送中の品質劣化、特に葉の黄化を抑制し、出荷後の廃棄の減少のための鮮度保持剤の利用方法の検討。
- 収穫後の保管が可能となれば、収穫・出荷作業の分散化と需要期出荷量増加の可能性がある。そこで、2週間を目標として保管できる技術の確立を目指す。

●実証資材

鮮度保持剤 STS剤「K-20C」
被覆資材 フレッシュライナー
(クリザール・ジャパン(株))



実証結果

- 8月出荷作型において、鮮度保持剤処理および被覆資材を用い、2週間冷蔵保管を行う実証試験を行った。保管は実需者にあたる花き仲卸業者にしてもらい、その後評価をしてもらった。
- 鮮度保持処理を行い、被覆資材を用いることで、冷蔵保管2週間後でもしおれや黄化の発生などの品質の低下は少なく、十分販売可能との評価を得た。

前処理



一晩
STS剤
吸液処理

梱包

慣行



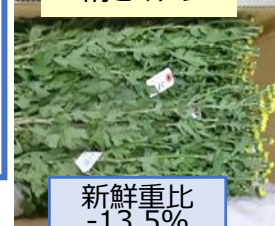
フレッシュライナー



冷蔵保管 5℃ 2週間後

結果

‘精きくゆう’



新鮮重比
-13.5%

慣行

フレッシュライナー



新鮮重比
-1.3%

○ 残された課題と対応

- ・資材コストがかかるため、早期に開花した場合のみに制限する
- ・需要期出荷の安定化の可能性がでてきた一方で、「鮮度」を重視する実需者に対しては、「保管」は悪印象となり、産地の評価を落とす可能性もあり得るため、**導入に向けては市場や実需者との情報共有・共通理解**が必要

実証を通じて生じた課題①

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

項目番号	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	栽培・管理	計画生産出荷管理システム	現在のシステムは、登録されている到花日数のデータから算出された出荷予測である。しかし、実際は気象変動により出荷が不安定になることから、 気象データに基づいて出荷予測が変動 するようにすることでより精度が上がると考えられる。
2	耕起・畝立て	自動直進機能付きうね内部分施用機	本実証機に入っているGPSシステムには利用料を支払う必要があるが、年間契約しかないと、本県のように耕起ができる期間が限られる場合はコスト高となる。そのため、 利用する月だけ払えるような月額システム にしてほしい。
3	移植	キク用半自動乗用移植機	土壌条件により、株間の設定値と実際値がズレることがあるため、通路の 土壌条件に左右されにくい構造 (タイヤ、モーター等)にする必要がある。
4	出荷調整	切り花調整ロボット	小ギクの品種によって、本実証機を通すことで折れたり、十分に調整できず、ロスが多く発生することがある。小ギク品種は多数あることから、1つの型で全てに対応することは困難だと考えられることから、抑えの強弱など容易に調整できるような仕組みなど、 より汎用性を高める構造 が必要である。

2. その他

◆ 空中から蕾径や開花程度の判定が可能な画像解析が可能なドローンとシステム

小ギクは頂花の蕾径を測定することでおよその開花予測が可能であり、出荷予測が迅速にできるようになる可能性がある。また、開花程度を容易に判定できれば作業日程も組みやすくなる。生産規模が拡大すると、ほ場を回るだけで時間がかかる。そこで、**ドローンで撮影した画像で蕾径や開花程度を把握**できると省力化および出荷計画の迅速把握による安定取引につながる可能性がある。

問い合わせ先

○ 問い合わせ先..

秋田県農業試験場 野菜・花き部 (Tel : 018-881-3330、e-mail : akomachi@mail2.pref.akita.jp)

秋田県農林水産部 園芸振興課 (Tel : 018-860-1804)

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/>