

スマート農業技術導入手引き書 (畜産)

放牧牛の飼養管理における位置情報システム
(GPS イヤタグ) 及びスマート草地管理技術の導入
による放牧管理労力削減のための手引き

令和7年 12 月26日

実施グループ名: 阿蘇地域草地高度活用実証支援グループ
(活用支援 ID: 援 H39)

代表機関: 熊本県農業研究センター草地畜産研究所

目次

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	4
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	6
3. 導入技術の定着のための要件	9
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）	11
1. 課題の整理と対応策の検討	11
2. 関係各機関との連携体制の構築	12
3. 導入計画の策定	12
4. 牧野組合への導入促進	19
5. 導入技術の定着のための要件	35
第4部 参考資料	36

はじめに

熊本県阿蘇地域には約 2.2 万 ha もの広大な草原があり、国内でも一大放牧飼養地域として畜産的利用が古くから行われています。家畜の放牧は草原の維持にも貢献しており、阿蘇の草原はその価値が高く評価され、飼料資源としての重要性はもちろんのこと、約 13,500 年間続いてきた草原での「野焼き」「採草」「放牧」が継続して行われることで、草原は維持されており、「阿蘇の草原の維持と持続的な農業」が評価され、2013 年には「世界農業遺産」にも認定されています。また、その草原の雄大な自然風景は、観光資源としても重要な役割を果たしています。

しかし近年、高齢化及び後継者不足に伴う有畜農家の減少や、阿蘇は特徴的な波状丘陵地であること等から、放牧牛の管理作業には多大な労力を要する状況にあります。

これらを背景に、放牧管理作業の効率化を図るため、令和 2 年度から放牧関係 ICT の導入実証に取り組みました。この実証を行ってきた中で、放牧地における草地生産性の低下により、放牧牛の採食エリアに偏りが生じており、放牧牛の位置確認システムによる効率的な放牧管理技術の確立が必要となっていることが分かりました。さらに、阿蘇地域特有の波状丘陵地での機械作業は、熟練を要するため、常にオペレーターが不足している状況にあります。そこで、本プロジェクトでは、これまでに整理された課題を踏まえ、以下の取組を実施しました。

- (1) 耳標型タグにソーラーパネルを組み込んだ基地局不要の放牧牛位置情報システム（以下「GPSイヤタグ」という。）を、広域放牧（阿蘇地域以外からの繁殖雌牛放牧の受入れ）を実施している牧野組合の受入れ牛に装着し、可視化された情報を預託者と受託者（組合員）が共有することで、遠隔地からの預託者が安心して利用できる広域放牧体制を構築する。
- (2) 草地生産性が低下してきた放牧地で、これまで阿蘇地域で主体とされてきた寒地型永年牧草に加え、イタリアンライグラスや暖地型牧草を自動操舵トラクターと不耕起汎用ドリルで播種することにより、作業効率化及び省力化を図る。

本手引き書では、これらスマート農業技術の導入効果についてのケーススタディを示しました。放牧・草地管理技術又は同様の技術の利用を検討する畜産農家等が、導入に向けて参考にしていたければ幸いです。

令和 7 年 12 月 26 日
支援実施グループ代表者
時田 康広
(熊本県農業研究センター草地畜産研究所)
活用推進担当者
野崎 由美
(熊本県農業研究センター草地畜産研究所)

・ 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、一切責任を負わない。
- 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、農研機構が保証するものではない。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すること。
- 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すること。

第Ⅰ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（放牧牛）

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）
- ・圃場毎の投下労働時間や資材投入量、生育・収量等の各種経営データに基づく経営改善（データ駆動経営改善型）

