

カボチャのスマート栽培・収穫の実証

(株)小坂農園（北海道むかわ町）

背景及び取組概要

＜経営概要 33ha（水稻15ha、カボチャ10ha、ブロッコリー8ha）うち実証面積 カボチャ10ha＞

○ 機械化が進んでいないカボチャの栽培に、作業負担の軽減や収量向上を目的としてスマート技術を導入することで、国内生産量の維持に貢献する。

- ① 苗自動灌水装置と無人トラクタを導入して、育苗や耕うんの作業時間を縮減する。
- ② ドローンによる農薬散布と画像診断に基づく追肥により、収量向上を図る。
- ③ 収穫作業等の負担を軽減するための収穫支援機を試作する。

導入技術



苗自動灌水

・スマホで遠隔操作可能で、灌水開始終了時の立会い不要



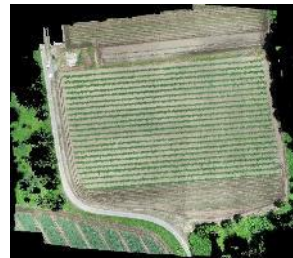
無人トラクタ

・有人機との協調作業により、耕起・播種作業時間を効率化



生育センシング

・ドローン画像で生育判定を行い、部分追肥を実施



ドローン防除

・令和3年度からうどんこ病とつる枯病両方に有効な剤が使用可



収穫支援機

・ピッカー、リフト、鉄コンテナ運搬車の組合せ



育苗管理

耕起・施肥

生育
モニタリング

防除

収穫

実証課題の達成目標

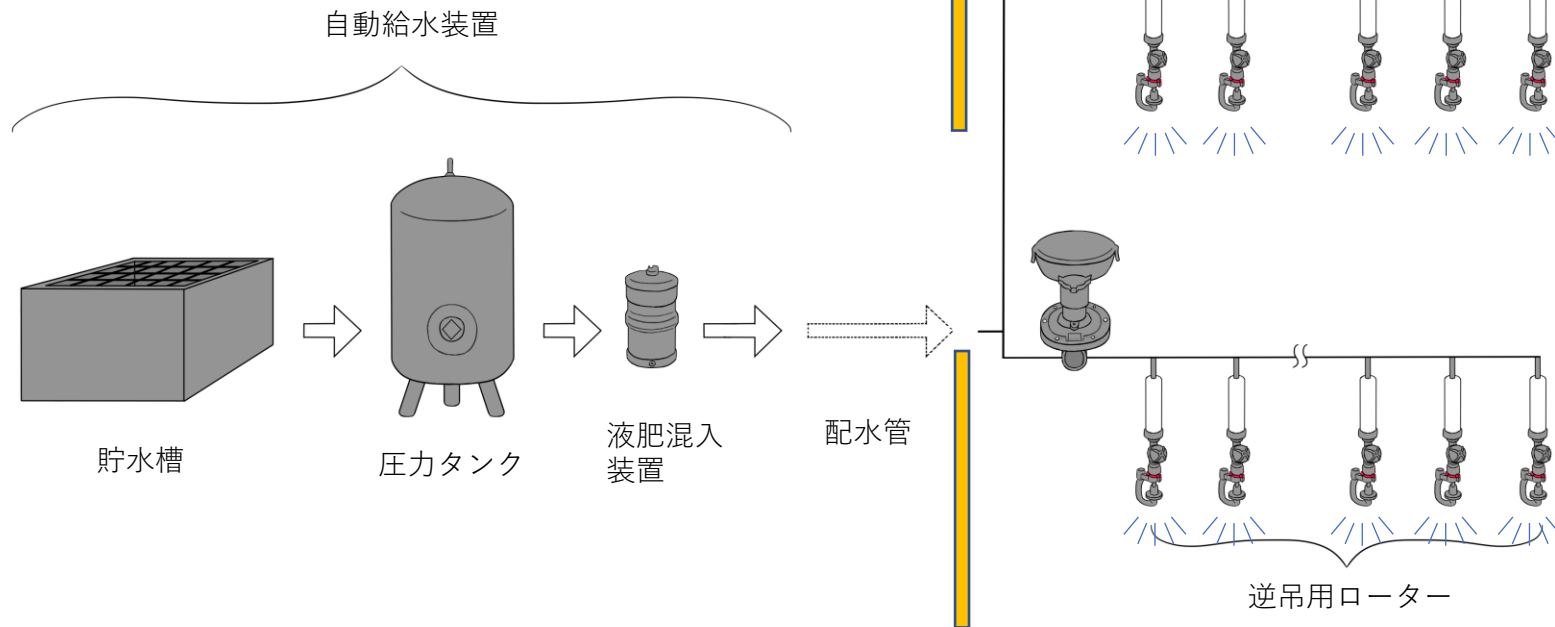
- 1) 北海道では作期幅が短く、春作業が逼迫している。そのため、育苗管理の時間を半減させる。
- 2) 無人トラクタ1台と自動操舵装置を後付けした既存のトラクタ1台を用いて、耕うん作業時間を30%削減。
- 3) ドローンによる防除と画像診断による部分追肥では、慣行の防除無・追肥無に対して、収量を10%向上させる。
- 4) カボチャの収穫は「持ち上げから鉄コンテナへ収納」の作業時間を慣行と比べ10%削減する。
- 5) カボチャ栽培に係る労働時間の大幅削減と収量向上に加え、余剰労働力を青果用ブロッコリー栽培に投入し、それらの売上げ増によって、スマート化による経費増を吸収し、さらに経営体の収益向上を図る。

