

TMRセンター利用型良質自給飼料生産利用による高泌乳牛の スマート牛群管理体系の実証

TMRセンターアクセス・漆原牧場（北海道中標津町）

背景及び取組概要

＜実証面積：978ha、経産牛頭数：130頭規模＞ ＜実証品目：牧草、飼料用トウモロコシ、TMR、生乳＞

- 北海道酪農で重要性が増すTMRセンターでの高品質・超省力的TMR調製と酪農家における飼養管理改善に向け、
 - ① 牧草、飼料用トウモロコシ栽培にドローン、GPS・クラウドデータ管理などを導入し、収量・品質を改善、労働時間を短縮。
 - ② TMR製造と製品管理にIoTを導入し、飼料調製を高精度・超省力化、作業効率を向上。
 - ③ 飼養管理にIoTを導入し家畜管理作業を効率化、さらに圃場から生乳まで各生産工程データの見える化とリモートアクセスにより異常発生時の対応を迅速化。

導入技術

ドローン活用

・株数、収量計測で作業計画最適化、草地スポット除草に適用



GPS・クラウド

・同時に数十台稼働する全車両の作業軌跡を自動記録



IoT活用TMR調製

・濃厚飼料量データを自動通信、トラック乗降・手作業不要



乳牛位置情報探索

・探している牛を放し飼い牛群から発見、管理時間を大幅短縮



生産データリモートアクセス

・遠隔地で圃場～生乳データを確認、異常時対応を迅速化



圃場管理

収穫調製

TMR製造・
製品管理

飼養管理

生乳生産

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 栽培管理の高度化でサイレージ収量・品質改善、調製作業効率10%向上。
- TMR製造労働時間の1割以上削減、製品管理作業時間を従来比1/10へ短縮。
- 乳牛の異常発生時の対応時間を従来比1/10へ短縮。
- TMR高品質化による乳量・乳成分の改善と乳牛の健康の維持増進。

各研究項目の現在の達成状況

1. 飼料用トウモロコシ圃場の雑草繁茂状況が圃場ごとに可視化。スポット除草か全面散布かの判断材料が取得可能。雑草繁茂位置は地理情報システム(GIS)で特定でき、散布量や散布時間の短縮が可能。
2. トウモロコシ収量がドローン空撮データに基づき誤差15.9%で推定。
3. 収穫調製作業の自動記録・リアルタイムモニタリングで最適な配車指示、作業時間が10%短縮。
4. バンカーサイロの踏圧回数モニタリングにより、牧草サイレージの圧縮係数が17%増加して品質改善。
5. 配合飼料タンクのシャッター自動開閉・自動計量システムにより、濃厚飼料投入作業に要する時間が12%短縮。
6. QRコードを利用したTMR管理システムにより、出荷・配送にかかる記録作業時間が6割削減。
7. 牛舎内特定個体位置情報検索システムの導入により、異常牛の特定にかかる時間が8割削減。
8. 搾乳ロボットデータ、出荷乳(バルク乳)乳質データが共有かつリモート閲覧が可能。

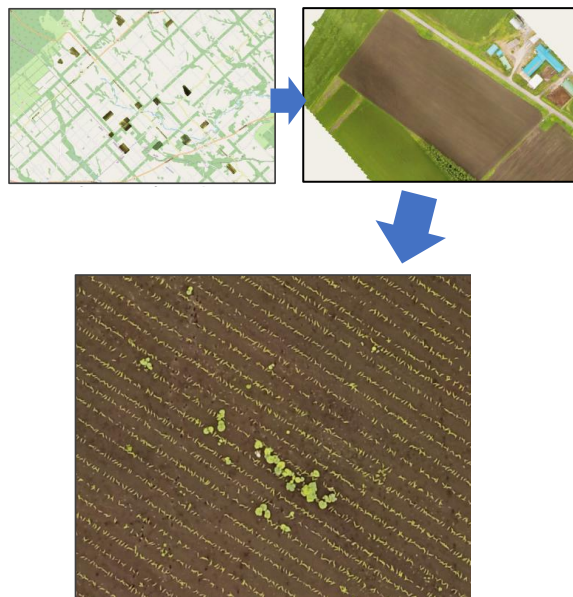
1. ドローン空撮画像解析による飼料用トウモロコシ圃場雑草対策

取組概要

- ドローン空撮画像データから作成したオルソ画像を地理情報システムで管理することにより、確認したい圃場を拡大して雑草繁茂状況を確認でき、位置座標も容易に取得できた。