3. この手引き書で取り上げる技術

- (1) 放牧牛位置情報システム（GPS イヤタグ）
- (2) スマート草地管理技術（自動操舵トラクター及び不耕起汎用ドリルを用いた草地更新技術）

4. 産地の現状と取り組む目的

阿蘇地域の牧野では、広域放牧により地域外の牛も受け入れているが、農家の高齢化・減少により、放牧牛の見回りや給餌、草地管理などの負担が増大し、経営継続が困難になるケースが相次いでいる。また、草地管理面では、令和元年度に実施した阿蘇地域で改良草地を所有する56牧野組合を対象としたアンケート結果によると、おおよそ62%の牧野組合が草地更新を行っておらず、その理由の多くが費用・人手不足、更新による効果を実感できていないということが分かった。さらに、阿蘇地域特有の波状丘陵地での機械作業は、熟練を要するため、常にオペレーターが不足している状況にあり、適切な草地管理が出来ずに雑草や害虫の侵入により草地生産性が低下している。

このため、放牧牛の位置や状態を遠隔で確認・共有できる仕組みを整備し、預託者と受託者の安心な広域放牧体制を構築するとともに、スマート技術による草地管理の効率化と生産性向上を図ることを目的とした。

5. 期待される成果

GPS イヤタグの導入により、広大な放牧地でも牛の所在確認が容易になり、見回り点検の労力削減が期待される。また、牛の病気やケガ、逃亡などへの迅速な対応が可能となり、損失防止につながる。

自動操舵トラクターの導入により、重複・ムラのない草地管理作業が可能となり、草地管理の作業精度が向上し、均一な草地更新が実現できる。また、作業者の熟練度に左右されず、だれでも高精度な作業が可能となり、圃場作業時間が減少するなどの作業効率の向上と労働負担軽減による経営改善が期待される。

6. この手引き書の活用面と留意点

本手引き書は、広大かつ遠隔地にある放牧地及び採草地を活用した畜産経営において活用可能である。

なお、地域条件や機器仕様により運用方法が異なるため、導入時は最新情報を確認し、適切な管理と安全に十分留意する必要がある。

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

放牧牛の GPS イヤタグ及び自動操舵トラクターは、中規模の経営や労働力不足の進む地域において、課題解決に効果を発揮する。広大な放牧地を管理する作業では、牛の所在確認や草地更新作業に多くの時間と労力を要するが、これらの技術導入により省力化と作業精度の向上が期待される。また、少人数で多頭を管理する経営体では、放牧牛の見回りや機械作業を効率化できるため、労働力の補完手段として有効である。

経営的にも、導入コストを共同利用や地域組織によるシェアリングで分担することで、中規模程度の経営体でも十分導入効果が見込まれる。

本手引き書では、放牧牛の GPS イヤタグ、自動操舵トラクターの導入を通じて、放牧管理の効率化、草地管理の省力化や作業精度の向上を図るための基本的な手順と留意点を示している。

産地が地域の実情に応じてスマート農業技術を効果的に活用し、持続的で生産性の高い放牧経営を実現することを目的としている。

2. 地域（産地）における取組の手順

技術導入を円滑に進めるためには、次のような組織的・技術的・経営的条件を検討し整理することが重要である。

(1) 課題の整理と対応策の検討

地域の放牧管理や草地更新作業における課題を明確にする。

導入に取り組む農家（導入を検討している農家）に対し、現在の問題及び課題を聞き取りし、整理。それぞれの問題・課題解決に有効な技術や手法を検討し、導入に取り組む農家に明示する。導入に取り組んだ後は、定期的に技術導入後の状況確認を行い、発生した問題・及び課題に対し、対応策を検討・提案する。



サポートチームによる導入に取り組む農家への聞き取り調査



現地検討会（月1回程度）における導入後の状況確認及び問題把握・解決

(2) 関係機関との連携体制の構築

生産者、自治体（地域振興局など）、農業団体（農協など）及び機器メーカー等が連携し、導入支援や技術指導の体制を整理し、サポートチームを編成する。
導入に取り組む農家（組織）の課題を整理したうえで、導入目的や期待される効果を地域内で共有し、役割分担と責任体制を明確にすること。

