

【土3A1り】 高収益作物普及をめざした5Gスマートトラクターおよびドローン画像認識技術による中山間地超省力化・リモート化推進実証

◎リモート化、○地域農業

(有)木樋桃源ファームほか(北海道津別町)

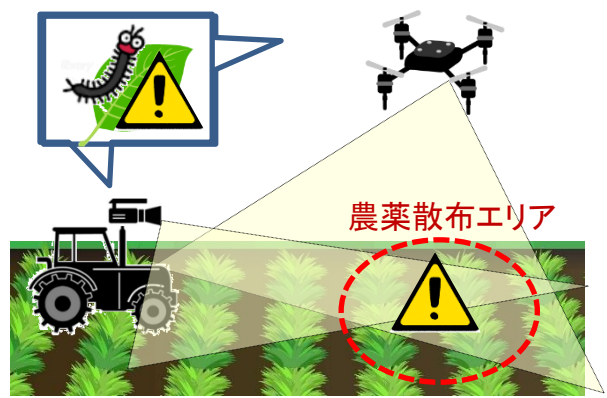
背景及び取組概要

<実証面積:14.66ha> <実証品目:てん菜(13.86ha)・有機玉ねぎ(0.8ha)>

中山間地域は農地集約化が困難であり、大型機械を活用した効率的栽培に課題がある。加えて、傾斜地や山間部の影響を受けて農機自動操舵精度が落ちるため、スマート農機の普及が遅れ、人手作業の依存度が高い。生産者の経営改善のために、高収益作物(有機玉ねぎやてん菜)栽培におけるリモート化・超省力化を推し進め、中山間地における「新しい生活様式」への対応、ひいては中山間地農業の所得向上をめざす。

導入技術

①ドローンおよびトラクター映像によるテンサイ褐斑病害検知システムの確立



ドローンおよびトラクター映像による画像センシング

- ・点在する農地に発生するテンサイ褐斑病の病斑を、ドローンおよびトラクターによる撮影映像より、AIを用いて検知。
- ・病害発生箇所を特定して部分散布することにより、全面散布に比べて農薬コストを削減。防除回数減少も併せて検討。

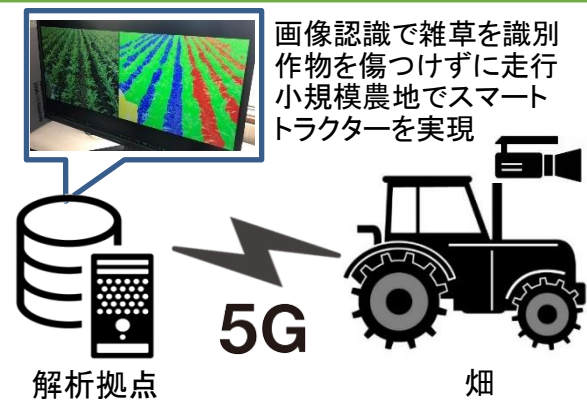
②鳥獣害対策(てん菜)



鳥獣害捕獲検知システム

- ・振動センサ付き端末を罠に設置し、罠に動物がかかった際に捕獲通知を行う。
- ・見回り作業の削減、被害額の減少、労働力の削減をめざす。

③スマートトラクターシステムの確立(有機玉ねぎ)



スマートトラクター

- ・トラクター機種に依存しないスマートトラクターシステムを構築し、小型トラクターを活用して移植作業を自動化。
- ・畝数の増加、除草作業の自動化、作業省力化をめざす。