(使用機器) ドローン Phantom4

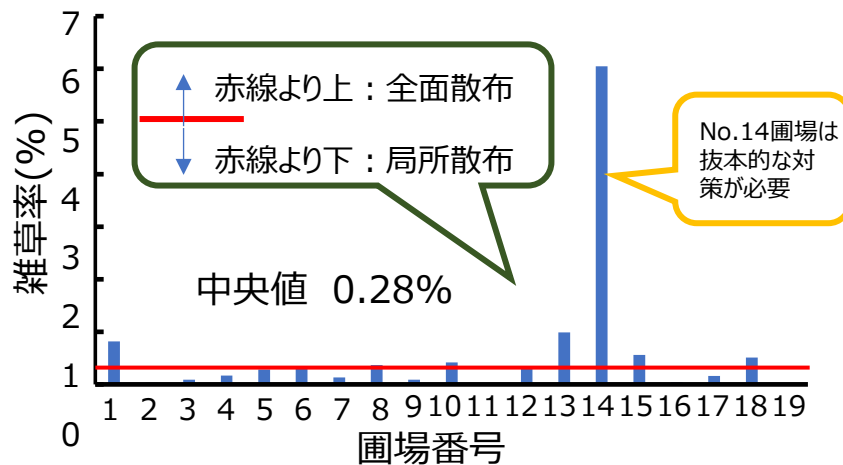
画像処理ソフト PhotoScan



圃場の画像拡大にて雑草の座標取得

実証結果

- 圃場あたりの雑草率(圃場を1m²メッシュに区切り、繁茂していると判断されたメッシュの数)は、平均で0.6%であったが、圃場ごとのばらつきが大きかった。
- 除草剤の重点散布必要箇所の位置が特定できるとともに、全面散布が必要な圃場と局所散布で済む圃場の区別が可能となった。局所散布により、除草剤散布量を大きく削減できる。



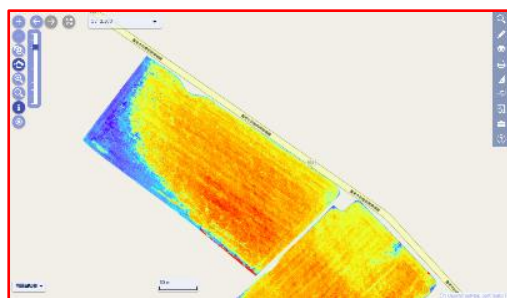
1ha当たり25箇所程度の局所散布の場合、1haの除草に必要な薬剤量は全面散布する場合の1,500Lに対して8Lとわずか0.5%で済み、その時の作業時間は10分/ha(全面散布=12分/ha)。

2. ドローン空撮画像解析による飼料用トウモロコシ収量予測

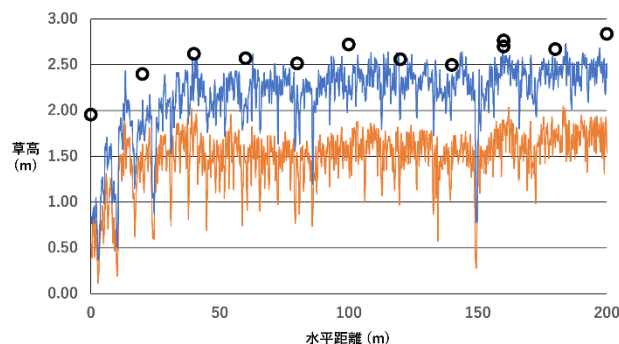
取組概要

- ドローン空撮画像データからトウモロコシ圃場全体の草高の計測を行った。また鉛直方向(-90度)の撮影によるdomingを低減させるため、斜め撮影(-80度)を試みた。

