

中山間地適用通信技術を活用する自動操舵一貫体系およびセンシング技術

の多目的利用体系の実証

(株) 鹿中農場 (北海道津別町)

背景及び取組概要

<経営概要 33.5ha (小麦 13.16ha、玉ねぎ 14.4ha) うち実証面積 小麦 2.7ha、玉ねぎ 6.0ha>

津別町は寒冷畑作地域であるが、オホーツクと十勝の間の中山間地帯にあり、森林が多く、畑地は沢に狭隘な農地および山中または山上の曲面農地等が多く不定形・曲面で土壌が不均一である農地が多い。

近來の農業の担い手不足の対策は喫緊の課題であり、効率と精度の双方を実現できる可能性が高いスマート農業技術体系を導入するに当たり、特に熟練者不足を支援する自動操舵機能の実現に不可欠な衛星位置情報等の利用が必須である。

導入技術

① 営農支援ソフト

- ・ 営農システムの機能拡充による工程管理

② ロボット移植機

- ・ プライベートLTEによるRTK補正情報の配信

③ 生育モニタリング

- ・ 可変施肥(生育センシングデータと高精度位置情報)

④ 土壌改善

- ・ 衛星データと高精度位置情報

① 営農システムの機能拡充



経営管理

② プライベートLTE (RTK)



移植

③ 可変施肥



生育
モニタリング

④ 土壌改善



次年度土壌改
善

実証課題の達成目標

○中山間地の不定形・曲面農地に対し自動操舵を導入することで、農機走行稼働省力化20%を、及び土壌改良による生産性向上効果として10%、センシング活用による肥料減効果として5%を見込むことにより、現状の農業所得に対し約10%、労働生産性についても、約10%向上を目指す。

各研究項目の現在の達成状況

- RTK-GNSS測位による精度の高い自動運転により、農機の掛け合せ幅を最小減とし作業効率を小麦で約10%、玉ねぎで約7%アップした。
- 秋まき小麦の起生期、幼穂形成期、止葉期における可変追肥を実施し、施肥量10.2%減（19.0kg/10a→17.1kg/10a）、製品収量8.7%増（580kg/10a→630kg/10a）を達成。
- 衛星データを利用した土層改良施工と基肥可変施肥により、玉ねぎの規格内収量9%増（7.69t/10a→8.42t/10a）を達成。
- 労働生産性は、25.28%向上したが、スマート農機の償却、玉ねぎ単価の低迷により、所得は、6.8%減少した。

生産管理営農支援システム機能拡充による効率化

取組概要

○ 手書きによる作業日誌の記帳、データ化や集計に対し、従来より利用している生産管理営農支援システム(apras)への機能拡充により記帳時間～集計までを効率化。

令和 1年 9月 25日 天候 晴

【労働の記録】 K: 耕起・整地、F: 肥料散布、H: 播種、N: 畝の植え付け、J: 除草、C: 農薬散布
S: 収穫作業、U: 運搬、タ: 施肥・スラリー散布、ケ: 経費管理、シ: 整備・修理、イカ: 会議、②: 機械稼働、キロ: 日誌記入等、E: その他

(作業者=三浦三郎さん、作目=タマネギ()・小麦()・K109()、自動記録=有・無) 4時 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

(作業者=お母さん、作目=タマネギ()・小麦()・K109()、自動記録=有・無) 4時 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

(作業者=) 作目=タマネギ()・小麦()・K109()、自動記録=有・無) 4時 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

(作業者=) 作目=タマネギ()・小麦()・K109()、自動記録=有・無) 4時 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

作業した圃場	面積	利用した機械	
		トラクター	作業機
圃場名= //	0.5 ha	76	25
圃場名= //	1 ha	34	28
圃場名= //	ha		29
圃場名= //	ha	32	24
圃場名= //	ha		
ハウス= //	ha		
その他= //	ha		

