

スマート農業技術導入手引き書 (自給飼料)

TMRセンターにおける農作業専用の進捗共有・記録システムの導入による自給飼料生産・供給の効率化のための手引き

令和6年3月

実施グループ名：北海道スマート酪農推進コンソーシアム
(活用支援ID: 援A02)

代 表 機 関：(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター

はじめに	2
第1部 この手引き書の概要	4
1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目	4
2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目	4
3. この手引き書で取り上げる技術	4
4. 産地の現状と取り組む目的	4
5. 期待される成果	4
6. この手引き書の活用面と留意点	5
第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導く ポイント	6
1. この手引き書で伝えたいポイント	6
2. 地域(産地)における取組の手順(準備とPDCAサイクル)	6
0) 事前着手: 農作業専用の進捗共有・記録システムの試験的な導入と評価	6
1) Plan(計画): 目的の明確化と課題の抽出	6
2) Do(実行): 計画の実行	7
3) Check(評価): 取得したデータの確認と評価	7
4) Action(改善): データを基に次年度の計画を改善し次年度につなげる	7
3. 導入技術の定着のための要件	8
第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況(ケーススタディ)	9
1. 実地指導支援を円滑に進めるための要件の分析	9
(1) 収穫調製作業の効率化	9
1) PDCAサイクルの実行	9
2) 牧草収穫作業の省力化効果	14
(2) スラリー散布	16
1) PDCAサイクルの実行	16
(3) サイレージ品質の向上	18
(4) 農作業専用の進捗共有・記録システム導入前後の変化に関するアンケート結果	20
2. スマート農業技術活用産地支援の実施ポイント	28
(1) 利用に関する合意形成	28
(2) ワークショップの開催	28
第4部 参考資料	30
1. 現地指導で用いた技術	30
この手引き書の著作権について	30
この手引き書の問い合わせ先	30

はじめに

北海道内の酪農家は粗飼料を自ら生産する体系を主としていますが、廃業酪農家の統合による多頭化、深刻な労働力不足、熟練者の減少と技術継承の難しさにより、自給飼料の収量や品質の低下を招いています。その解決策として、構成酪農家の圃場を一括管理し飼料を共同で製造・配達するTMRセンターの活用が進んでいます。しかし近年、TMRセンターでも、熟練者を中心に人手不足に直面しており、サイレージの収量・品質が低下するケースも発生しています。今後は、スマート技術を導入・活用することで、匠の技に頼らず、人手をかけない良質飼料の生産技術確立し、TMR製造技術の省力化をさらに推進する必要があります。

現在、多くのTMRセンターでは、圃場管理は紙ベースで行っており、収穫・調製作業に係る作業指示や連絡は、現地圃場へ直接出向くか、無線や電話で行っているため、圃場の状態や作業進捗の状況を正確かつリアルタイムに把握することは極めて困難です。作業及び圃場の情報を一括してクラウド上で管理し、手元のスマートフォンで情報の閲覧・共有ができれば、作業計画管理・指示者及び現場の機械オペレータ間の情報伝達がリアルタイム化し、記録・計画・実行が飛躍的に効率化され、飼料品質向上及び労働環境改善の実現が期待できます。

農家情報（圃場データ、作業履歴）をデジタル化し、情報を集約的に管理できる、農作業専用の進捗共有・記録システム（第4部 参考資料を参照）は、作業車両に取り付けた専用端末で位置情報をリアルタイムに取得し、クラウド上に構築したデジタル圃場図に重ねて表示することができます。これらの情報はWeb接続されたPCやスマートフォン等で情報閲覧・入力が可能で、TMRセンターやコントラクターの作業計画管理・指示者及び機械オペレータの間で、タイムラグ無しで正確な情報を共有し、作業進捗状況を正確に把握することができます。

上記システムを通じて全車両の作業状況を俯瞰することで、作業内容の即時的かつ的確な変更・修正が可能となり、収穫機やダンプトラック等の待ち時間の短縮、作業者及び機材の作業効率の向上、作業時間の短縮、適期収穫・調製による飼料品質の収量・向上といった効果が期待できます。また、上記システムにより作業情報は作業内容・時間と共に作業履歴として自動記録されるので、作業時間・面積から作業効率を正確に算出することができます。それらの作業効率データは、次年度以降の作業計画策定における信頼性の高い判断材料ともなり得ます。また、作業計画改善の効果検証データとして経時的に蓄積・分析することで、持続可能な酪農産地形成に資する経営改善ツールとして継続的に活用していくことができます。本手引き書は、これらの効果の一部についてのケーススタディを示しました。農作業専用の進捗共有・記録システムまたは同様のシステムの利用を検討するTMRセンター等が、導入に向けての準備の際に参考にいただければ幸いです。

令和6年3月

支援実施グループ代表者

根本 英子

((国研) 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター)

活用推進担当者

上田 靖子

((国研) 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター)

・ 免責事項

- 当該実施グループ及び農研機構は、利用者が本手引き書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手引き書に掲載された情報の正確性や完全性について、農研機構は保証するものではありません。機械を利用することによる効果については、作物を栽培する地域、気候条件及び土壌条件等より変動することに留意してください。
- 製品の基本的な取扱いについては、製品に付属する取扱説明書を参照してください。

第1部 この手引き書の概要

1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目

- ・畜産（TMRセンター利用型自給飼料生産）

2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目

- ・導入した（又はする）スマート農業技術の有効・効果的な活用（導入技術活用型）

3. この手引き書で取り上げる技術

農作業専用の進捗共有・記録システム

4. 産地の現状と取り組む目的

○ 合同会社 白糠F-SEED（白糠町）

酪農家8戸で構成され、飼養頭数1,710頭へ提供するTMRに用いる自給飼料を供給するための800haの圃場（牧草、トウモロコシ）を管理しています。これらの圃場は南北35kmの作業確認のために片道1時間かけて移動する範囲の山間部にあり、道路幅が狭く車両のすれ違いが困難な箇所も多く、作業効率を低下させていました。不整形な圃場が多いため、どこから作業を始めたら良いのか判断が難しく、説明に苦勞することもありました。そこで、農作業専用の進捗共有・記録システムを導入し、圃場の作業軌跡を可視化して技術継承を補助し、車両の円滑な通行を支援する見える化を図りました。

○ 合同会社 酪援・緑（標津町）

7農場で構成され、飼養頭数1,000頭へ提供するTMRに用いる自給飼料を供給する540haの圃場（牧草）を管理しています。作業計画者の代替わりに伴い、収穫調製作業の管理者の暗黙知をどう継承するかが課題でした。そこで農作業専用の進捗共有・記録システムを導入して作業情報の共有化を図り、自給飼料の品質維持・向上の効果とその手順を明らかにしました。同時に、スラリー散布記録の効果的な利用方法を検討しました。

5. 期待される成果

農作業専用の進捗共有・記録システムを活用した見える化により、リアルタイムに作業に関する情報が共有されて作業計画・管理が容易になり作業効率の向上が期待されます。また、圃場情報の一元化及び過去作業の記録により、これまで経験と勘に頼っていた作業計画・進捗管理をスマート化することで、組織内のシームレスな連携による作業効率向上も期待できます。

6. この手引き書の活用面と留意点

- ・ 本手引き書は、主に自給飼料生産に取り組むTMRセンターで適用できます。

註) TMR (Total Mixed Ration) とは、混合飼料や完全飼料などとも呼ばれ、粗飼料、濃厚飼料、ミネラルなどの飼料を、給与家畜の要求量に合わせて混合した飼料です。均一に混ぜ合わせられているため牛が選り好みせずに食べるので、必要な栄養を無駄なく給与でき、飼料を混ぜ合わせる畜産農家の手間を省くことができます。TMRセンターとは、このTMRを製造し、各農家へ配送する施設です。構成農家の飼料畑を一元管理して、大型機械で牧草の収穫や肥培管理を行う効率的な農作業により畜産農家の省力化を図りながら、高品質な粗飼料確保に貢献しています。

第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導く ポイント

1. この手引き書で伝えたいポイント

車両動態の情報共有と記録ができる農作業専用の進捗共有・記録システムは、管理者側の立場では直ぐにでも導入したいと考える便利なシステムです。しかし、管理される側（コントラクターのオペレータ等）には常に監視される、という抵抗感があるのも事実です。この手引き書で取り上げる2つの実証地は、自走式フォレージハーベスタの操作及びダンプトラックでの運搬をコントラクターへ作業委託しています。全体の進行管理にとっては、全ての車両に農作業専用の進捗共有・記録システムが搭載されていることが重要なため、農作業専用の進捗共有・記録システムの導入はコントラクター側の理解が不可欠です。下記のPDCAサイクルを回してコンセンサスを形成し技術導入を促します。