(使用機器) ドローン Inspire 2, Phantom 4
画像処理ソフト PhotoScan



GISを用いた草高計測結果の管理



※1 実測値：測線沿い20 m毎に5-10本の草丈（地面～雄穂）をスタッフで計測した平均値

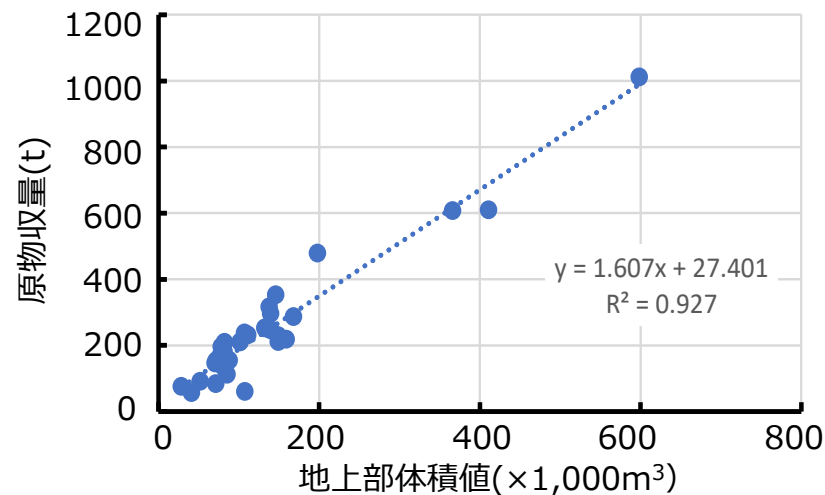
※2 -80° DSM：カメラ角度-80°で空撮した2時期（2020/5/25と2020/8/23）の写真から作成したDSMsの鉛直差分

※3 -90° DSM：カメラ角度-90°で空撮した2時期（2020/5/25と2020/8/23）の写真から作成したDSMsの鉛直差分

鉛直方向および斜め撮影による草高計測結果
(○は実測値)

実証結果

- 圃場全体の草高の分布に基づき、植物体地上部の体積を推定し、それと実際に収穫された材料の重量との関係から、推定値と測定値との誤差は15.9%となり、精度80%の目標が達成された。



今後の課題（と対応）

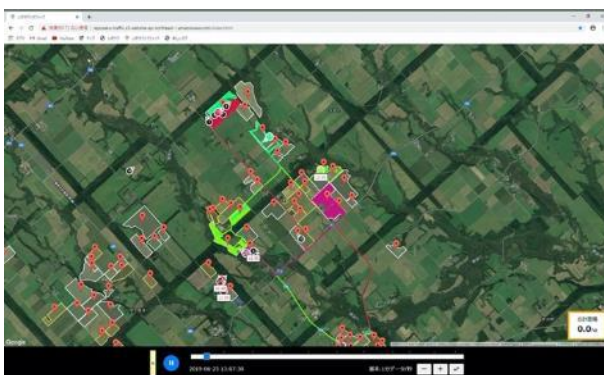
- ドローンの撮影・データ処理を自前で行うには労力がかかる。データ処理サービスの利用にはコストがかかるため、サービスのシェアリング利用といった仕組みが必要である。

3. GPS・クラウド活用による収穫調製作業自動記録

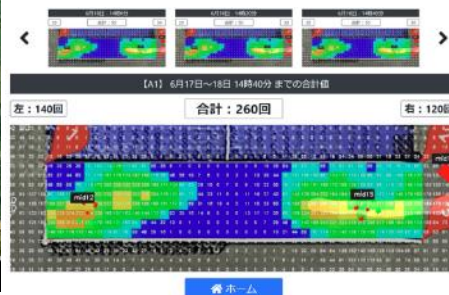
取組概要

- 牧草、飼料用トウモロコシの収穫調製時に同時に数十台稼働するモアコン、フォレージハーベスタ、ダンプ、バケットローダなどの作業軌跡を自動記録、リアルタイムモニターシステムを導入し、最適な作業機配置の指示による収穫調製作業の効率化。