<機械番号>

小麦	11:ドリル	12:ローベラー	13:ストローチェッカー	14:ディッパー
	15:アッター			
玉葱	21:前運機	22:玉葱移植機	23:オニオンタッパー	24:ハイブリッドダガー
	25:根切り機	26:玉葱移植機	27:ポット洗浄機	28:100kg/箱
トラクター	31:FENDT	32:GNH	33:クラス	34:ドロン
耕起等	41:サブソイル	42:バソソイル	43:ディセルプラウ	44:ミニバックホー
	45:リバーシブルプラウ			
ロータリ	51:DUR3510	52:EXE3610U	53:正定製機	
散布	61:農水機	62:スプレー	63:ブロードキャスター	64:動力噴霧器
	71:高電機	72:自動ポットトラバール	73:スノーローワー	74:アークリフト
	75:牽引ヒッチ	76:ローラ管理機	77:リリシ機	78:ミニソー
	79:軽トラ	80:4tダンプ	81:ダットサントラック	82:シベル
その他	83:その他			

29. 太田さん

作業日	圃場名	面積	作業機	トラクター	作業機	作業時間	燃料消費	作業内容
9/25	1	0.5	76	25	2.30	0.00	2.30	耕起・整地(小麦)
9/25	1	0.5	76	25	0.00	0.00	0.00	肥料散布(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	1.30	0.00	1.30	施肥(小麦)
9/25	1	0.5	76	25	4.00	0.00	4.00	農薬散布(小麦)
9/25	1	0.5	76	25	25.00	0.00	25.00	収穫作業(小麦)
9/25	1	0.5	76	25	9.30	0.00	9.30	運搬(小麦)
9/25	1	0.5	76	25	5.00	0.00	5.00	整地・運搬・収穫
9/25	1	0.5	76	25	48.30	0.00	48.30	小麦
9/25	1	0.5	76	25	7.00	0.00	7.00	たまねぎ 耕起・整地(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	0.00	0.00	0.00	肥料散布(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	4.30	0.00	4.30	施肥(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	29.30	0.00	29.30	農薬散布(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	6.30	0.00	6.30	収穫作業(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	1.00	0.00	1.00	整地・運搬・収穫
9/25	1	0.5	76	25	33.00	0.00	33.00	その他(玉葱)
9/25	1	0.5	76	25	81.30	0.00	81.30	小麦
9/25	1	0.5	76	25	0.00	0.00	0.00	ほたていし 肥料散布(芋)
9/25	1	0.5	76	25	0.00	0.00	0.00	施肥(芋)
9/25	1	0.5	76	25	3.30	0.00	3.30	農薬散布(芋)
9/25	1	0.5	76	25	0.00	0.00	0.00	整備・修理・収穫

実証結果

○ 現場でのユーザビリティ調査を基に、生産管理営農支援システム(apras)へ作業記録機能や圃場管理機能などを拡充したスマートフォンアプリ、WEBアプリを開発。

※ スマートフォンアプリ

※ WEBアプリ

今後の課題 (と対応)

○ 利用協議会での更なる改善検討

取組概要

秋まき小麦の収穫と播種(令和3年産)での自動操舵、及び玉ねぎの定植、収穫での自動操舵を作業時間を計測し実証する。

(使用機器) GPS自動操舵、玉ねぎ移植機、根切り機、デガー、小麦播種機、収穫機、



実証結果

小麦の播種については、2ヶ年のデータが取れ、初年度、農機運行省力化10.8%を達成した。2年目については、小麦、玉ねぎの作業工程についての実証結果は、小麦の播種で8%、収穫で自動と手動には差がなく(刈り取り幅が4.2mと広いこともあり)2ヶ年平均としては、ほぼ10%程度と推察される。又、玉ねぎについては、機械導入が遅れたため1年間のデータとなり、整地・定植で7%、収穫では差はなく、農機運行省力化は、7%になり、最終的には、小麦で約10%、玉ねぎで約7%の省力化が図れた。