《関係機関の選定に係る考え方の一例》

- ◎全体的なコーディネーターの役割 → 地域振興局の農業普及指導員や営農指導員（農協等）
- ◎技術的支援（データ採取・分析・助言） → 都道府県等の研究機関
→ 導入する技術（システム）の開発会社
- ◎経営的支援（経営課題解決方法の提案） → 各都道府県の畜産協会 等



(3) 導入計画の策定

導入計画の策定においては以下の項目について検討すること。

- 導入規模** :産地（地域）全体に広げる前に少ない放牧頭数（～10頭）・小面積規模（～10ha）で導入する。この結果を受けて放牧面積が大きく放牧頭数が多い牧野組合に展開する。
- 機器の選定**:機器概要及び使用結果などの情報提供（写真1）。
- ※放牧地や作業圃場で安定した通信環境（GNSS衛星受信・通信回線など）を確認・確保すること。
- 費用負担** :導入コストのみならずデータ通信費や維持管理のためのコスト、新たな生産方式の導入コスト等を整理する。
- 導入コストと維持コストを踏まえ、経営規模や作業体系に見合った投

資計画を立てる。

地域内での共同利用・シェアリング体制の検討により、コスト負担軽減方法を模索する。

※特に自動操舵トラクター等の高額な機械は、積極的な共同利用を検討すること。具体的には、各地域の飼料生産組織が導入する（例：組織が所有し、サービスとして提供）。もしくは、複数の牧野組合で自動操舵トラクターを保有し、共同利用を行う（例：複数の牧野組合が共同出資して機体を所有し、牧野組合間で利用スケジュールを事前調整する等）。

いずれの場合も、繁忙期の利用競合や操作レベルの差、責任の曖昧化（事故・破損）、継続的な合意形成の必要性といった課題が発生する可能性があるため、自治体や農業団体が役割分担して支援する必要がある（広域的な作業カレンダーのモデル提示や、操作研修の開催、保険制度（農機保険・賠償責任保険）の紹介等）。

運用ルール

：機器のメンテナンスやメンバーの管理方法を定める。

機器導入後も継続的な保守点検・ソフト更新を行える環境を確保する。

機器やシステム使用中にトラブルが発生した際の連絡体制を構築する。

データ管理方法

：管理責任者及びデータの保管場所等を定める。機器の仕様や操作方法を理解し、操作研修・トラブル対応体制を整える。



（写真 1）普及員及び研究員による技術の紹介

（4） 牧野組合への導入促進

以下の取組を実施し、技術導入に係る知見及びノウハウの共有を図る。

- ・試験的導入として、少ない放牧頭数・小規模面積で取組を行い、作業性や効果、課題を把握する。
 - GPS 機器の課題があれば、装着方法や取扱いでの不具合を機器メーカー等と協議して改善を図る。
 - 草地更新の課題があれば、圃場内だけでなく、圃場までの運搬方法や通信状況の改善などを図る。
- ・取組の振り返りとして、生産者を交えて普及指導員、研究機関の職員などがスマート農業技術導入後の意見交換を行い、課題を共有する。
- ・導入結果を踏まえて、今後の課題解決を含めて具体的な対策を整理して提案する。

3. 導入技術の定着のための要件

- GPS イヤタグ：遠隔地での放牧牛の確認が効率的になるので、自宅と放牧地が離れた条件での放牧（広域放牧等）において効果的な技術となる。
- 自動操舵トラクター・不耕起汎用ドリル：波状丘陵地での播種作業では、傾斜のあるほ場での直進性の保持などの作業精度が求められる。経験が浅くても自動操舵機能により、機械操作技術がサポートされるため、傾斜地での播種作業におけるオペレーターの負担軽減を求めている牧野組合や、高精度作業技能を持つオペレーター確保が困難な牧野組合において効果的な技術となる。また、ほ場の条件は、大規模面積であることが望ましい（1ha 以上が目安）。