(使用機器)「レポサク」(株)エゾウイン

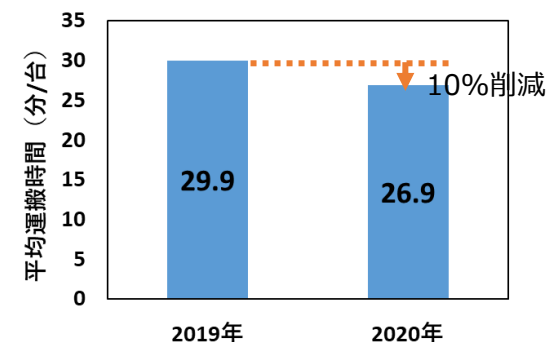


作業軌跡の自動記録・リアルタイム表示 (左: ハーベスタとダンプ 右: 踏圧作業)



実証結果

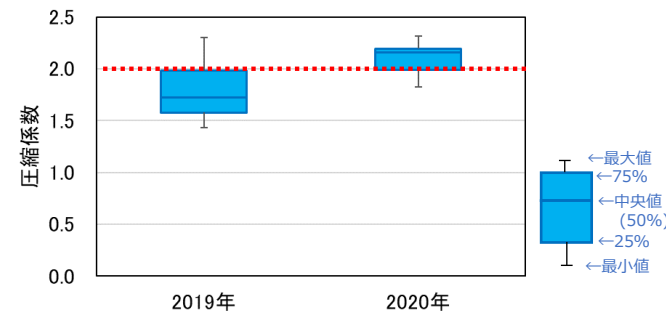
- 各車両にタブレットを搭載したことで、導入前(2019年)より作業効率が改善。ダンプの場合、ハーベスタ待ちで生じる渋滞が解消、単位面積当たり作業時間が10%短縮



ダンプ1台あたりの運搬時間(1番草)

- バンカーサイロ踏圧作業の精密化、サイレージ品質向上につながる圧縮係数の平均値が17%増加

(.....圧縮係数2.0以上がサイレージ高品質の目安)



バンカーサイロの圧縮係数(1番草)

4. IoT活用型TMR調製システム

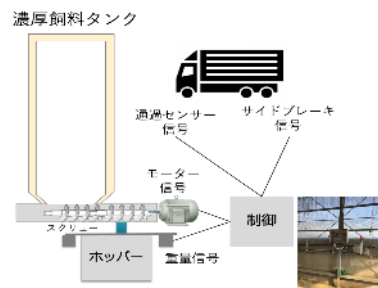
取組概要

- TMR用ミキシングトラックへの濃厚飼料投入時に、管理室から計量データを送信、トラックが所定タンク下に着いてサイドブレーキを引くと定量が自動排出。作業者の乗降と手作業での計量が不要でTMR調製作業効率を向上させる。

(使用機器) IoT活用型TMR調製システム (株)北海道インダ



濃厚飼料タンク



シャッター自動開閉システム



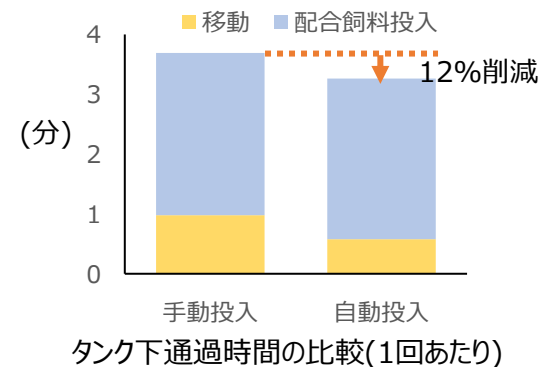
導入前：
降車して手作業で飼料投入
(冬季は足元が凍結していて転倒することも)



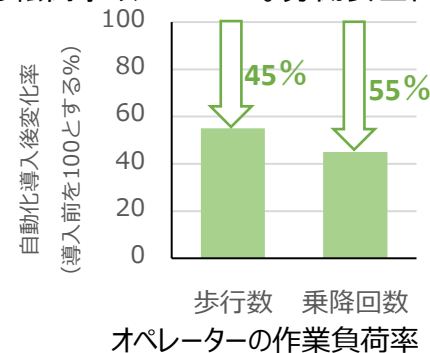
導入後：
自動で飼料投入、キャビン内で確認するだけ

実証結果

- 濃厚飼料投入作業に要する時間が12%短縮。
- 1kg単位での正確な計量により、飼料ロス削減。



- 作業者の歩数が45%、地上高140cmのキャビン乗降回数が55% 減少。冬季にタンク下床面が凍結して発生する転倒事故がゼロに。労働安全面でも効果。



今後の課題 (と対応)