2. 地域（産地）における取組の手順（準備とPDCAサイクル）

0) 事前着手：農作業専用の進捗共有・記録システムの試験的な導入と評価

- ① 農作業専用の進捗共有・記録システムの概要を把握する（WEB、パンフレット、手順書等）
 - I. マネージャー^{*1}及びコントラクター構成員^{*2}、コントラクター職員^{*3}と概要を共有する
^{*1}TMRセンターが行う各作業の統括責任者、^{*2}飼料畑を所有し、そこから生産された粗飼料を利用する酪農家、^{*3}農作業機のオペレータや作業日報等の事務担当者
 - II. 少しでも興味があれば次に進む
- ② 農作業専用の進捗共有・記録システムの勉強会・説明会を行う（オンライン、直接面談等）
 - I. 他社事例の紹介、導入の利点や効率向上性の可能性の紹介
 - II. 質疑応答を行い、疑問点や不安点を解決
 - III. 導入の検討を行い、試験的に導入する場合は次に進む
- ③ 試験的に導入を行い、実際の現場で利用する
- ④ 農作業専用の進捗共有・記録システムの導入について評価を行い、本格導入を検討する

1) Plan（計画）：目的の明確化と課題の抽出

- ① 今年の達成目標と注力する対象作業を決める
 - I. 現状の課題を把握
 - II. 解決したい課題を会議で決める
 - III. 具体的な達成目標を設定
- ② スケジュールの確認と準備
 - I. 注力する対象作業の圃場図と必要情報を確認

- ③ 農作業専用の進捗共有・記録システムの担当者を決める
 - I. 圃場図や車両など事前に登録できる情報を登録・更新
 - II. 農作業専用の進捗共有・記録システム端末に不備・不具合がないか確認
 - III. コントラクター等の関係者に対し必要に応じて連絡を行う

2) Do(実行):計画の実行

- ① GPS端末を車両に設置
- ② 農作業を開始し、オペレータ自身が進捗状況を適宜確認しながら作業を行う

(図1)



図1. 作業の進捗状況の画面

- ③ 日々の作業進捗と照らし合わせ、作業計画にフィードバックさせる

3) Check(評価):取得したデータの確認と評価

- ① 農作業専用の進捗共有・記録システムの自動日報機能で作業記録を登録する
- ② 取得したデータの出力を行い、データを集計
- ③ 集計したデータを元に、分析データや実情と照らし合わせて評価を行う
 - I. サイレージの分析結果を取得
 - II. 農作業専用の進捗共有・記録システムのバンカーサイロ投入情報と照らし合わせる

4) Action(改善):データを基に次年度の計画を改善し次年度につなげる

- ① 今年の作業について、関係者で勉強会・検討会を開催
 - I. 今年の行動履歴を動画で再生
 - II. 参加者から意見を自由に発言してもらう
- ② 作業体系の改善点を議論(良かった点、悪かった点)
- ③ 農作業専用の進捗共有・記録システムの改善点を議論(システムに要望する内容等)

3. 導入技術の定着のための要件

牧草収穫のような組み作業を基本とする作業では、農作業専用の進捗共有・記録システムを1台だけに取り付けたり、1人だけが情報を見たりしても、効果はあまり期待できません。なるべく同時に作業する車両の全てに搭載し、全員で情報共有できる状況が最も望ましい利用方法です。作業の指示役だけでなく、指示を受ける側にも利用する目的を明確に説明し、利用に関しては合意を得た上で導入することが重要です。ワークショップなどで作業を振り返りながら効果を実感したり、確認したりすることで合意形成しやすくなります。

また、農作業専用の進捗共有・記録システムを利用するためには、一般的には端末（スマートフォンなど）が必要です。スマートフォンを使うのが苦手な人に対しては、事前に使い方を説明する時間をとってください。

第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況 (ケーススタディ)

1. 実地指導支援を円滑に進めるための要件の分析

(1) 収穫調製作業の効率化

1) PDCAサイクルの実行

TMRセンターの収穫調製作業の効率化を図るため、第2部の5ページで示したPDCAサイクルを意識してTMRセンターの年間作業目標を作成して収穫調製作業に取り組ました。

■ Plan (計画)

農作業専用の進捗共有・記録システムの本格導入前に、TMRセンター構成員とJA職員、農業改良普及センター職員が集まり、意見交換を行いました。それらの意見をスマートサポートチームがまとめ、問題点を整理するとともに、改善目標を設定しました。

TMRセンターが管理する圃場は、山間部に広範囲に渡って点在するため、以下のような問題がありました。

- a. 複雑な形状の圃場が多いため、作業経路は経験がないと分かりにくい。
- b. 現地での状況確認のための移動時間や、機械の修理、給油のために業者を誘導する時間は無視できない。
- c. 車両のすれ違いが困難な幅の狭い道路が多く、バックで戻るような事態を避けたい。

また、サイレージの品質に関しては、バンカーサイロへの詰め込み過ぎによるサイレージの品質悪化や、刈り過ぎによる材料草の廃棄を減らすという目標を立てました。

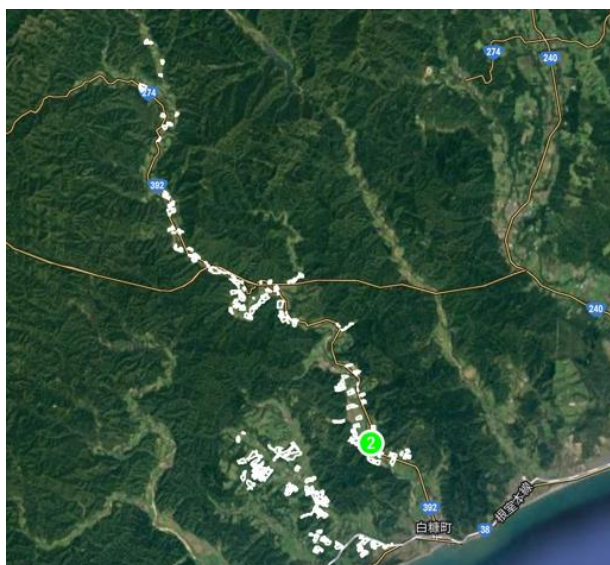


図2.管理圃場の配置(白く見える部分が管理圃場)

■ Do(実行)

TMRセンターの全ての作業(耕起・整地等、トウモロコシ播種、牧草収穫調製、トウモロコシ収穫調製、スラリー散布)で、TMRセンターが管理する車両及び傭車の運搬車両に農作業専用の進捗共有・記録システムを取り付けて作業しました。農作業専用の進捗共有・記録システム画面のモニタリングは、端末(スマートフォン)を使用しました。