導入した技術を定着させる要件は以下のとおり。

- (1) 組織的要件【体制づくり】：産地の農業普及指導員・営農指導員と、技術導入した農家（組織）が綿密なコミュニケーションをとれる体制を構築すること。
- (2) 技術的要件【導入環境の整備】：GPS イヤタグ利用では広域放牧において通信環境の整備を行うこと。草地更新の播種作業では、作業機の破損・事故防止のため、草地までの侵入経路の枝打ちや農道の整備をすること。また、自動操舵トラクター・不耕起汎用ドリルの幅を確認し、草地までの侵入経路の道幅での通過が可能か確認したうえで、導入する機械の規模（大きさ）を選定すること。
- (3) 経営的要件【費用・運用面】：機器購入費及び通信費が必要となる旨を農家に説明し、具体的な金額を提示したうえで、導入の是非を農家が決定すること。また、費用負担軽減のために、組織内及び他組織（近隣牧野組合等）での機械のシェアリングを積極的に検討すること。必要に応じて運用資金の相談に応じること。
- (4) 人的要件【ステークスホルダーと知識】：技術を継続的に使用できるよう、導入支援の関係機関だけでなく、導入に取り組む農家に対し、使用する機器やシステムの操作方法及びトラブルシューティングを示したマニュアル等を整備し、自立した対応のためには自動操舵トラクターのオペレーターを確保するなどのスマート農業技術に対応した

「人づくり」を進めること。技術を導入した農家（組織）の許可を得たうえで、技術導入の取組結果について、地域内の他の農家に周知すること。必要に応じて、現地検討会を開催し、導入した技術を普及させること。

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)

Ⅰ. 課題の整理と対応策の検討

前年度実施したアンケート調査結果に基づき、聞き取りを実施し課題を整理した。

牧野アンケート調査	
調査日: 令和6年2月27～28日	牧野名: _____
	対応者: _____
	連絡先: (電話番号) _____
1 放牧を行っていますか。	
はい → 今後の予定は 次のうちどれですか	☐ 放牧頭数を増やしたい ☐ 現状の頭数を維持する ☐ 放牧頭数を減らしたい 理由 [_____]
いいえ → 放牧をしない理由は ありますか	☐ 牧場がない ☐ 地形等が放牧に向かない ☐ 肉用牛農家がない ☐ 水飲み場がない ☐ その他 [_____]
2 組合員以外の牛の放牧は受け入れられますか。	
☐ 有償で受け入れることは可能 ☐ 条件を追加すれば可能 ☐ 組合員以外の放牧はできない ☐ その他 [_____]	条件 [_____] 理由 [_____]
3 採草地を組合員以外が採草することについて。	
☐ 有償で採草は可能 ☐ 条件を追加すれば可能 ☐ 組合員以外の採草はできない ☐ その他 [_____]	条件 [_____] 理由 [_____]
<採草を行っている又は採草を今後行いたい牧野へ伺います>	
4 採草(牧草・野草)を行う上での問題はありませんか。	
☐ 特になし ☐ 収穫量を増やしたい 対策が必要な点 → 1.面積の拡大 2.単収の増加 ☐ 販売など利用先の確保 3.いずれも	
<採草を行っている又は採草を今後行いたい牧野へ伺います>	
5 収穫量が増加した場合、何に利用しますか。	
☐ 組合員が飼養する牛への給与 ☐ 野草堆肥を作る ☐ 組合員外への販売 → 1.新たに販売を開始 2.販売量の増加 ☐ その他 [_____]	
6 今後牧野で取り組みたいことを選択してください(複数選択可)。	
☐ 補助事業の活用 具体的に [_____] ☐ 草地更新 ☐ ICT機器の導入(GPSを使って放牧牛の管理、無人トラクターなど) ☐ 放牧牛監視員の雇用 ☐ 牧野内で発生した放牧牛の死亡事故等の要因分析 ☐ その他(行政への要望等) [_____]	
7 その他 県や市町村への要望をお聞かせください。	
[_____]	
御協力ありがとうございました。	