ミキシングトラック構内自動走行への期待が生産現場では大きい。

5. QRコード型TMR製品管理システム

取組概要

- TMRの製品管理にQRコードを利用して、配送時の運転手が行う配送履歴管理作業を簡略化、省力化。出荷と記録にかかる作業時間を短縮。

(使用機器)

QRコード型TMR製品管理システム (株)北海道イシダ



配送伝票の準備



手書き伝票からの入力
はミスが多かった



実証結果

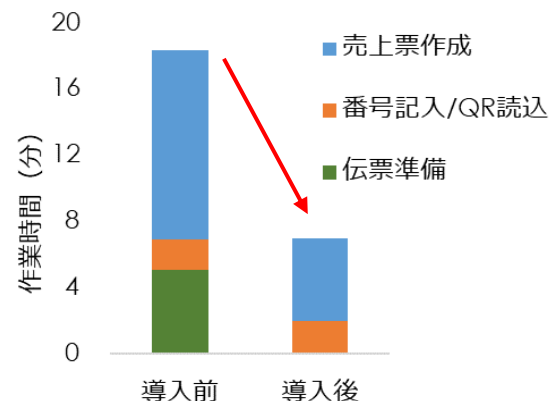
- 手書き作業に伴う伝票の準備作業が不要となり、記載の違い、文字の判読困難、伝票の重複などのトラブルが解消。
- 伝票準備時間が不要になり、作業時間は6割減少。



QRコード付き製品表示票



スマートフォンでのQRコード
読み取り



TMR出荷と売上げデータ入力に
かかる作業時間減少効果



納品書の自動印刷

今後の課題 (と対応)

「生産データリモートアクセスシステム」とのデータ連携

6. 乳牛個体位置情報探索システム

取組概要

- 100頭規模の経産牛が放し飼いされている牛群から、管理を要する特定の個体を探し出し位置を知らせるシステムにより、妊娠鑑定を要する牛、搾乳ロボットを長時間訪問していない牛、乳量が大きく減少した牛などの発見を効率化。関連する管理作業時間を5分の1に削減させる。

(使用機器) 乳牛個体位置情報探索システム (株)北海道インダ



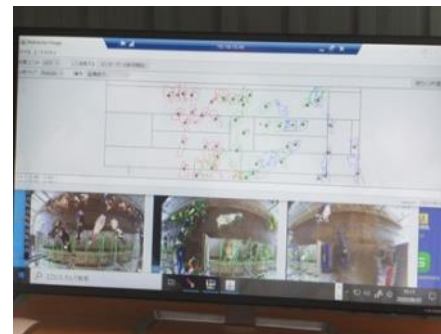
天井に設置したカメラ (矢印)