各研究項目の現在の達成状況

- 1) 育苗管理にかかる作業時間を、慣行の手まき灌水と比較して、自動灌水装置の導入により、**90%以上削減**。
- 2) 有人－無人トラクタ協調作業による耕うんでは、1～1.6haの変形圃場において**29～36%の作業時間を削減**。
- 3) 画像診断による生育不良箇所を判定する手法を開発（特許出願中）、生育不良個所にドローンによる部分追肥を実施。部分追肥箇所の**良果収量は平均で27.7%増加**。
- 4) 収穫作業に要する人員は収穫支援機の導入により、**慣行の5人組作業に対し、4人組作業が可能**となった。ただし、単位面積あたりの作業時間は1.15倍となった。一方、**作業姿勢の要改善度が約50%→10%**となり、作業負担が大幅に軽減。
- 5) 経営評価では、カボチャに本格的にスマート技術を導入した2年目に、**単価が高い早期出荷量増もあり、機械費を大幅に上回る純利益**が得られた。特に、自動かん水装置の導入はブロッコリーの栽培面積拡大につながり、1年目の約3.6haから2年目に約7.9haへと増加した。様々な要因のため、カボチャ栽培へのスマート農機導入がブロッコリーの面積の増加に寄与した割合を実証的に明示することはできなかった。