(参考) 前年度実施アンケート用紙

<前年度アンケートをもとに聞き取りした農家が抱える課題>

- ・毎日の放牧牛の確認作業が重労働である。放牧 ICT 機器に興味があるが、どれが良いかわからない。
- ・草地の生産性が落ちているため草地更新を行いたい、人手不足等により実施できていない。
- ・傾斜地が多く、草地管理作業は波状丘陵地のため、横転しないようトラクター操作に気を揉む必要があり、直進精度の低下が起こりやすく、トラクター運転に熟練した技術が求められる。

<把握した課題と対応策の提案>

(課題Ⅰ)

放牧牛管理について、放牧牛確認作業の省力化と、遠隔地からでも組合や農家(預託者)が情報確認・共有できる仕組みづくりが必要である。

(対応策Ⅰ)

放牧牛位置情報システム「GPS イヤタグ」の導入

過去に熊本県農業研究センター草地畜産研究所（以下、「草地畜産研究所」という。）において、GPS 首輪を利用した放牧牛位置情報システムの実証試験を実施し、放牧牛探索時間の減少効果を確認した。

一方、当該機器の留意点として、GPS 首輪の定期的な電池交換が必要であり手間がかかることと、放牧地の面積や地形によって GPS 首輪からの電波を受信する基地局が複数台必要であることが明らかとなり、技術の普及は停滞していた。

そこで、上記の留意点を解決し、かつ放牧牛確認作業の省力効果を狙って、機器の電池交換不要かつ基地局不要である「GPS イヤタグ」を導入することとした。

（課題2）

草地更新について、傾斜地でも機械運転者の負担が軽減される技術の導入が求められている。

（対応策2）

自動操舵トラクター及び不耕起汎用ドリルを用いた草地更新技術を導入することとした。

2. 関係各機関との連携体制の構築

生産者（A 牧野組合・B 牧野組合）、草地畜産研究所、熊本県県北広域本部阿蘇地域振興局、公益社団法人熊本県畜産協会、機器メーカー（白鷺電気工業株式会社・株式会社ロジカ）が連携し、導入のための取組や技術指導の体制を整理し、サポートチームを編成した。

3. 導入計画の策定

●放牧牛位置情報システム「GPSイヤタグ」の導入計画策定について

Ⅰ か所目：＜A 牧野組合＞

（経営概要）

- ・牧野総面積：24ha（採草利用なし）。
- ・広域放牧（阿蘇地域以外からの繁殖雌牛放牧の受入れ）を 2019 年から実施。
- ・広域受入放牧農家：3名
- ・広域受入放牧頭数：約 10 頭（5 月～10 月）
- ・放牧管理方法：2週間毎に一斉確認・ダニ駆除剤塗布。

放牧牛の確認は農家ごとに必要に応じて実施。

（A 牧野組合が抱える問題）

- ・広域放牧のため放牧地が遠く、放牧牛確認作業に時間がかかる。（農家の畜舎から放牧地まで車で1時間以上を要する）
- ・農家は高齢者が多く、傾斜のある放牧地での確認作業で足腰への負担が大きい。

(課題解決のための計画策定)

(1) 導入規模

地域内で初めての GPS イヤタグ導入となるため、小規模の牧野組合である A 牧野を選定した。

(装着頭数)

・イヤタグ A:4頭

・イヤタグ B:2頭

(面積規模)

・放牧面積:10ha

(2) 機器の選定

・農業普及指導員及び研究員による技術の紹介を受けて、使用する機器を農家が選定する。

・放牧牛に GPS イヤタグ(イヤタグ A、イヤタグ B)を装着する。

(3) 費用負担

・今回の導入に際し、機器購入費及び通信費等のコストは、事業費で負担する。

・実際に機器を導入する場合は、機械購入費及び通信費が発生する旨、農家に説明し、農家了承済みである。

(4) 運用ルール

・GPS イヤタグによる放牧牛の位置確認方法(スマホや PC の画面上での確認作業)について、システム開発会社(販売店含む)から農家及びサポートチーム全体に説明。