作業の流れ

I. GPSの受信感度を上げるため、外から見てわかる場所に設置(図3)

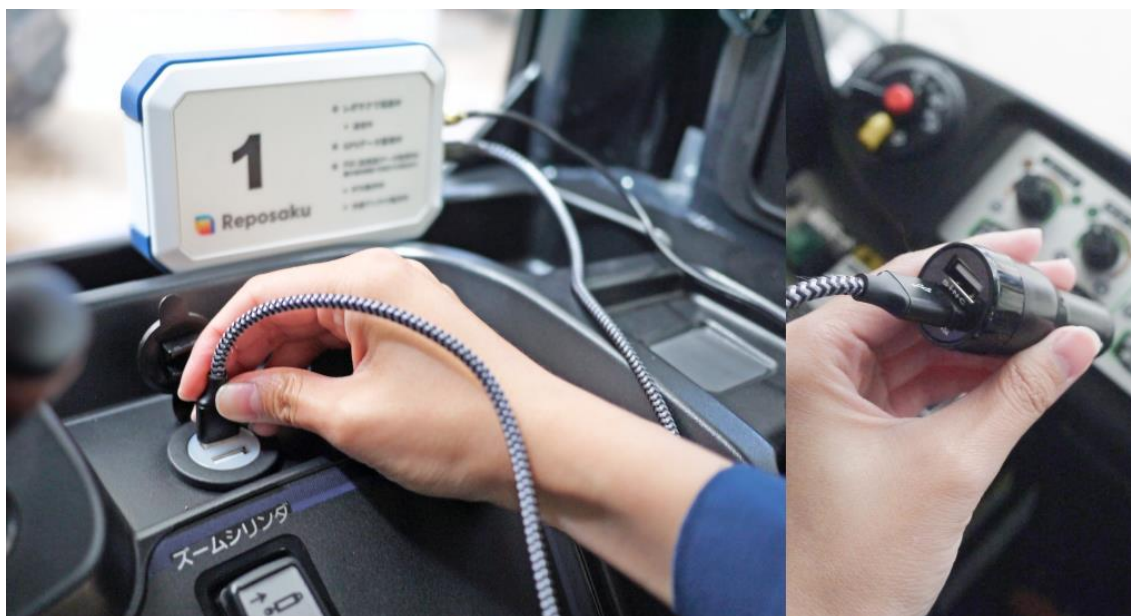


図3. 端末の設置状況

II. 可能な限り真ん中の場所に設置

※隣り合う圃場の区別がつかない場合等の精度が必要な場合は、外部アンテナの利用を検討

III. システムが適切に起動していることを確認

- a. 農作業専用の進捗共有・記録システムのマップで圃場形状や取付け道路を確認し、過去の作業軌跡を確認しました(図4)。
- b. 作業機の修理や給油が必要な時は、担当者や給油車の運転手に農作業専用の進捗共有・記録システムを見てもらい誘導なしで現地へ行ってもらいました。
- c. 車両の動きを農作業専用の進捗共有・記録システム上で確認し、すれ違いが発生しそうな場合は待機するか別の経路を選ぶことができました(図5)。
- d. 作業計画管理・指示者が収穫作業の進捗状況を見て刈り倒し量を調整し、バンカーサイロへの運搬量を調整しました。作業が2班体制時は、圃場ごとの作業の進捗や運搬状況を確認し、ハーベスタの待機時間が短くなるよう、傭車の配置を状況により変更しました。



図4. 複雑な形状の圃場とその圃場の作業軌跡

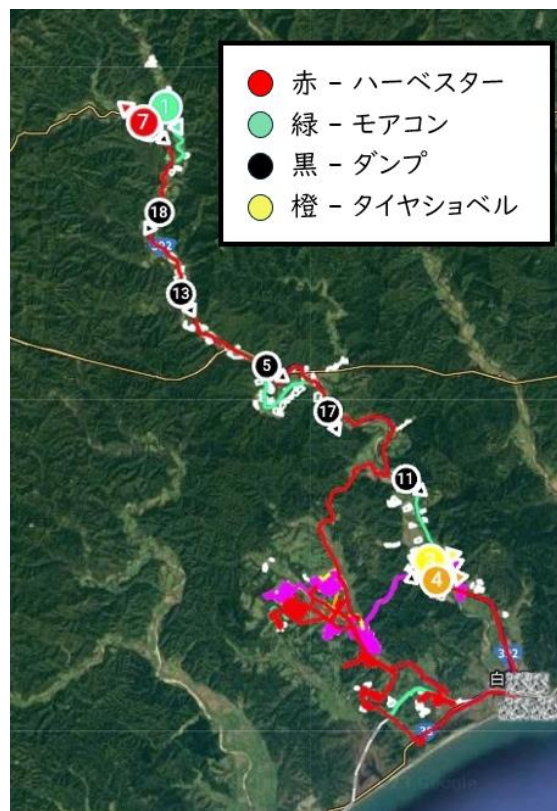


図5. 収穫時の車両の様子



■ Check(評価)

冬の間にTMRセンターの構成員が集まり、農作業専用の進捗共有・記録システム上の作業軌跡ログ(牧草収穫、トウモロコシ収穫)を見ながら意見交換を行うワークショップを行ないました。

- 言葉だけでは伝わりにくい情報(取付け道路の位置、作業開始位置、作業方向)を目視できて、理解し易くなりました。(例えば、注意すべき場所を知らせる看板(図6)をマップ上に示す機能を利用して、タイヤがスタックしやすい場所を表示することで注意喚起ができます)
- 機械メーカー等外部の人とも農作業専用の進捗共有・記録システムで情報共有が簡単にできるので、地図を広げて説明したり、誘導したりする手間が省けました。
- 農作業専用の進捗共有・記録システムで情報共有することで対向車が来るかもしれないという精神的な負担が軽減し、安心して作業に集中できました。
- 用いた農作業専用の進捗共有・記録システムでは材料草を搬入した運搬車の台数が1時間毎に表示される(図7)ので、バンカーサイロ内に詰め込まれた材料草の量を精度良く把握でき、刈り取り量を調整できます。その結果、側壁より高く積み上げることなく品質が向上し、廃棄する材料草の量が削減されました。



図6. 注意すべき看板をマップ上に表示(例)

バンカー運搬回数速報

【白糠F-SEED】
今日の運搬合計：41台

●右片バンガー
合計：8台

前日迄：0
07時：0
08時：0(+0)
09時：0(+0)
10時：0(+0)
11時：5(+5)
12時：8(+3)
13時：8(+0)
14時：8(+0)
15時：8(+0)
16時：8(+0)
17時：8(+0)
18時：8(+0)
19時：8(+0)

●バンガー5
合計：113台

前日迄：80

図7. バンカー搬入台数表示(例)

■ Action(改善)

ワークショップでは各種機能の説明や使い勝手について、あったら良いと思う機能追加の可能性について話し合いました。

- a. 作業の開始位置や方向の確認、圃場の中の注意すべき窪地やぬかるみ等をマップ上に表示する注意すべき場所を知らせる機能の使い方の説明を受けました。さらに、その機能を使用した時には別途SNSで情報共有する事にしました。
- b. 耕起等の作業委託の際にも、農作業専用の進捗共有・記録システムでデジタルマップは場情報を共有して効率化をはかることを目標としました。
- c. 端末(スマートフォン)を持たないオペレータが農作業専用の進捗共有・記録システムを使用していないため、タブレット導入について検討しました。
- d. サイレージの発酵品質を比較し、品質向上を確認しました(18ページ)。これまでバンカーサイロごとに詰め込み量がバラバラでしたが、農作業専用の進捗共有・記録システムを利用してからは取り出す量から推定しても詰め込み量が一定になっていることが、共通認識として確認できました。

2) 牧草収穫作業の省力化効果

農作業専用の進捗共有・記録システムの利用によって、作業効率や作業時間にどのような変化があるのか、作業日誌を基に検証しました。

■ 方法

外部コントラクターへ作業委託している1番草の収穫作業を対象に、自走式フォレージハーベスタのオペレータ2名の作業時間及び終業時間を、農作業専用の進捗共有・記録システムの導入前後で比較しました。2年間とも同じオペレータでした。農作業専用の進捗共有・記録システムは、ハーベスタ、モアコンディショナー、テッピングワゴン、運搬車両（ダンプトラック）全車両に取り付けました。

■ 結果と評価

1番草の収穫期間中のオペレータの1日の作業時間を比較した結果、農作業専用の進捗共有・記録システム導入後は両名とも作業時間が削減されました（図7）。これは、バンカーサイロに詰めた材料草の量を正確に把握でき、圃場の軌跡から残りの詰め込みに必要な量を推測しやすくなったことで、1日の作業の終わりが見えやすくなった効果と考えられました。また、収穫面積は増えていますが、1時間当りの作業面積は1.77haから2.10haとなり、作業効率が約2割向上しました（図8）。これは、モアコンディショナーが不調で停止しがちなのを農作業専用の進捗共有・記録システムの画面から指示役が把握し、すぐに別の機械を圃場へ向かわせることができたことや、トラックの配置を作業の進捗状況により柔軟に変更できたことで、作業が滞りなく進捗できた効果と考えられました。