実証課題の達成目標

1) 実証テーマに沿った目標

- ①テンサイ褐斑病の病斑検知システムでは、ドローン・トラクターの撮影画像を解析し、目視と同様に検知できるか検証し、病斑の画像認識率60%、農薬散布量および費用約15%減を目標とする。
- ②鳥獣害罨捕獲検知システムでは、センサ付位置情報端末の設置、クラウドでの管理・通知により作業効率化を検証し、被害額の20%減少、見回り作業に要する労働時間50%削減を目標とする。
- ③スマートトラクターシステムでは、有機玉ねぎにおける除草作業を50%省力化する。また、自動除草システムにおいて、AIによる画像認識で作物列と雑草を区分するため、作物の画像認識率を90%以上として、画像認識処理をリアルタイムで行うため、5G通信ネットワーク経由で送受信完了時間0.1s以内を目指す。さらには、自動移植システムにおいて、傾斜の影響を補正する技術により、平地と同等の移植精度が実現できるよう、傾斜地での誤差5cm以内の移植精度を目指す。

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

- ①テンサイ褐斑病の病斑検知システムでは、農薬の部分散布により、農薬散布量および費用を約15%削減する。
- ②スマートトラクターシステムでは、有機玉ねぎの移植作業自動化・精密化により、畝数(収量)を6%増加させる。また、有機玉ねぎ除草作業の労働時間を50%削減する。

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

- ①有機玉ねぎを含めた農業所得10%向上 < 矢作農場 >
- ②てん菜を含めた農業所得10%向上 < 木樋桃源ファーム >

目標に対する達成状況等(つづき)

1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

① テンサイ褐斑病の病斑検知システムの導入

- ・ドローン及びトラクターで自動撮影した画像から、褐斑病病斑を検出し、画像内の検出位置にマークを付与する技術を確立し、画像認識率(初期病斑含むすべてのもの)は目標(60%)を超える76%以上を達成した(表1)。

撮影方法	画像認識率
トラクター (SONY α 7RM4)	約84%
ドローン (DJI Mavic2pro)	約76%

表1 R4年度画像認識率

② 鳥獣害対策用罟設置および捕獲通知システム導入

- ・捕獲用罟設置後は毎日見回りを行わなければならないが、罟にICT機器を設置したことで遠隔監視が可能になり、労働時間は65.8%削減され、目標を達成した(図1)。
- ・てん菜ほ場における被害額を比較した結果、てん菜圃場における10a当りの被害額削減率は、鹿では66.2%であり、目標を達成したが、熊では被害額が増加した。これは、特定の熊個体の影響が大きかったためと考えられる。
- ・被害額は、実証農家を含む町内全体では増加したが、捕獲用罟設置で鹿5頭、熊1頭を捕獲したことにより、実証農家のてん菜の被害面積はR3年度から30.5%減少した。

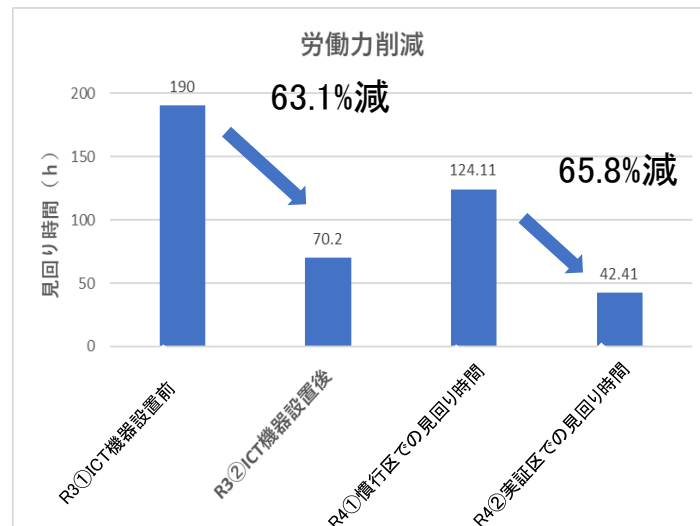


図1 慣行区と実証区の見回り作業時間比較

目標に対する達成状況等(つづき)

1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

③ スマートトラクターシステムの導入

・有機玉ねぎの除草作業時間

スマートトラクターにより30.5時間/10a(慣行区)から13.1時間/10a(実証区)に減少し、削減率57%で目標を達成した(図2)。手作業の一部を機械除草とした場合でも効果が得られた。