・毎月1回、A 牧野現地にて農家に対し、機器使用状況を確認する。

・トラブル発生時は、農家から草地畜産研究所担当者に電話連絡し、草地畜産研究所担当者からシステム開発会社(販売会社含む)に報告・現地対応を実施する。

・システム設定方法について、簡易なマニュアルを作成し、農家各自で初期設定を実施する。

(5) データの管理方法

・農家全員及びサポートチーム全員がイヤタグ A 及び B を装着した牛の位置情報を把握可能とする。

・データはシステム管理会社が保管し、必要に応じてサポートチームに共有する。



(写真2) 機器導入時の様子

イヤタグA 	通信回数 4回／日 (6時間に1回) 重 量：30g 取り外し：可能 既製品まま取付
イヤタグB 	通信回数 24回／日 (1時間に1回) 重 量：50g 取り外し：可能 耳標にタグを装着して取付

図1 導入したイヤタグ A 及び B の概要 (農家への説明向け資料)



(写真3) イヤタグ装着時の様子



(写真4) イヤタグ A 及び B 装着の様子

2か所目:<B 牧野組合>

(経営概要)

・牧野総面積 : 約 116ha (うち放牧面積40ha)

・牧野利用者 : 4 名 (すべて牧野組合員)

・放牧頭数 : 約 30 頭 (4~12 月)

・放牧管理方法: 牧野利用者のうち 1 名が午前中に見回り・全頭確認を実施する (1 日交替)。毎月 1 回一斉確認・駆虫剤塗布する。

放牧牛への人工授精は農家ごとに実施する。

・放牧の特徴 : リーダー牛を中心に群れて移動する。

5つに牧区が分かれていて、草量を見て転牧を行う。

同じ牛がよく脱柵する傾向あり。

牛の飲用水は放牧地内の沢を利用する。

(B 牧野組合が抱える問題)

- ・農家自宅から牧野まで車で15分程度なので、牧野との往復に対する負担は少ないが、放牧面積が広く、放牧頭数も多いため、放牧牛確認作業に時間がかかる。
- ・高齢農家が多く、傾斜のある放牧地での確認作業で足腰への負担が大きい。
- ・脱柵常習牛がどこから脱柵しているか分からないことがある(牧野が広く、傾斜がきついため牧柵点検が困難)。

(課題解決のための計画策定)

(1) 導入規模

I か所目<A 牧野組合>での GPS イヤタグ試験導入結果を踏まえて、中規模である B 牧野組合を選定。

(装着頭数)

- ・放牧牛のうち、リーダー牛・脱柵しやすい牛を中心にイヤタグ C:26頭

(面積規模)

- ・放牧面積 : 約 40ha (野草地: 約 20ha、改良草地: 約 20ha)

(2) 機器の選定

- ・I か所目<A 牧野組合>での試験導入結果を踏まえて、イヤタグ A をバッテリー残量確認可能等に改良した GPS イヤタグ(イヤタグ C)を装着する。

(3) 費用負担

- ・今回の導入に際し、機器購入費及び通信費等のコストは、事業費で負担する。
- ・実際に機器を導入する場合は、機械購入費及び通信費が発生する旨、農家に説明し、農家了承済み。

(4) 運用ルール

- ・GPS イヤタグによる放牧牛の位置確認方法(スマホや PC の画面上での確認作業)について、システム開発会社(販売店含む)から農家及びサポートチーム全体に説明済み。
- ・毎月1回、B 牧野現地にて農家に対し、機器使用状況を確認する。
- ・トラブル発生時は、農家から草地畜産研究所担当者に電話連絡し、草地畜産研究所担当者からシステム開発会社(販売会社含む)に報告・現地対応を実施する。
- ・システム設定方法について、簡易なマニュアルを作成し、農家各自で初期設定を実施する。