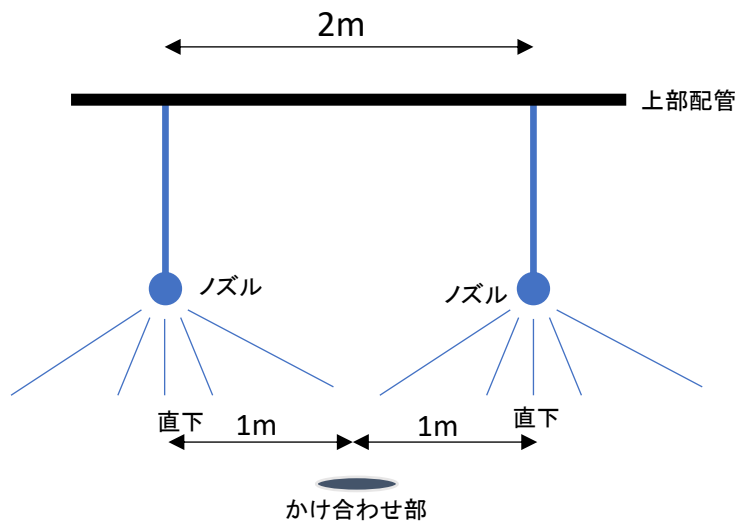
取組概要（導入した灌水装置）

電磁弁は乾電池式で設置に電気工事が不要。
灌水開始時刻と灌水時間をスマホで設定できる。
温室の棟毎および温室内区画毎に灌水設定ができる。



圧力タンクの設置により灌水時の水栓の開け閉め作業が不要となる。
400m²ハウス1棟に要した費用は約290万円(工事費・消費税込)で、複数の棟を1台の圧力タンクで灌水可能なため、1棟あたりの整備費はさらに低減できる。

実証結果



苗自動灌水装置のノズル直下とかけ合わせ部の散水量、カボチャ幼苗の生育を比較した。
かけ合わせ部で散水量はやや少ないが有意差はなく生育もほとんど同じであった。

表 自動灌水装置ノズル位置と散水量、カボチャ幼苗の生育について

	ノズル直下	かけ合わせ部
散水量 (L/m ² /hr)	12.0 ±2.3	9.8 ±1.8
葉幅 (cm)	4.69 ±0.12	4.62 ±0.16
葉長 (cm)	3.98 ±0.09	3.89 ±0.13
胚軸長 (cm)	1.91 ±0.05	1.93 ±0.05



フィールドカメラ

フィールドカメラ（写真）を用いてハウス内の育苗期間中の灌水作業時間と状況確認回数を調査した。

表 手まきと自動灌水の灌水作業時間とハウス内状況確認回数

	作業時間 (分/日)	作業時間 × 人数 (分/日)	1日当たり ハウス内 確認回数*
手まき灌水	25.6	26.4	9.2
自動灌水	2.0	3.3	1.2

* 苗・灌水装置動作の確認、ハウス内見回り確認等

手まき灌水と比較して自動灌水での作業時間およびハウス内状況確認回数はいずれも**90%以上削減**。

実証内容

耕うん作業時間を30%削減するため、無人トラクタは耕うん幅設定により2600mm幅を空けながら2800mm幅で耕起し、その未耕起部分を有人トラクタが耕うんする経路とした(左図)。トラクタの経路は圃場内で最大となる矩形に設定した(右図)。