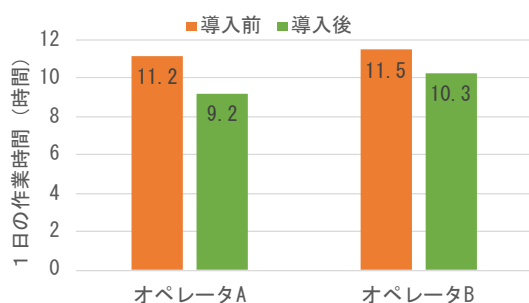


図7. オペレータの作業時間の変化

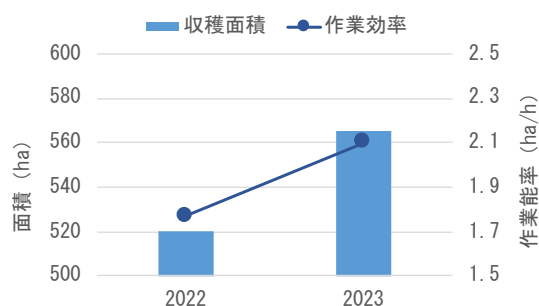


図8. 収穫面積と作業効率

同じ作業で、オペレータの終業時間を農作業専用の進捗共有・記録システム導入前後で比較しました。対象としたオペレータの終業時間は17:00が基本です。オペレータAは農作業専用の進捗共有・記録システム導入後には残業がほとんどなくなり、オペレータBでも終業時間が早まりました（図9）。収穫期間中の天候の違いによる差はありますが、この事例ではオペレータの作業時間が減少しました。これは、農作業専用の進捗共有・記録システムの見える化によって、バンカーサイロへの材料草の詰め込み量が精度良く把握できることで、その日の作業終了予定が立てやすくなったためと考えられました。

作業効率が向上すれば、人件費の削減に繋がります。また、このように収穫期間中の繁忙期でも残業が少ない働き方ができれば、人材不足が深刻なコントラクターでも人材を確保できます。

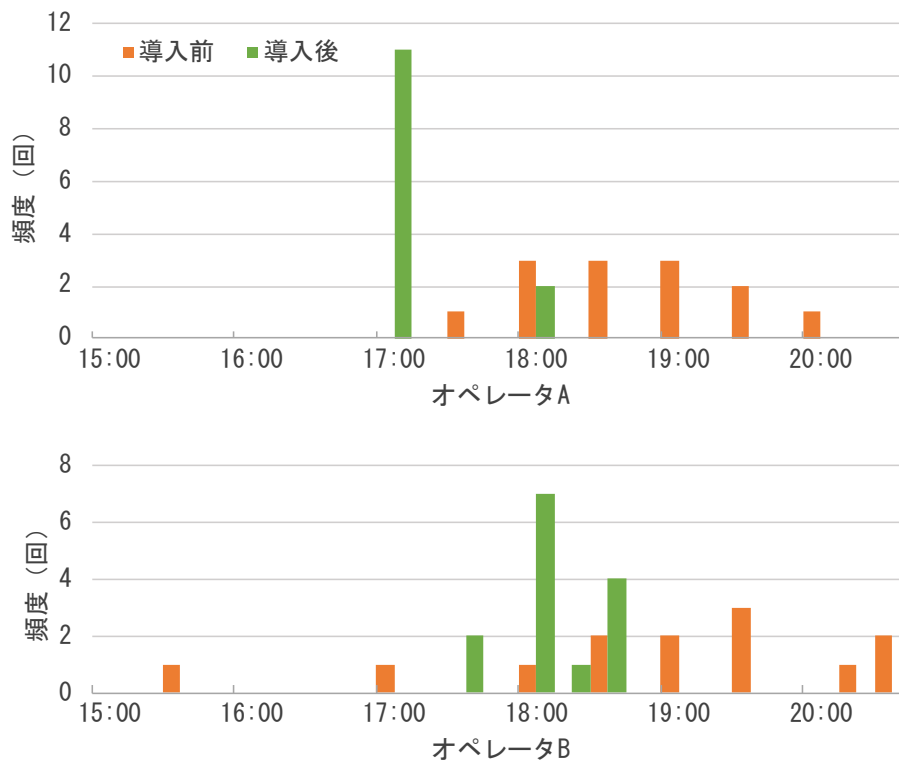


図9. 1番草収穫期間中の自走式フォレージハーベスタオペレータの終業時間の変化

農作業専用の進捗共有・記録システムTips

ワークショップで出された「こんな機能が欲しい」という意見。それらに対して役立つ機能をいくつかご紹介します。

- **バンカーサイロごとのデータ記録**
バンカーサイロと圃場が紐付けされているので、材料草の品質（ダイレクト or 予乾あり、天気）を推定することができるので、飼料設計時にこの情報を補助的に利用する事ができます。
- **メモ機能**
肥料の銘柄、投入量などを圃場のメモに記録すれば、マップ上で確認できます。
- **看板機能**
ぬかるみ易い場所や凸凹のある場所などに看板を立てておくことで、その圃場に慣れていないオペレータの作業の円滑化を補助します。また、獣害や生育不良の看板を立てておくと、作業計画も活用できます。

(2) スラリー散布

1) PDCAサイクルの実行

農作業専用の進捗共有・記録システムではスラリー散布について、どこのスラリーを、どここの圃場へ散布したのかを、スラリーストアと圃場間との往復回数で記録することができ、ます。この機能を活用した施肥管理技術について検討しました。

■ Plan (計画)

スラリー散布は作業回数も多くコストがかかるので効率化の優先順位が高い作業です。また、スラリーを活用した化学肥料投入量の削減につなげるため、どのような取組が必要かを計画しました。

◆ これまでの課題

- a. 酪農家によってスラリー中の肥効成分含量が異なる(図10)。
- b. これまでは経験と勘で散布量を決めていたので、経験の浅いオペレータは、散布量(散布速度)が分からない。
- c. 飼養頭数増でスラリー量が増え、散布回数も増えているため、圃場の土壌物理性が踏圧により悪化している。

◆ 達成目標

- d. 肥料費削減に利用できる散布記録を作成したい。
- e. 誰でも散布量(散布速度)が分かるような目安を作りたい。

■ Do (実行)

スラリータンカーに農作業専用の進捗共有・記録システムを取り付け、春と秋のスラリー散布を行いました。上記の課題と達成目標に対して以下の取組を行いました。

- a. 散布前にスラリーストア毎に成分分析を実施。
- b. スラリー散布の記録が残ること、オペレータの意識が変化した。
- c. (特になし)
- d. 施肥量削減量の目安とするため、全ての圃場の土壌分析を実施した。
- e. (今後、検討する)

この取組は、スラリー散布の効果が現れるのが翌年になるため、まだ結果が出ていませんが、農作業専用の進捗共有・記録システムを利用して継続的に取組、施肥管理に活用されることが期待されます。

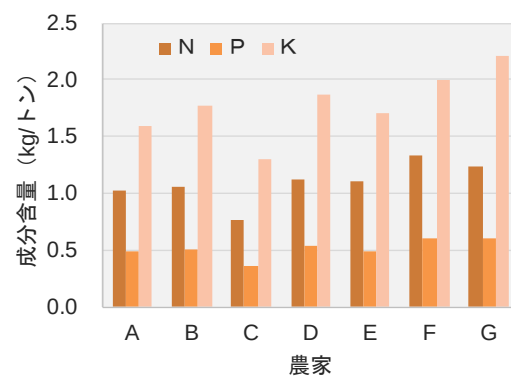


図10. 各農家のスラリー分析結果

(3) サイレージ品質の向上

対象のTMRセンターのI番草サイレージの飼料成分と発酵品質を農作業専用の進捗共有・記録システム導入前（2022年）と導入後（2023年）で比較しました。

■ ケース1

2022年及び2023年に収穫したI番草サイレージの品質を表1に示しました。いずれもイネ科混播草地で出穂期に収穫しバンカーサイロに詰めたものです。農作業専用の進捗共有・記録システム導入後の2023年産のサイレージは、消化性の低い細胞壁由来の繊維成分であるNDF及びOCWがそれぞれ2022年度産に比べて大幅に低下し、消化しやすい非繊維性炭水化物であるNFCは高くなりました。CP及びTDNも2023年産は2022年産よりもそれぞれ1.53ポイント、6.59ポイント高くなり、いずれも全道平均を大きく上回りました。これは農作業専用の進捗共有・記録システムの導入による適期収穫の効果と考えられました。また、pHは4.25から4.00、乳酸含量は0.70%から0.87%となり、発酵品質も向上しました。

表1. I番草サイレージの飼料成分・発酵品質の比較（ケース1）

調製年	水分	CP (%)	OCC (%)	OCW (%)	NDF (%)	NFC (%)	TDN (%)	pH	乳酸 (%)
2022	79.74	12.35	19.99	73.35	69.21	11.01	57.54	4.25	0.70
北海道平均	66.39	11.24	23.76	68.98	68.12	12.38	56.75	4.50	0.97
2023	80.90	13.88	27.75	66.31	62.32	17.07	64.33	4.00	0.87
北海道平均	68.91	11.34	21.66	71.29	69.02	11.98	54.80	4.56	0.72