(5) データの管理方法

- ・農家全員及びサポートチーム全員がイヤタグ C を装着した牛の位置情報を把握可能とする。

・データはシステム管理会社が保管し、必要に応じてサポートチームに共有する。

イヤタグC	通信回数 4回／日 (6時間に1回) 重　　量：32g 取り外し：可能 バッテリー残量確認：可能 既製品まま取付
	

図2 導入した GPS イヤタグの概要（農家への説明資料）

●スマート草地管理技術の導入計画策定について

<B 牧野組合>

(経営概要)

- ・牧野総面積 :約 50ha
- ・放牧面積 :約 40ha(野草地:約 20ha、改良草地:約 20ha)
- ・牧野利用者 :4 名(すべて牧野組合員)
- ・放牧頭数 :約 30 頭(4~12 月)
- ・草地管理方法 :放牧地のうち、改良草地を毎年約 1ha ずつ草地更新する。
- ・草地更新時の草種:寒地型永年牧草3種類(オーチャードグラス、ペレニアルライグラス、トールフェスク)の混播を行う。
- ・草地更新方法 :除草剤散布 → 火入れ → 耕起 → 施肥 → 播種 → 電柵張り(放牧牛侵入防止)の順で行う。
※草地更新作業は外部に委託(電柵張りを除く)する。

(B 牧野組合が抱える問題)

- ・毎年約 1ha ずつ草地更新を行っており、除草剤散布→火入れ→耕起→施肥→播種と工程が多い。
- ・作業は外部委託が中心で、委託費が継続的に発生する。
- ・人手作業・外部委託中心のため、播種ムラや重複作業、直進制度の低下が起きやすく、草地の生育に差が出ることもある。



(写真5) 自動操舵トラクターによる播種作業の様子

(課題解決のための計画策定)

(1) 導入規模

阿蘇地域の牧野において、平均的な改良草地の面積が25haである。自動操舵トラクター及び不耕起汎用ドリルの作業効率化及び省力化の恩恵を受けるには、中規模程度以上の牧野組合への技術導入が効果的であると判断される。

導入に意欲的かつ平均値に近い改良草地を所有するB牧野組合を選定する(約20ha)。

(使用機械台数)

- ・自動運転トラクター:1台
- ・不耕起汎用ドリル:1台

(面積規模)

- ・改良草地 :約20ha

(2) 費用負担

・今回の導入に際し、機器購入費及び資材費や通信費等のコストは、研究所で負担する。

・実際に機器を導入する場合は、機械購入費及び通信費が発生する旨、農家に説明し、農家了承済みである。

(3) 運用ルール

・サポートチームから農家へ、自動運転トラクターの利用方法及び草種の選定、草地更新作業の流れについて説明する。

・毎月1回、B牧野現地にて播種後の生育状況を確認。サポートチームは、生育状況について電話連絡及び現地にて農家と情報を共有する。

(4) データの管理方法

・草地更新作業時間や播種後の生育状況、作業コスト等のデータについては、草地畜産研究所が測定・分析・管理を実施。そのデータをもとに図表を作成し、農家・サポートチーム全体へ共有する。

4. 牧野組合への導入促進

技術導入に係る知見及びノウハウの共有を図り、GPSイヤタグ導入にいる放牧牛全頭確認の検知率(表3、4)、放牧牛確認時間の効率化(表5)、GPSイヤタグ装着に要する時間(表6)、阿蘇地域特有の波状丘陵地における自動操舵トラクター導入による作業時間(表7)、省力効果(表8)を明らかにし、産地の取組として技術導入後の意見交換を行い課題や農家の対応を把握、装着位置の変更(写真6、7)や充電効率向上(写真8)、自動操舵トラクターの進入経路の確保(写真9)の改善を行った。

●放牧牛位置情報システム(1か所目:A牧野組合)