自動操舵の有無による玉ねぎ整地作業に要する速度と作業幅の差4%、掛け合わせが少なくなりコスト削減が図られるので効率化が期待できる。

	速度 (m/秒)	作業幅 (m)	備考
【自動操舵】	1.96	3.56	ハロ-作業幅3.5m、 速度30m×6回 平均、作業幅3往復平均
【手動操舵】	1.96	3.43	

自動操舵の有無による玉ねぎ定植作業に要する速度と作業幅の差3%、掛け合わせが少なくなりスタンド本数の増加が図られるので増収効果が期待できる。

	速度 (m/秒)	作業幅 (m)	備考
【自動操舵】	1.63	1.20	移植機作業幅1.2m、 速度30m×6回 平均、作業幅3往復平均
【手動操舵】	1.57	1.23	

自動操舵の有無による玉ねぎ根切り作業に要する速度と作業幅の差、速度、作業幅がほとんど変わらず効率化は期待できない。

	速度 (m/秒)	作業幅 (m)	備考
【自動操舵】	1.17	1.19	根切り機作業幅1.2m、30m×4回 平均
【手動操舵】	1.16	1.19	

自動操舵の有無による玉ねぎ掘り寄せ作業に要する速度と作業幅の差、速度がほとんど変わらず効率化は期待できない。

	速度 (m/秒)	作業幅 (m)	備考
【自動操舵】	1.55	-	30m×3回 平均
【手動操舵】	1.58	-	

センシング情報の活用による生産性向上効果

取組概要

○前作の生育センシング情報を活用した起生期可変追肥、リアルタイムセンシングデータを活用した幼形期、止葉期の可変追肥により秋まき小麦の増収効果を実証。

(使用機器) 生育センサ、ワイドスプレッダ



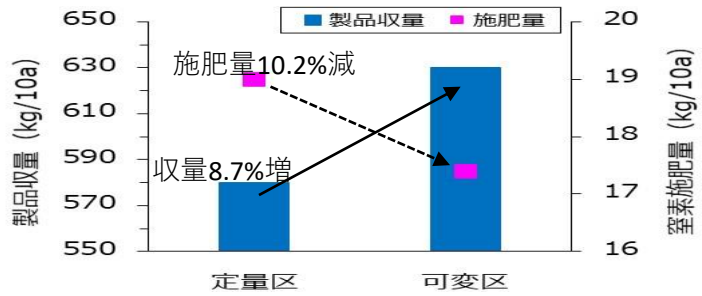
○前作小麦可変追肥時のセンシングデータと自動操舵端末を活用した局所的な土層改良施工および玉ねぎ基肥可変施肥による増収効果と施肥作業時間効率化の実証。

(使用機器) 自動操舵装置、カットソイラ、ワイドスプレッダ

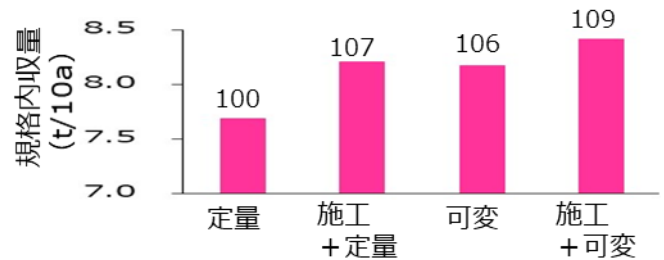


実証結果

○秋まき小麦の起生期、幼形期、止葉期の可変追肥により施肥量10.2%減と収量8.7%増を達成。



○局所的な土層改良と可変施肥の組み合わせにより玉ねぎ収量9%増を達成。施肥作業時間は慣行比で65%減。



取組概要

- ①各農作業過程における農機稼働を、農地を2分し、1部は慣行農法による走行データを、1部は自動操舵による走行データを、手動で収集する。
- ②対象作目の生産費、収入等について、資産台帳、仕入れ台帳、青色申告等をもとに、整理を行う。
- ③作業時間集計結果について、当プロジェクトが開発したアプリ入力と手動入力の比較を行い、精度を確認する。