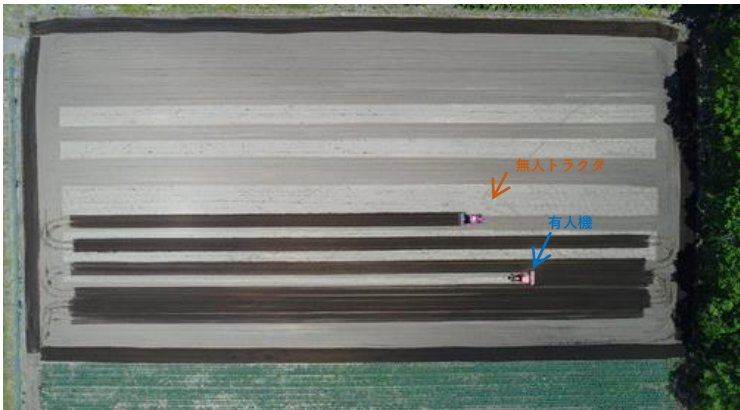


図 ロータリ同時耕うん作業

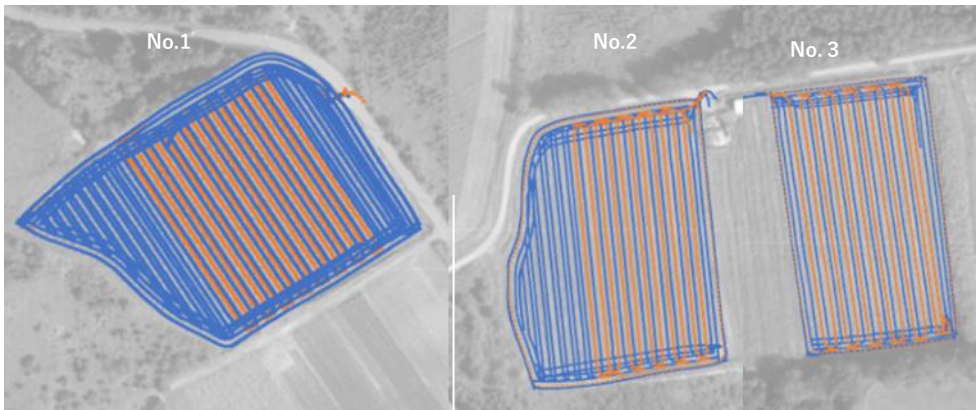


図 作業軌跡
(茶; 無人トラクタ、青; 有人トラクタ)

実証結果

- ・有人機は無人トラクタを監視しながら1行程おきの未耕起部分を耕うん可能であった。
- ・無人トラクタは往復行程のみ耕うん作業した後、圃場端で待機、その間に有人機は枕地・外周を3往復を耕うんした。
- ・有人トラクタは最初に最外周を耕うんした後に往復行程に移行するため、隣接耕での接触の恐れはない。

表 作業時間および耕うん作業との比較

圃場No.	圃場面積 [ha]	作業時間[h]		作業能率 [h/ha]	作業時間比 (協調/従来)
		有人機	無人機		
1	1.6	1.77	0.90	1.28	0.64
2	1.2	1.27	0.78	1.20	0.70
3	1.0	1.06	0.71	1.19	0.71

有人-無人トラクタ協調作業で作業時間約29～36%削減可能

取組概要

- ドローンで撮影した画像（左図）から、カボチャの生育不良箇所を色分けして示す（右図）プログラムを開発した（特許出願中）。

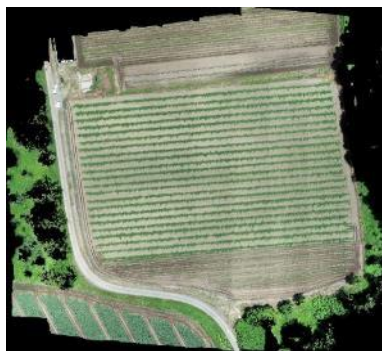


図 ドローンで撮影したカボチャ圃場

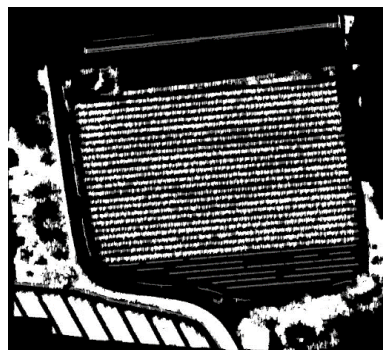


図 カボチャ群落の生育の優劣を色分けした結果
（白：生育旺盛、黒：生育不良）



実証圃場でドローン（XAG JAPAN P-30）による硫安追肥を実施

実証結果

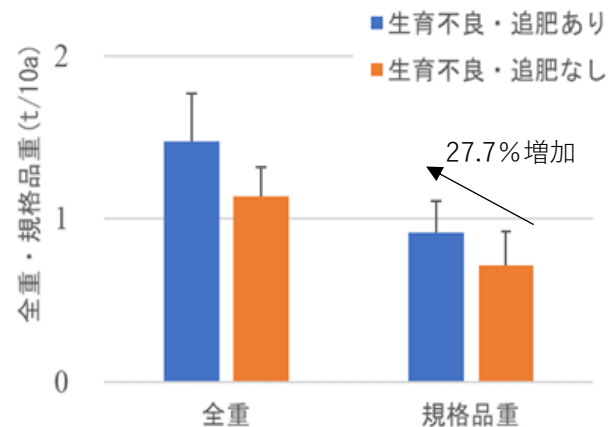


図3 部分追肥による全重、規格品重の変化

生育不良個所に窒素3kg/10a相当の硫安を追肥した結果、追肥無の個体と比べ良果収量が平均27.7%増加（図3）。

取組概要

歩行型タマネギピッカーをベースとした収穫支援機の試作
ピッカーは、ヤンマータマネギピッカー（HP90T）
伴走運搬車は、アテックス高床作業車（XGH600E）を
ベース機として改造（写真）。