・作物と雑草の画像処理

作物列画像合計2,000枚のうち誤認画像は3枚であり、認識率99.85%で目標を達成した。

・画像の転送速度

画像データ送信時(5G通信ネットワーク経由)における送信遅延は約0.06sであり、目標を達成した。

・自動操舵による玉ねぎ移植

自動操舵による移植精度は横方向誤差2cm以下であった。

傾斜地での移植で、横方向誤差も5cm以内で、高精度な自動操舵という目標を達成した。

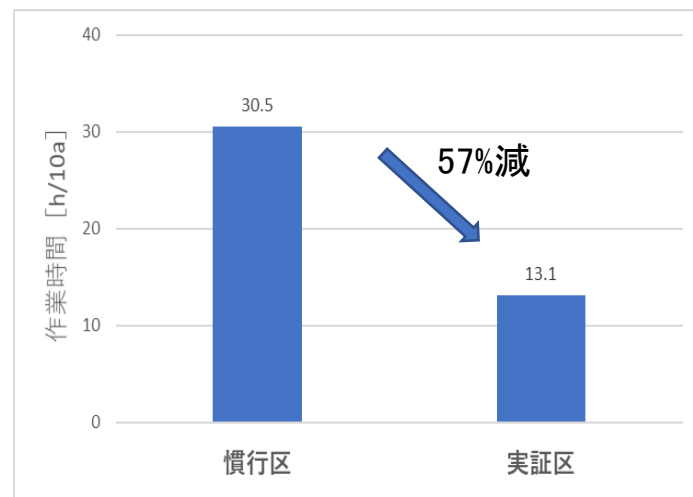


図2 慣行区と実証区の除草にかかる労働時間比較

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

①テンサイ褐斑病害検知システムの導入

- ・農薬散布量は約11%、費用は1%の削減であった。これは、当該年度に北海道全体で褐斑病が多発したため、ほ場全体に対する農薬散布を削減できなかったためである。
- ・ドローンの病害センシングデータと照らし合わせることで、農薬散布エリアを絞ることができ、部分防除を1回行った(430aのうち139aで散布)(表2)。
- ・農薬使用量を一定程度削減した場合においても、てん菜の収量、糖分は増加する傾向にあり、コスト対効果(導入効果)を確認することができた。

②スマートトラクターシステムの導入

- ・有機玉ねぎの移植作業では、傾斜地での高精度な自動操舵により誤差2cm以内の移植で隣接条間を短縮することができ、手動運転とR4年度の自動操舵を比較すると、畝数は約12.9%以上増加し、目標を達成した(表3)。
- ・玉ねぎの除草時間では、スマートトラクター導入により、除草作業時間を57%削減することができ、目標を達成した。

表2 部分農薬散布の効果

	ほ場	全体農薬散布回数	部分散布回数(ドローン)	収量(t/ha)	糖分(%)
結果比較	慣行区	6回	0回	7.222	13.5
	実証区	5回	1回	7.778	14.3

表3 手動運転と自動操舵の畝数比較(20mあたり)

手動運転	自動操舵(R3)	自動操舵(R4)
62本	68本	70本

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

- ①有機玉ねぎを含めた農業所得10%向上(矢作農場)
→農業所得14.3%増加しており達成。

- ②てん菜を含めた農業所得10%向上(木樋桃源ファーム)
→農業所得31.8%増加しており達成。

(実証項目別成果①) ドローンおよびトラクター映像によるテンサイ褐斑病の病害検知システムの確立

取組概要

＜実証方法＞
 ・本システム導入前・導入後の農薬散布回数・散布量を比較

＜令和3年度＞
 ・トラクター搭載カメラでの自動画像撮影機能の確立
 ・ドローンでの自動画像撮影機能の確立
 ・ドローン及びトラクター搭載カメラでのAI画像認識(学習用/検証用)画像の収集システム構築
 ・AI画像認識用の学習モデル(自動検知)の作成
 ・作成した学習モデル使い認識率評価(システム内)