実証結果

- ①WAGRI提出データより整理（表1）。作業速度は自動と手動の差が見られなかった。
- ②表1の結果より、小麦については、自動操舵にすれば、整地、播種の重複が少なくなるので、種苗費、肥料費の節約が期待できる。
小麦について試算した結果
種苗費：2,656円/10a→2,468円/10a
肥料費：10,516円/10a→9,771円/10a
の節減が見込まれる。
- ③作業幅については、小麦の整地・播種とタマネギ整地で、「自動>手動」であった（重複が少ない）。他は差がみられなかった（表1）。

表1 自動手動別に見た各作業の作業速度と作業幅

		作業速度		作業幅	
		(km/h)		(m)	
		自動	手動	自動	手動
小麦	整地・播種	5.62	5.58	18.35	17.05
	収穫	8.67	8.89	16.03	16.20
	整地	1.84	1.83	21.35	20.55
タマ	定植	2.21	2.29	5.83	5.79
ネギ	根切り	3.08	3.11	4.75	4.75
	掘り寄せ	2.32	2.27	2.38	2.38

注：作業幅に関して、小麦とタマネギの整地、定植は3往復分、タマネギ根切りは2往復、掘り寄せは1往復分

実証結果

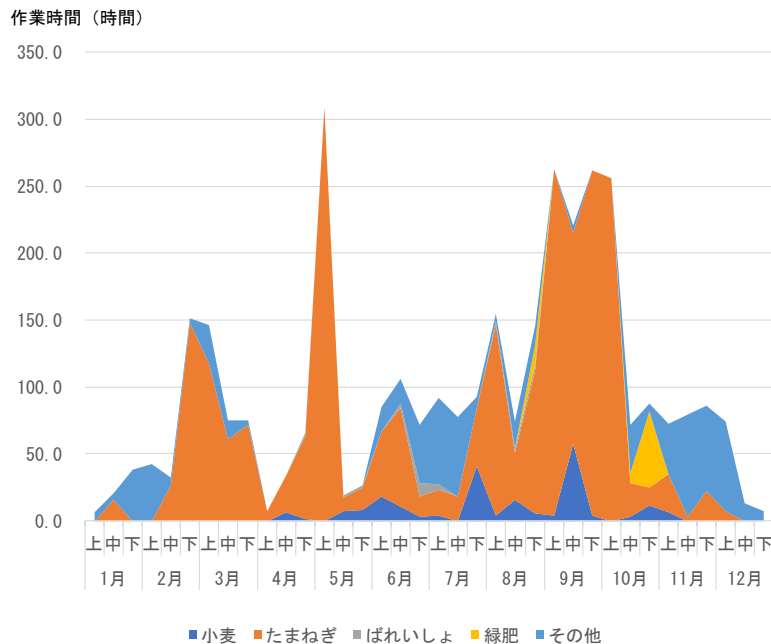


図1 月別旬別にみた年間作業時間
(作業日誌集計結果)

注：4月と5月の作業時間はアプリで収集したデータを集計した。

表2 記録方法別に見た作業時間集計結果
(アプリと手動の比較)

単位 = 時 : 分

	たまねぎ		その他	
	アプリ	手動	アプリ	手動
2月上旬	0:00	0:00	36:41	42:30
2月中旬	27:00	26:45	0:40	6:00
2月下旬	135:44	148:15	14:42	3:00
2月計	162:44	175:00	52:03	51:30
3月上旬	125:44	118:00	29:24	28:00
3月中旬	67:18	61:00	0:00	14:00
3月下旬	69:52	72:00	0:00	3:00
3月計	262:54	251:00	29:24	45:00
2月3月合計	425:38	426:00	81:27	96:30