CP:粗タンパク質、OCC:細胞内容物、OCW:総繊維、NDF:中性デタージェント繊維、NFC:非繊維性炭水化物、TDN:可消化養分総量

■ ケース2

2022年及び2023年に収穫したI番草サイレージの品質を表2に示しました。いずれもイネ科混播草地で穂揃期に収穫し、バンカーサイロに詰めたものです。農作業専用の進捗共有・記録システム導入後の2023年産のサイレージは、消化性の低い細胞壁由来の繊維成分であるNDF及びOCWがそれぞれ2022年度産に比べて低くなり、消化しやすい非繊維製炭水化物であるNFCは高くなりました。CP及びTDNも2023年産は2022年産よりもそれぞれ1ポイント、3.67ポイント高くなり、いずれも全道平均を上回りました。これは適期収穫の効果と考えられました。また、pHは4.28から4.20、乳酸含量は0.71%から1.13%となり、発酵品質も向上しました。

表2. 1番草サイレージの飼料成分・発酵品質の比較(ケース2)

調製年	水分	CP (%)	OCC (%)	OCW (%)	NDF (%)	NFC (%)	TDN (%)	pH	乳酸 (%)
2022	77.61	10.98	20.74	72.48	70.33	11.73	53.61	4.28	0.71
北海道平均	66.39	11.24	23.76	68.98	68.12	12.38	56.75	4.50	0.97
2023	79.00	11.98	24.21	69.31	67.83	12.75	57.28	4.20	1.13
北海道平均	68.91	11.34	21.66	71.29	69.02	11.98	54.80	4.56	0.72

CP:粗タンパク質、OCC:細胞内容物、OCW:総繊維、NDF: 中性デタージェント繊維、NFC:非繊維性炭水化物、TDN:可消化養分総量

■ 生産履歴のトレース

農作業専用の進捗共有・記録システムによって、バンカーサイロ内の材料草がどの圃場から持ち込まれたのかが分かります。このことで、サイレージ品質低下の原因推定に役立ちます。

実際の例では、2番草の品質が良くなかったため、その原因についてTMRセンターと農業改良普及員とで議論しました。まずは、農作業専用の進捗共有・記録システムの記録からバンカーサイロに運搬された材料草の量を特定し、圧縮係数*を算出すると1番草(13ページ)と比較しても良い値であったため、踏圧不足の可能性は排除されました。次に、酪酸含量が高いことからスラリー等の混入を疑いましたが、農作業専用の進捗共有・記録システムの作業履歴からスラリー散布は収穫日の50日以上前であることを確認しました。収穫時の天候は小雨のため、ギ酸を添加したことも作業履歴から確認できました。そこで、農作業専用の進捗共有・記録システムから材料草の収穫圃場を特定しマップで確認すると、TMRセンターから遠い圃場であることが分かりました。これらの圃場は、エゾシカによる食害が多く、飼料成分から雑草が多かった可能性が高く、材料草の糖含量が低かったことが発酵品質低下の原因と推定されました。

このように、品質低下の原因がいくつか考えられる場合に、ひとつずつその可能性を検証して潰していくには、材料草の生産履歴でアクセスできる情報の品質が鍵となります。これまでは、材料草の品質悪化原因の追跡は不可能か、できても大まかな情報にとどまっていたましたが、農作業専用の進捗共有・記録システムを利用することで、バンカーサイロ内のどの位置にどの圃場の材料草があるのかを推定できる程に情報の品質が向上するため、精度の高い原因追跡が可能です。そのため、問題の原因が特定しやすく、対策を取りやすくなります。

*圧縮係数:バンカーサイロの容積に対する材料草の容積(ダンプ荷台容積×のべ台数)で表される。

(4) 農作業専用の進捗共有・記録システム導入前後の変化に関するアンケート結果

TMRセンターの構成員を対象に、農作業専用の進捗共有・記録システムの利用と導入後の変化についてアンケートを実施しました。質問は、作業計画・指示的立場からの変化、作業指示を受ける利用者としての立場からの変化、導入前後の意識について問いました。

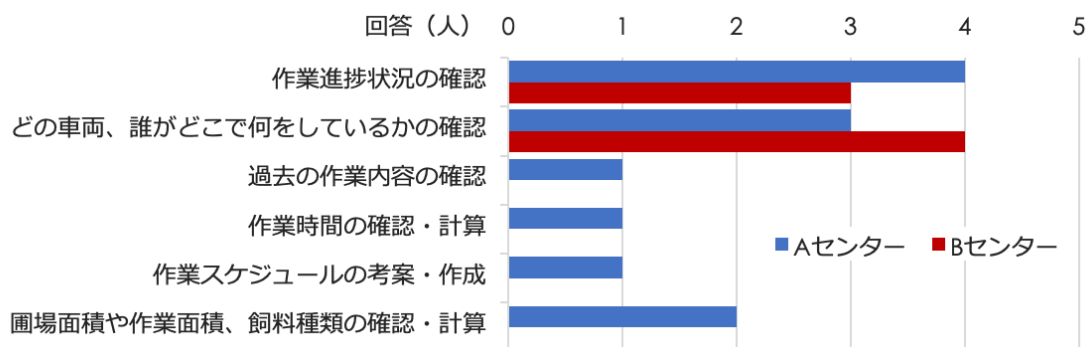


図11. 農作業専用の進捗共有・記録システムの利用目的（複数回答、Aセンター4人、Bセンター7人）

農作業専用の進捗共有・記録システムの利用目的は、作業車の両現在地の確認及び作業進捗状況の確認が最も多く、リアルタイムの情報共有機能が重要視されていることが分かりました（図11）。さらに、Aセンターでは作業時間や圃場面積といったデータ利用にも積極的でした。

■ Aセンター

作業の計画・指示者の立場からは、マップでの見える化が最も高く評価され、離れて作業する作業班別の進行状況、運搬回数通知といった見える化の効果も評価が高くなりました（図12-a）。これらに比べると、日報機能、作業の振り返り効果の評価は少し低くなりましたが、これは導入1年で作業の振り返りのためのデータ蓄積が少ないことが影響している可能性が考えられました。また、Aセンターでは従来の手書き日報がしっかりと管理され賃金支払いの根拠となっていることから、日報のデジタル化は、利用を重ねて慎重な検討が必要とのことでした。

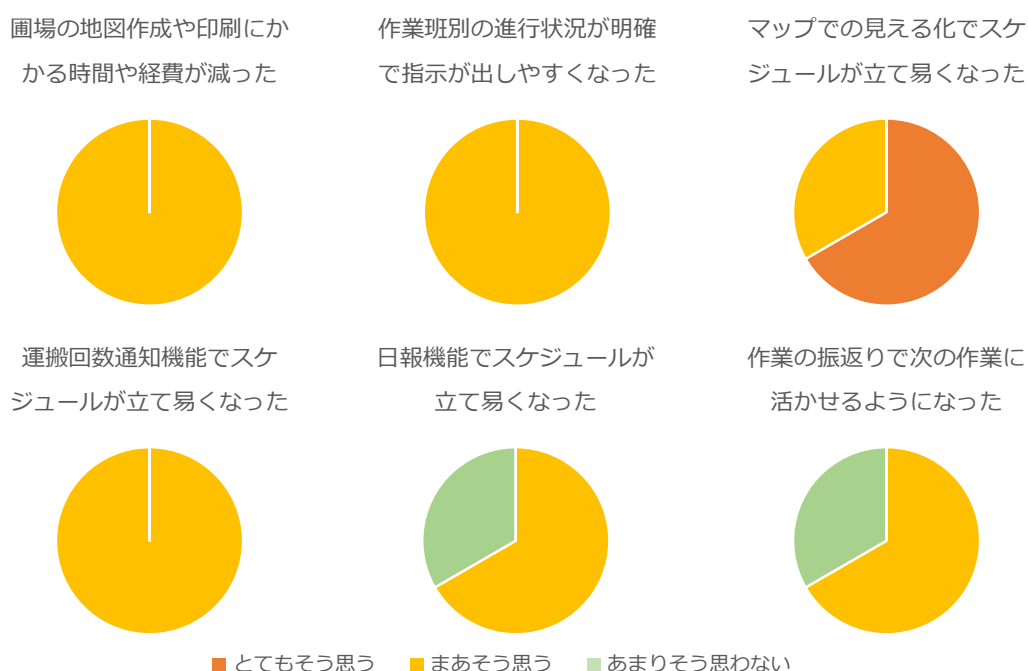


図12-a.作業計画・指示者の回答(Aセンター)