＜令和4年度＞
 ・更別等で学習データ収集
 ・木樋桃源ファーム褐斑病初発
 ・初期学習モデル完成
 ・褐斑病初発検出及び部分農薬散布
 ・継続的に褐斑病発生モニタリング

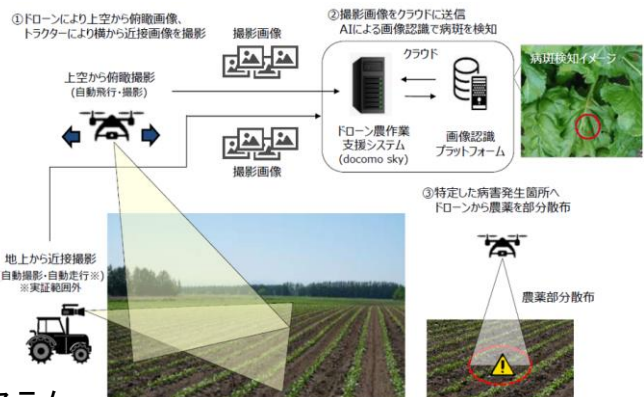


図3 画像認識システム

実証項目とその達成状況

＜定量的評価＞

番号	実証項目	数値目標	達成状況	達成/未達成
1	病害拡散防止による農薬散布量及び費用の削減	15%	11%	未達成 ※
2	褐斑病の画像認識率	60%	76%	達成

※病斑が広範に発生したため、全体散布回数削減は実現できなかった。

＜定性的評価＞

・テンサイ褐斑病害虫検知システムを確立できた。
 ・農薬散布量削減による糖分量、収量への影響は見られなかった。

今後の課題(と対応)

更なるコスト削減を実現し、商用サービスへの提供へ
 ・農薬散布量(回数)の更なる削減(部分散布後に病斑が広がる)
 ⇒部分農薬散布の影響・効果(散布範囲/散布方法)の検証
 ⇒検出漏れ(上空から検出できてない病斑も含む)の影響検証
 ・ドローンの運用コストの低減
 JAや農家自身での運用(ポート活用/複数用途での利用)
 ドローン代行飛行業者を通じてのサービス提供

(実証項目別成果②) 鳥獣害対策

取組概要

<実証方法>

- ・被害調査様式に基づきKagatta、わな検知クラウド実証圃場と慣行圃場との見回り稼働状況、被害額を比較

<令和3年度>

- ・罾の調達数に限りがあり、被害が深刻な圃場優先で罾設置
- ・罾設置: 箱罾1基、くくり罾2基
- ・ICT機器(Kagatta)を3台設置(遠隔監視カメラにより罾周辺への害獣の出没状況及び罾を監視)
- ・罾検知クラウドの構築
- ・罾検知場所の電波状況が不安定なため、遠隔での把握が不十分

<令和4年度>

- ・実証区と慣行区の設定
- ・罾の増設(箱罾: 1→2基、くくり罾: 2→4基)
- ・罾設置期間の拡大(4月~11月)※小麦、てん菜への対応
- ・通信環境がより安定する場所への罾、ICT機器の移設
- ・捕獲効率向上に向けた餌等での誘因施策実施(シカ: ヘイキューブ・鉾塩・米ぬか、クマ: 香水、はちみつ等)
- ・Kagatta電池持続改良版機器で実証罾検知クラウドアプリのアップデート作業実施(カメラ通知連携、カメラ遠隔設定操作等)



図4 捕獲検知システム 罾にICT機器を設置

実証結果とその達成状況

<R4年度>

番号	実証項目	数値目標	達成状況	達成/未達成
1	被害額の減少 (被害面積・額)	20%	増加	未達成 ※
2	見回り時間の削減	50%	65.8%	達成

※罾を熊が生息する山に最も近い場所に設置し、捕獲するために 餌を用いるなど誘因により罾付近に引き寄せた結果、罾付近に被害が集中した為と推測

- ・実証区: シカ捕獲4頭
慣行区: シカ捕獲1頭、クマ捕獲1頭
- ・遠隔監視カメラによる罾周辺の様子が通知されることにより、労働時間削減はもとより、罾見回りを行う上で安全性確保の面でも効果あり。
地域コミュニティにおける連絡体制の構築が必要であることを再認識。