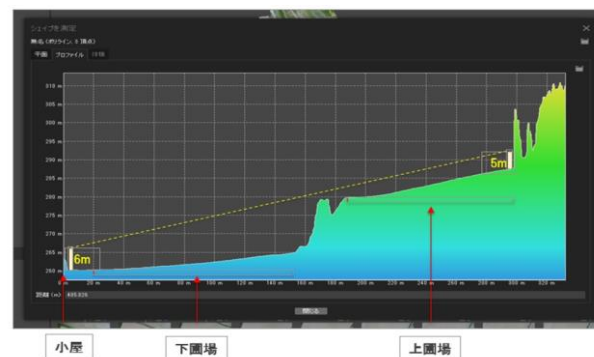
- ① 昨年度に回収した作業日誌の集計結果から見ると、たまねぎが労働時間の大部分を占めていることと、4月下旬～5月上旬、8月中旬～10月上旬に作業のピークがあることが明らかになった(図1)。
- ② 作業時間集計結果について、アプリ入力と手動入力の比較を行うと、たまねぎについては播種作業等、2月下旬と3月上旬は10時間前後の差が見られたが、他の時期は大きな差は見られなかった。2月3月の合計については、双方の差は1時間以下であった(表2)。

取組概要

- 携帯電話不感地帯における、中山間地用位置情報適用通信システム環境の普及ため、システムの小型化および低価格化は重要な要素である。これまでの検証結果に基づき、様々な農場の状況に対応できるようシステム構成を検討してきた。

実証結果

- ・広範囲の農場をカバーするため、プライベートLTEを適用したが、1つのアンテナで半径500mエリア内の通信が可能である事を確認した。北海道の広大な圃場において有効な通信方法であることが実証できた。
- ・プライベートLTEの電波について、1.9GHz帯を使用しており、アンテナからの距離が遠くなるにつれ見通しの効かない起伏のある圃場では、電波が弱くなる事が確認された。新規の圃場にアンテナを設置する際の、アンテナの高さや向きなどのプライベートLTEアンテナの設置に関する設計ノウハウの蓄積を図れた。



今後の課題（と対応）

- 低コスト化の検討

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

作業内容	機械・技術名（型式等）	技術的な課題
経営管理	営農支援ソフト（営農システムの機能拡充による工程管理）	電波が届く場所から圃場までの距離が遠い場所や、電源が無い場所では、その引き込みで多額のコストが発生するため、通信部分は安価で長距離通信が可能な装置の開発と、電力部分では機器を小型化し消費電力を抑えたうえで、太陽光発電やバッテリー、発電機などを活用しコストの低減を図る必要がある。また、コスト削減のためには、様々な地形や圃場の条件に対応して、多種の機器を組み合わせで柔軟にシステム構成し最適化できる仕組みが必要となる。
移植	ロボット移植機（プライベートLTEによるRTK補正情報の配信）	手動作業については、ベテランが運転していたためであり、新規就農者、女性との比較になれば20%以上の省力化が図れると考えられる。また、今回の実証については、2品目での実証であったが、北海道の場合、てん菜、馬鈴しょ、大豆を組み入れた4品目による輪作が基本であるため、4品目での自動操舵による作業対応を行うと更に省力化が図れると考えられる。
生育モニタリング	生育モニタリング（可変施肥（生育センシングデータと高精度位置情報））	センシングにより見える化された圃場内の生育良否関係を活用した効果的な土壌改善を実施していくことにより、更なる効果の安定化が期待できる。
次年度土壌改善	土壌改善（衛星データと高精度位置情報）	施肥量の削減効果については地域で推奨されている施肥量より過剰な圃場で実証する必要がある。
その他	中山間地適用位置情報システム技術（プライベートLTE）	無線装置としては、安価で長距離通信が可能な方式が求められる。山間部では、中継回線や電力のインフラ確保が必要でコスト的には農業従事者が解決できる問題ではないため、地域の課題である。
営農システムの機能拡充による工程管理	—	全道利用協議会での更なる改善検討が必要となる。

○ 問い合わせ先

北海道 津別町

JAつべつ 有岡 敏也 (Tel:0152-76-3322、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/>