利用者の立場からの回答では、圃場や作業内容の間違い防止は回答者全員が高く評価しており、作業指示の明確化と関連している可能性があります（図12-b）。また、作業時間予測やスケジュール共有といった予定に係る情報共有機能への評価も高く、その結果、自ら予測して動けるようになったことが、作業効率向上につながったのではないかと自由記述の内容から推測できました（表3）。精神的疲労も一定の効果が確認され、作業時間や面積計算の補助効果も確認されました。

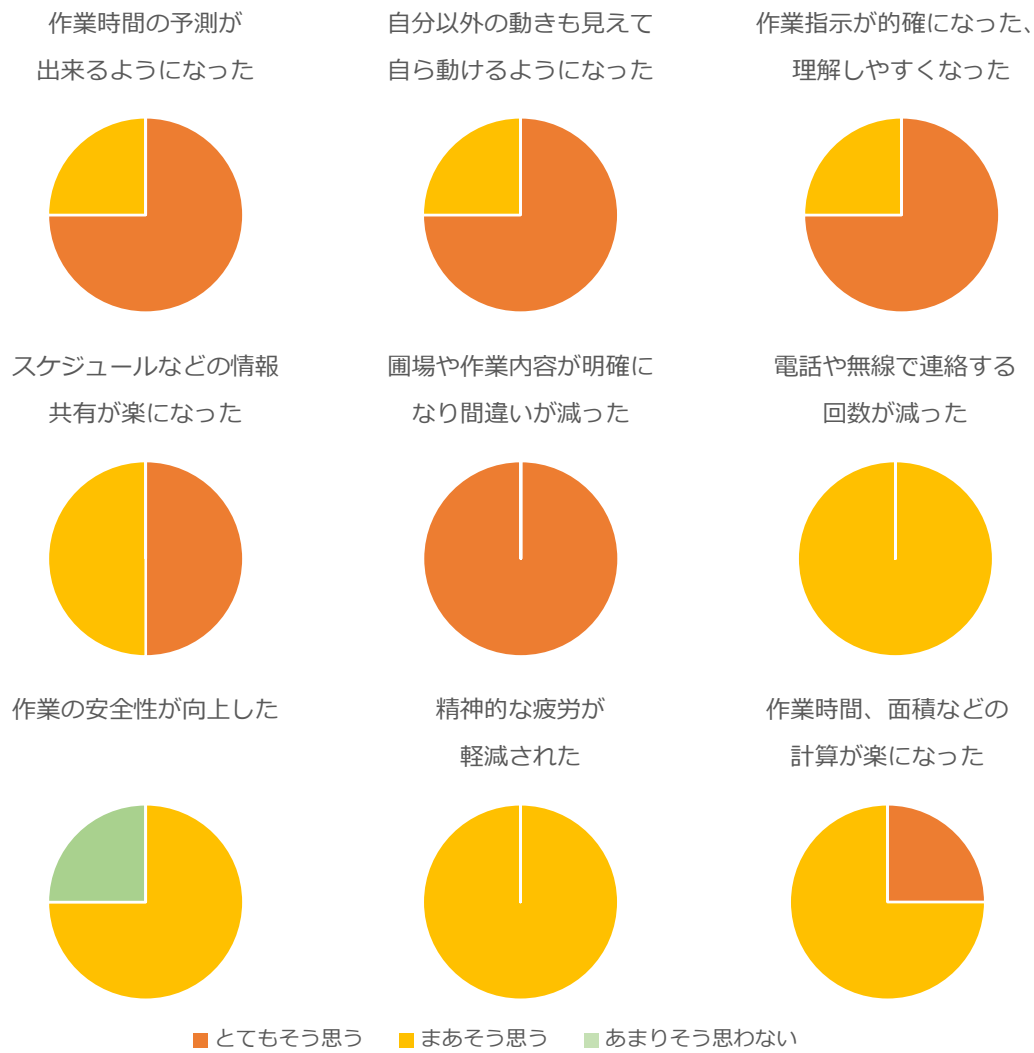


図12-b.利用者としての回答（Aセンター）

表3. 農作業専用の進捗共有・記録システムの導入について良かったこと、悪かったこと、要望に対する回答（Aセンター）

良かったこと	悪かったこと・要望
・作業の効率化や情報の共有がスムーズになった ・みんなが情報共有できること ・仕事の内容を伝える電話の回数が減った	・特に無いがコストがかかる ・電波状況で使えない所があった

農作業専用の進捗共有・記録システムの導入に関しては、GPSで自身の行動が共有・記録される事に対する抵抗感はありませんでした（図12-c）。これはTMRセンター構成員間で農作業専用の進捗共有・記録システムの利用目的が明確であるためと考えられました。また、全員が今後も利用したいと回答し、経費増を上回るメリットを感じていることが分かりました（図12-d）。

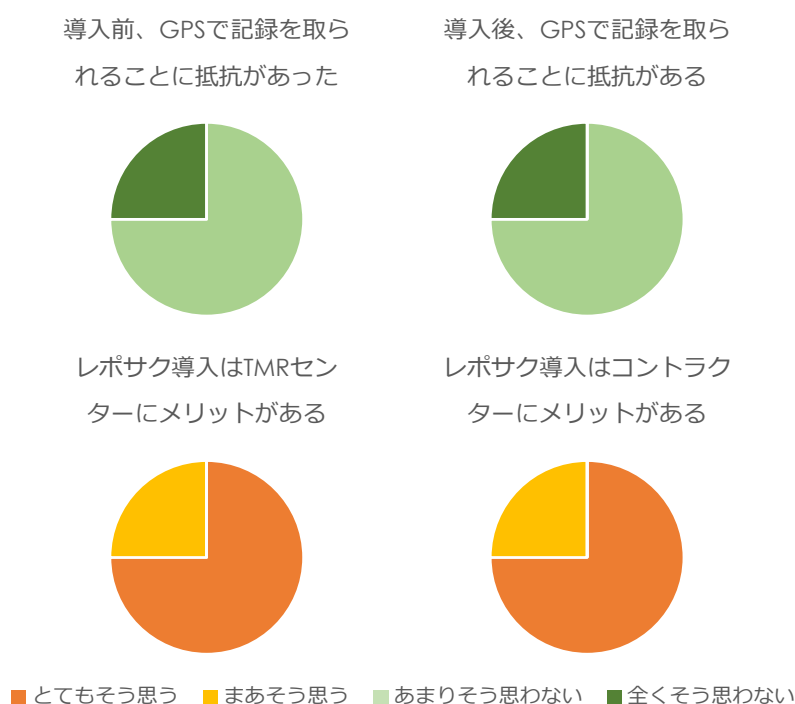


図12-c. 農作業専用の進捗共有・記録システム導入に関する回答（Aセンター）

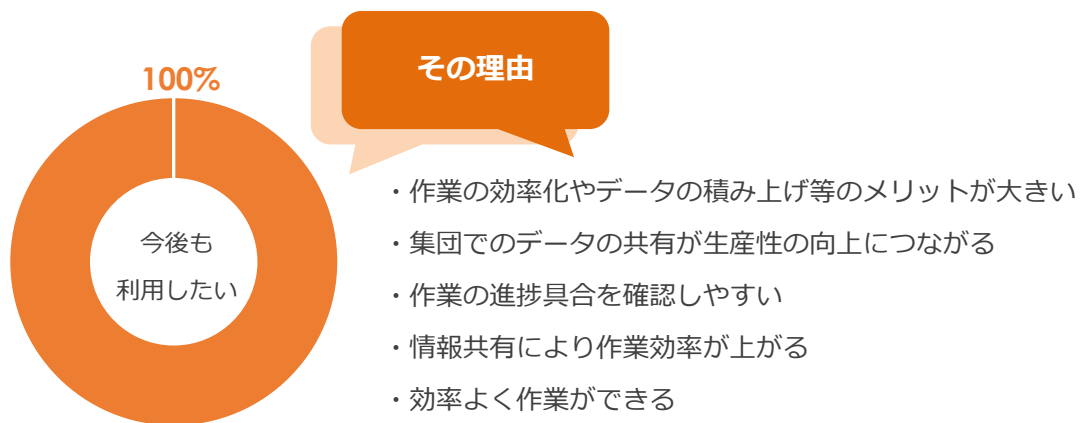
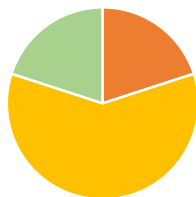