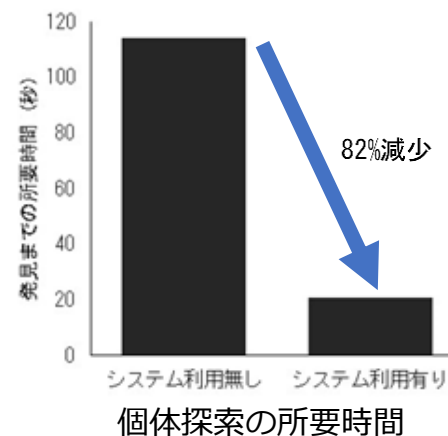
魚眼レンズ画像の結合処理

実証結果

- 9台のカメラで、個体を追跡するシステム。まだ見失うケースがあるものの、発見までの所要時間は8割減少。



AIを用いた位置情報探索の例



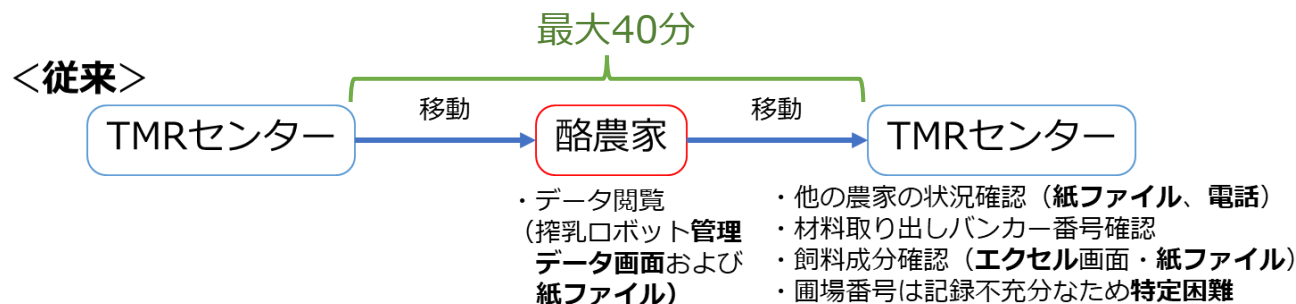
今後の課題 (と対応)

送風機によるカメラの揺れ対策。
粉塵、クモの巣の画像鮮明度への影響の検証。

7. 生産データリモートアクセスシステム

取組概要

- 圃場の空撮画像、圃場作業データ、バンカーサイロ情報、搾乳ロボット生体情報データ、出荷乳乳成分・乳質データなど、各生産工程のデータを、TMRセンターや各酪農家以外の場所で閲覧、共有可能なシステムを導入。異常発生時の振り返り、原因究明と対応を迅速化。
- (使用機器) 生産データリモートアクセスシステム (株)北海道イシダ、(株)エゾウイン



実証結果

＜導入後＞

TMRセンター

移動ゼロ

- ・他の農家も含めデータ閲覧 (システム画面)
- ・材料取り出しバンカー番号確認
- ・飼料成分確認 (システム画面)
- ・圃場番号は自動記録されて特定可能 (システム画面)

- ①圃場の形状・面積、生育状況(外観)の季節変化、②作業内容・時間・効率
 - ③各バンカーサイロの調製日、材料の収穫圃場、水分、重量、開封日、終了日
 - ④搾乳ロボットで自動収集される乳量、搾乳回数、訪問回数、反芻など各種データ
 - ⑤乳脂肪、乳蛋白質、無脂乳固形分、尿素態窒素、体細胞数、遊離脂肪酸など乳成分・乳質データ
- が一つのソフト上画面で統合的に確認可能。追跡・振り返りが可能に。

◎ 構成比率

圃場	年	日付	種類	構成比率 (%)	水分量 (%)	調製した重量 (kg)	飼料量 (kg)	体
K-10	2020	7月3日	1番草	1.52	75.0%	64.6	19.4	4
K-2	2020	7月3日	1番草	9.06	75.0%	388.8	116.0	21
K-4	2020	7月3日	1番草	3.17	75.0%	132.8	39.8	10
K-7	2020	7月3日	1番草	7.5	75.0%	319.2	95.8	21
K-3	2020	7月3日	1番草	2.81	75.0%	332.5	99.7	24
G-9	2020	7月3日	1番草	2.81	75.0%	119.7	35.9	9
H-5	2020	7月3日	1番草	6.49	75.0%	276.5	82.9	21

A-10			B-12		
種類	1番草 /		種類	2番草 /	
製造時期	2020年7月3日 - 7月4日		製造時期	2020年9月8日 - 9月9日	
備考	-		備考	-	
開封開始	2021年1月		開封開始	2021年1月	
分析場所	42m下 42m上		分析場所	17m下 17m上	
→ 詳細を見る			→ 詳細を見る		

リモートアクセスデータの表示例

実証を通じて生じた課題

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(型式名)	技術的な課題
牛群管理	乳牛位置情報解析システム	カメラの死角になることで、追跡が途切れてしまい、認識できる頭数の割合が下がることもある。プロジェクト終了後も、開発担当機関と実証代表との共同研究で、改良研究を継続している。

問い合わせ先

○ 問い合わせ先

農研機構北海道農業研究センター 寒地酪農研究領域

上田 靖子 (Tel:011-857-9268 E-mail:ueda.yasuko286@naro.go.jp)

TMRセンター アクシス利用者協議会

会長 鈴木 直良

事務局 加藤 敬枝 (Tel:0153-78-2234 E-mail:takae.kato@kenebetsuja-hokkaido.gr.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/>