実証結果

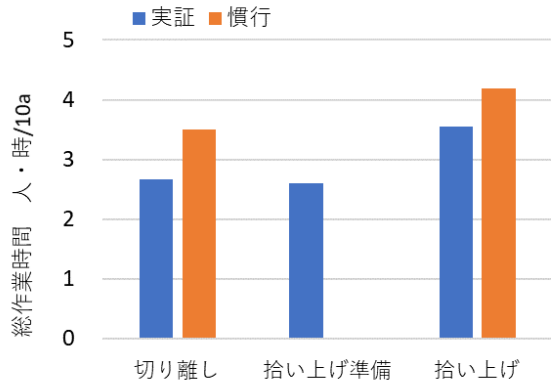
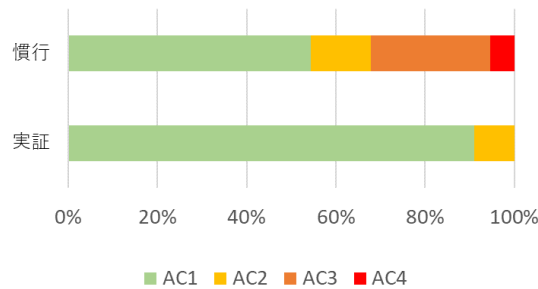


図 収穫作業時間の比較

実証区の総作業時間は慣行の1.15倍となるが
慣行では5名が必要となる作業を4名で行うこと
が可能に



AC1: 改善の必要なし
AC2以上: 改善の必要あり
改善要求度:
AC2 近いうちに改善
AC3 早期に改善
AC4 直ちに改善

図 果実の鉄コンテナ収納作業の作業姿勢の負担評価

果実を拾い上げて鉄コンテナ収納する作業において
負担軽減が可能に（OWAS法での評価）

実証を通じて生じた課題

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 (型式等)	技術的な課題
1	育苗	自動灌水装置	特に無し
2	耕うん	ロボットトラクタ 自動操舵装置	特に無し
3	農薬散布と追肥	散布用ドローン	タンク容量は大きいが満載で離陸すると飛行時間が短くなるため、バッテリーの強化が望まれる。部分追肥の処方箋マップ作成と、マップに連動した追肥作業が容易に実施できる国産ドローンが必要となる。
4	収穫	収穫支援機	拾い上げ時の果実への傷つきを抑制するためには、ピッカーの搬送部分の根本的改造が必要。機械メーカーとの連携が不可欠。
5	経営評価		特に無し

○ 実証課題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

① コンソーシアムに参画している胆振農業改良普及センター東胆振支所が、北海道の道内普及組織間会議やイベント等のネットワークを活用し、野菜苗全般に利用可能であり、工事や運用に高度な技術を必要としない苗自動灌水装置から、普及の横展開を図る。

② 生育診断法については、栽培面積が全国合計約15千haのカボチャだけでなく、同じ蔓性のスイカ(全国栽培面積9千ha)でも適用の可能性もある。特許を持つ農研機構において国内ドローンを用いて部分散布を容易に行う技術の道筋をつけてから、サービスを提供する事業者を探す。

③ 進行管理役が北農研事業化推進室と連携して、カボチャ研究会等の各種イベントにおいて、成果の広報・普及活動を行う。

④ 実証経営体の業務に支障が無い範囲で視察を受け入れる。

問い合わせ先

細山隆夫、農研機構北海道農業研究センター寒地野菜水田作研究領域、011-857-9308、
hosoyama.takao257@naro.go.jp

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/>