図12-d. 農作業専用の進捗共有・記録システムの継続利用に関する回答（Aセンター）

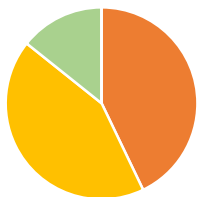
■ Bセンター

作業の計画・指示者の立場からは、作業班別の進行状況やマップでの見える化及び作業の振り返り、といった見える化の効果が高く評価されました。日報や材料草の運搬回数の機能はやや意見が分かれていましたが、この機能を利用する人は高く評価しました（図13-a）。

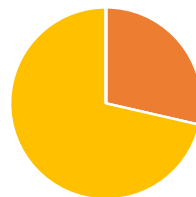
圃場の地図作成や印刷にかかる時間や経費が減った



作業班別の進行状況が明確で指示が出しやすくなった



マップでの見える化でスケジュールが立て易くなった



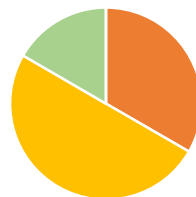
運搬回数通知機能でスケジュールが立て易くなった



日報機能でスケジュールが立て易くなった



作業の振り返りで次の作業に活かせるようになった



■ とてもそう思う ■ まあそう思う ■ あまりそう思わない

図13-a.作業計画・指示者の回答(Bセンター)

利用者の立場からの回答は、Aセンターと同様に、作業時間の予測やスケジュール共有といった予定に関する機能の評価が高く、その結果として自ら動けるようになったものと推測されました(図13-b-①)。一方で、間違い防止や電話連絡回数の減少、安全性の向上や精神的負担の軽減については意見が分かれました(図13-b-①、②)。

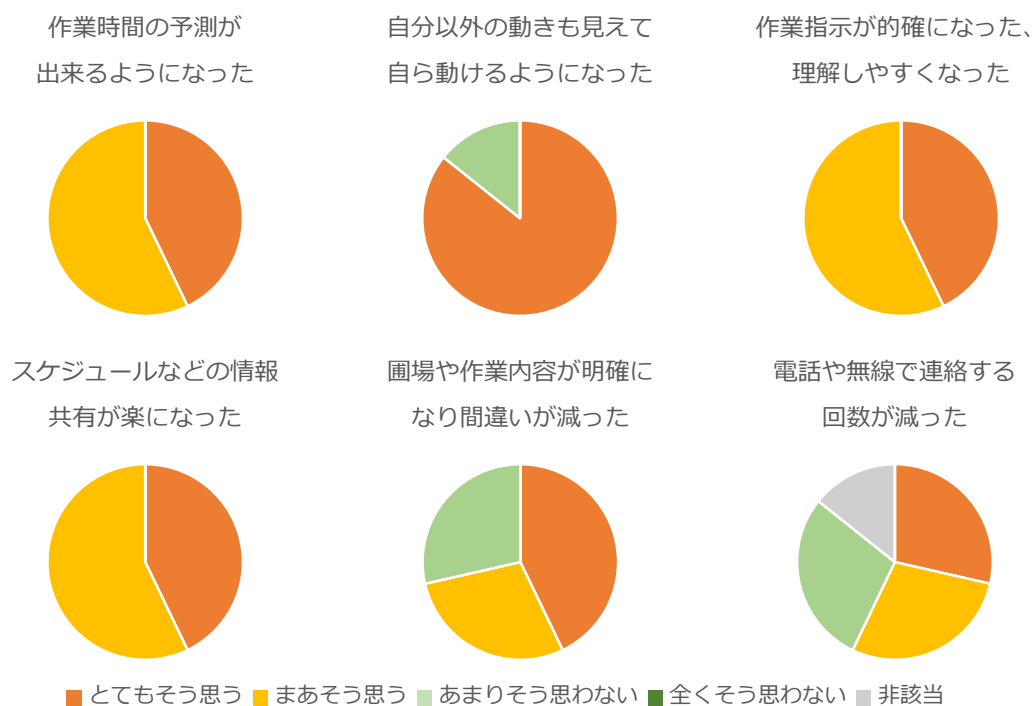


図13-b-①.利用者側の立場の回答(Bセンター)

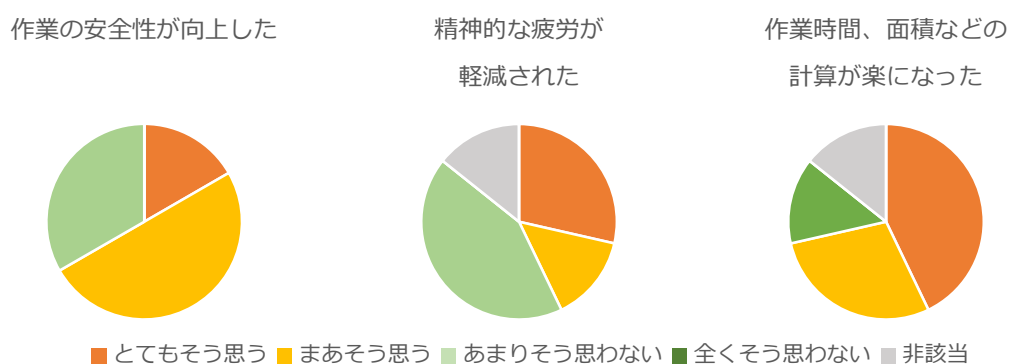


図13-b-②.利用者側の立場の回答(Bセンター)

農作業専用の進捗共有・記録システムの導入に関しては、GPSで自身の行動が共有・記録される事に対する抵抗感は少なく、また導入にメリットを感じる意見が大半でした（図13-c）。また、導入には経費増となるデメリットを指摘しつつも（表4）、全員が今後も利用したいと回答した結果から（図13-d）、経費増を上回るメリットを感じていました。

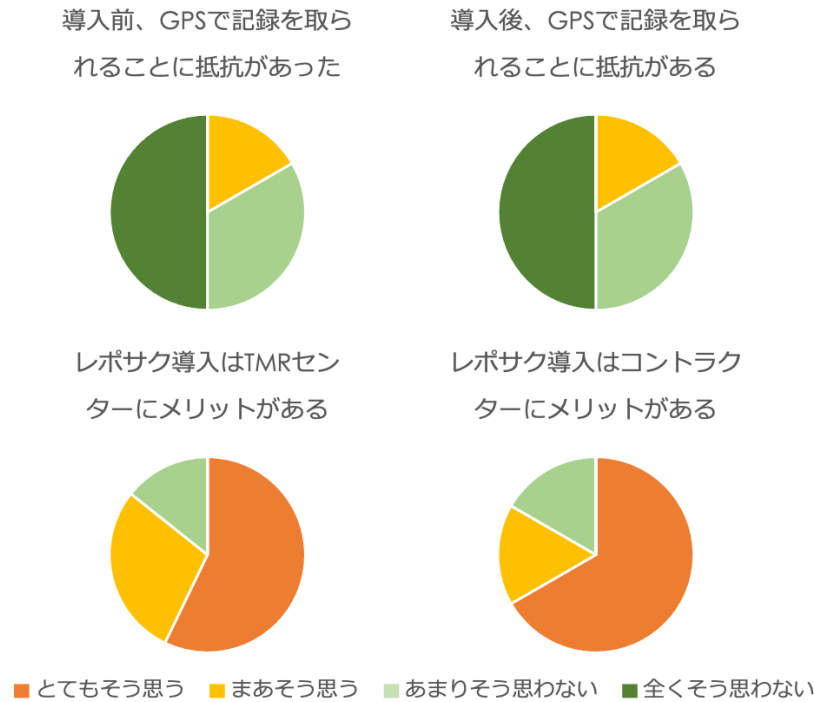


図13-c. 農作業専用の進捗共有・記録システム導入に関する回答（Bセンター）

表4. 農作業専用の進捗共有・記録システムの導入について良かったこと、悪かったこと、要望に対する回答（Bセンター）

良かったこと	悪かったこと・要望
- 各機械の作業場所が直ぐ分かるようになった - 誰がどの圃場に居るのか分かりやすくなった - データが記録として残る - タイムリーに作業を把握できとても良い	- 位置情報の更新が1分ごとのため、実際の車両とスマートフォン画面の表示にタイムラグがあり走行時に少し分かりにくい - 経費がかかる - スマートフォンでのデータのハンドリング性の向上