今後の課題(と対応)

- ・横展開をするにあたり、費用対効果を検討した価格設定。
- ・自然環境の状況変化(気温上昇による葉の熱保持、風に伴う草木の揺れ)による、遠隔監視カメラの誤通知が度々発生するため、害獣以外を通知しない技術の検討が必要。

(実証項目別成果③)スマートトラクターシステムの確立

取組概要

<実証方法>

- ・慣行区(手取り除草のみ)と実証区(機械除草+手取り除草)の作業時間を比較。
- ・手動運転区域と自動運転区域の畝数を比較。

<令和3年度>

- ・玉ねぎ移植機にGPS等を取り付け、移植を実施。
- ・有機玉ねぎ除草時の画像データを蓄積。

<令和4年度>

- ・RTK-GNSSを用いた自動操舵による移植作業
- ・AIによる作物列認識を用いた自動操舵での有機玉ねぎの除草作業
- ・カルチ除草に用いたAIに学習させ、自動操舵によるデガー作業を実施。

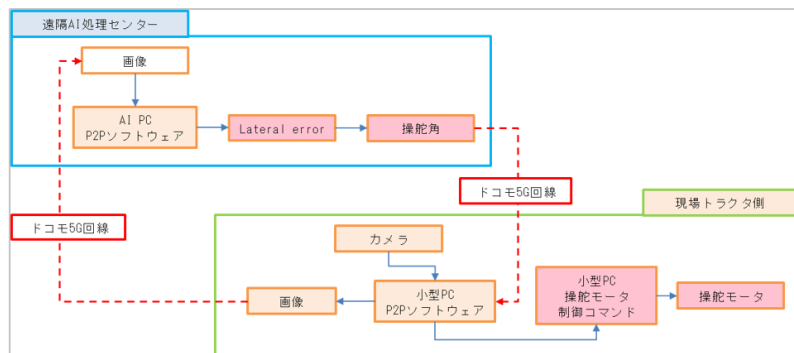


図5 スマートトラクターシステム構成

実証項目とその達成状況

番号	実証項目	数値目標	達成状況	達成/未達成
1	スマートトラクターの導入による有機玉ねぎ除草作業省力化	50%	57%	達成
2	傾斜地での誤差5cm以内の高精度な自動操舵による有機玉ねぎ移植	5cm	2cm	達成
3	有機玉ねぎを含めた農業所得向上	10%	14.3%	達成
4	有機玉ねぎ除草作業自動化システムによる作物の画像認識率	90%	99.85%	達成
5	有機玉ねぎ移植自動化による畝数(収量)	6%	9.7%	達成
6	有機玉ねぎ除草作業の労働時間削減	50%	57%	達成
7	有機玉ねぎ作物列認識結果の5Gネットワーク経由での送信完了時間	0.1s	0.06s	達成

今後の課題(と対応)

- ・スマートトラクターの実用化に向けてシステムの改良を行う。

(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

	作業内容	導入技術	技術的課題
テンサイ褐斑病害検知システム	AIによる病害検知	ドローン、トラクターによる画像撮影及び画像認識	検出漏れ(上空から検出できない病斑含む)の影響検証 技術を普及させるうえで、ドローン代行飛行業者を通じたサービス提供、JAや農家自身での運用などによる運用コストの低減が必要
	農薬散布	スプレイヤーによる部分防除	部分農薬散布の影響・効果(散布範囲、方法)の検証
鳥獣害罨捕獲検知システム	罨検知	Kagatta、トレイルカメラによる振動検知確認	自然環境の状況変化によるトレイルカメラ誤通知の削減

《実証全体について》

NTTコミュニケーションズ 北海道支社

JAつべつ 営農課

松原正幸 (e-mail: masayuki.matsubara@ntt.com)

有岡敏也 (e-mail: arioka@jatsubetsu.or.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/>