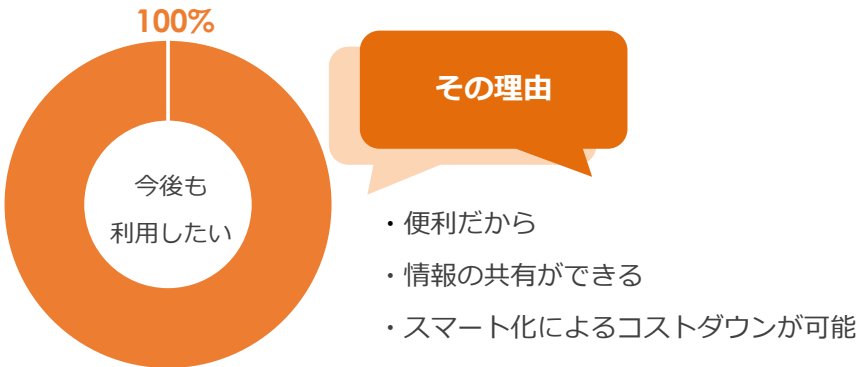


図13-d. 農作業専用の進捗共有・記録システムの継続利用に関する回答（Bセンター）

2. スマート農業技術活用産地支援の実施ポイント

(1) 利用に関する合意形成

農作業専用の進捗共有・記録システムは、農作業車両の位置情報を可視化しデータを記録する機序のため、車両のオペレータには、自分の位置情報を管理者に常に把握される「監視のためのシステム」と考えるケースが想定されます。そのような理由で農作業専用の進捗共有・記録システムを使うことを拒否されてしまうと、全員で情報共有することで作業の予定を立てたり、作業効率を向上させたりすることが難しくなってしまいます。そのため、利用目的を明確にし、現地での作業進捗状況の即時的な把握や圃場間違い防止などの必要性を説明することが重要です。

本事業で支援事業とした産地では、TMRセンター側からコントラクター側へ必要性を説明して最初からコントラクターが利用できた産地と、1年目はTMRセンター所有の機械だけで利用を開始し、2年目にコントラクターへ利用が拡大した産地がありました。後者の例は、まず使ってみて便利さを実感してもらう事ができれば、その後に合意形成が可能になるケースでした。合意形成を図るには、以下(2)のようなワークショップ等で情報を共有する事が大切です。

(2) ワークショップの開催

作業のない冬の時期を利用して、ワークショップを開催しました(図14)。ワークショップでは、収穫作業やスラリー散布作業時の車両の動きを農作業専用の進捗共有・記録システムのデータで再現して作業の振り返りを行いました。車両の動く軌跡を全員で確認することで、どうしてそのような刈り方をしているのかについて、作業を担った本人も思い出しやすく、それらの情報を共有して次年度の作業に活かす事ができます。また、大きく刈り残している場所はエゾシカによる食害であることが情報共有され、鹿柵の設置を検討しました。

TMRセンターの構成員とコントラクター社員が同時に参加したワークショップでは、農作業専用の進捗共有・記録システムのデータでその年の作業を振り返りながら、農作業専用の進捗共有・記録システムの使い方や効果について話し合いました。その結果、次年度はコントラクターでも農作業専用の進捗共有・記録システムを導入する事が決まりました。

このように、1年間の作業をマップ上で動く車両の動画を見ながら振り返ることで、作業の改善方法や農作業専用の進捗共有・記録システムの利用方法などについて活発に意見が交わされました（表5）。農作業専用の進捗共有・記録システムは車両の動きの他に、作業日誌、圃場ごとに残したメモ、バンカーサイロの情報などがデータ化され保存されます。これらを活用して、作業効率や牧草の収量を数値に表して検証する事ができ、次年度の作付けや作業計画に活かすことができます。



図14. ワークショップの様子

表5 ワークショップでの意見事例

効率化について
- 走行する道路選択に役立った - 作業機の配車が効率的になった
材料草とバンカーの位置関係が分かることについて
- 材料草の品質・収量の悪い圃場が推定できるので、草地更新の目安にできる - 圃場から材料草の品質が推定できるので、飼料設計に活かせる。サイレージ取り出し量の計算がし易くなる。
スラリー散布について
- 散布軌跡が残るので、きちんと散布するようになった - 経験の浅いオペレータでも、過去の記録を見れば散布する時の速度が分かるようになった

第4部 参考資料

1. 現地指導で用いた技術

注) 農作業専用の進捗共有・記録システム(エゾウイン株式会社)

<https://reposaku.info/>



レポサク端末



2. アンケート調査票(添付資料1)

この手引き書の著作権について

本手引き書の著作権は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構に帰属します。

この手引き書の問い合わせ先

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター寒地酪農研究領域 根本英子
eikotsu@affrc.go.jp

本事業は、農林水産省「スマート農業技術活用産地支援事業」(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/>

「レポサク」利用についてのアンケート調査

農林水産省スマート農業技術活用産地支援事業において、レポサクの導入実証をお願いしています。
レポサク利用について、アンケート調査にご協力をお願いいたします。

1. あなたの主な作業の種類は何ですか。この1年間で一番多いものを丸で囲んでください。

- ・専務・役員など会社の動向全体を把握する
- ・作業計画作成・指示
- ・モアコン、ハーベスタ、ロールベータなど圃場作業のオペレータ
- ・タイヤショベル(バンカーサイロの踏圧)
- ・ダンプトラック等の運搬車両の運転手
- ・会計や資料作成などの事務作業
- ・その他（ ）

2. あなたの年齢を教えてください

- ・ 20代 ・ 30代 ・ 40代 ・ 50代 ・ 60代 ・ 70代

3. あなたはこの1年間で、作業中にスマホやタブレットを利用して「レポサク」の画面を確認するなど利用しましたか

- ・2022年、2023年共に利用した
- ・2023年のみ利用した
- ・利用したことがない
- ・その他 ()

4. あなたは「レポサク」を主にどのようなことに利用していますか。あてはまるもの全て丸で囲んでください

- ・作業進捗状況の確認
- ・どの車両、誰がどこで何をしているかの確認
- ・過去の作業内容の確認
- ・作業時間などの確認、計算
- ・作業スケジュールの考案・作成
- ・圃場面積や作業面積、飼料種類などの確認、計算
- ・作業者出勤や作業車両の使用日などの確認、計算
- ・利用農家による依頼作業内容の確認
- ・その他（

次のページに続きます→

※ (1) ～ (9) 全員が対象、(10) ～ (15) 作業計画者、指示者などが対象です。

「あと〇時間で終わる」など作業時間の予測が出来るようになった

(2) 自分だけでなく他人の動きも見えるようになり、自ら考えて動けるようになった

(3) 指示役からの作業指示が的確になった、理解しやすくなった

(4) 作業進行やスケジュールなどの情報共有が楽になった

(5) 圃場の場所や作業内容が明確になり、間違いが少なくなった

(6) 電話や無線で連絡する回数が減った

(7) 作業の安全性が向上した

(8) 心配やイライラなどの精神的な疲労が軽減された

(9) 作業時間、面積などの計算が楽になった

(10) 圃場の地図作成や印刷にかかる時間や経費が減った

(11) 複数で動いている作業班ごとの進行状況が明確になり、指示が出しやすくなった

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない

・非該当 ・その他 ()

(12) マップでの見える化により、スケジュールなどが立てやすくなった

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

(13) 運搬回数を知らせる機能によって、スケジュールなどが立てやすくなった

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

(14) 日報機能によって、スケジュールなどが立てやすくなった

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

(15) 過去の記録から作業の振り返りによって、次の作業に活かせるようになった

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

6. レポサクの導入前は、GPSで記録を取られることに抵抗がありましたか？

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

7. 今もGPSで記録を取られることに抵抗がありますか？

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

8. レポサクの導入は、TMRセンターにとってメリットがあると思いますか？

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

9. レポサクの導入は、コントラクターにとってメリットがあると思いますか？

・とてもそう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全くそう思わない
・非該当 ・その他 ()

次のページに続きます→

10. レボサクの利用について、良かったこと、悪かったことを教えてください

自由に記述して下さい

○よかったこと

○悪かったこと

○要望

11. 今後も継続してレボサクを利用したいですか

(あてはまるものを○で囲んでください)

・利用したい ・利用したくない ・どちらでもない

12. その理由は何ですか

自由に記述して下さい

()

13. レボサクに関して自由にお書きください

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。