・1日当たり設定通信回数が異なる2種類のGPSイヤタグ(計6台)を試験的に導入した。

(イヤタグA:4回/日(6時間ごと)、イヤタグB:24回/日(1時間ごと))



図3 GPSイヤタグ装着牛の位置情報を示したスマートフォン画面

(作業性や効果について)

・検知率について、タグにより差があったものの、イヤタグAが高い結果となった(表1)。

(課題の把握について)

・充電がうまく行われずに省電力モードからのシステム復旧がうまく行われなかった(機械側の問題)。→原因は、放牧地内の牧草の草高が高かったことと、樹木などの遮蔽物が多かったことから、イヤタグへのソーラー充電が不十分であったことが推察された。

・防水仕様だが、一部の機械で浸水による故障が発生した。

・バッテリー消耗状況について、タグにより差があったものの、通信回数が少ないイヤタグAの消耗が低い結果となった(表2)。

・イヤタグBについて、2頭中2頭で装着箇所の炎症が確認された。→イヤタグAでは炎症はなかったため、イヤタグBのタグ自体の重量が重いことが原因と推察された。

表 1. GPSイヤタグ検知率

タグ種類	牛番号	検知率 (%)※
イヤタグA (4回/日通信)	1	15.0
	2	74.4
	3	87.2
	4	35.6
イヤタグB (24回/日通信)	5	18.2
	6	35.6

※45日間(通信開始7/30~9/13)の実受信回数÷受信予定回数

表 2. バッテリー消耗状況

タグ種類	牛番号	バッテリー残量(%) ※2024年9月13日時点
イヤタグA (4回/日通信)	1	81.3
	2	100.0
	3	75.0
	4	6.3
イヤタグB (24回/日通信)	5	6.3
	6	12.5

(農家の意見)

- ・耳への装着について、個体識別耳標と作業が同じなので、簡易であった。
- ・インフラ整備(基地局設置)が不要であったため、導入の手間は少なかった。
- ・通信エラーが多かった(樹木などの遮蔽物が多かったことと、ソーラー充電不足による通信エラーによるものと推察)。
- ・溝にはまって動けなくなっていた牛の早期発見につながった。
- ・位置情報を把握できた際は、安心することができた。
- ・位置情報はリアルタイムではないものの、ある程度の位置情報を把握したうえで放牧牛を探せるので、探索に係る負担は減ったと感じている。
- ・装着箇所の炎症が気になった。

(課題の共有)

- ・試験的導入後、検知率やバッテリーの消耗状況等データを取りまとめ、現地検討会にてサポートチーム・農家と共有した。

- ・取付けの容易さや、電池交換及び放牧地への基地局設置が不要であることはメリットであったが、検知率の低さや太陽光パネルによる充電が不十分であった。
(考えられた原因:霧や曇天等による日照不足、暑い日に牛は光が当たらない木陰に入って休憩することや、放牧地の草丈が高くなると牛(タグ)が埋もれて十分に充電されなかった可能性)
- ・一部の牛の耳に炎症がみられたため、頭絡や首輪を利用した他の装着方法の検討が必要であった。

(対策の提案)

試験導入結果を踏まえて、

- ・今後はイヤタグ B の使用は中止する。
- ・イヤタグ A の防水性及びバッテリー容量を増加し、バッテリー残量確認可能に改良した(イヤタグ C)。
- ・耳への炎症の可能性を考慮し、耳だけでなく、首にもベルトを使用して装着する。(写真 6、7)



(写真6) イヤタグ C の装着方法(耳と首)



(写真7) 首に装着する時の様子

●放牧牛監視システム(2か所目:B牧野組合)

・通信時間(タイミング)が異なる(※)GPSイヤタグ(延べ26台)を試験的に導入した。

(※):8時から6時間おきに通信するタグと、11時から6時間おきに通信するタグの2種類

・装着前に関係者にスケジュールを提示し、毎月の現地調査実施体制を整備した(図4)。

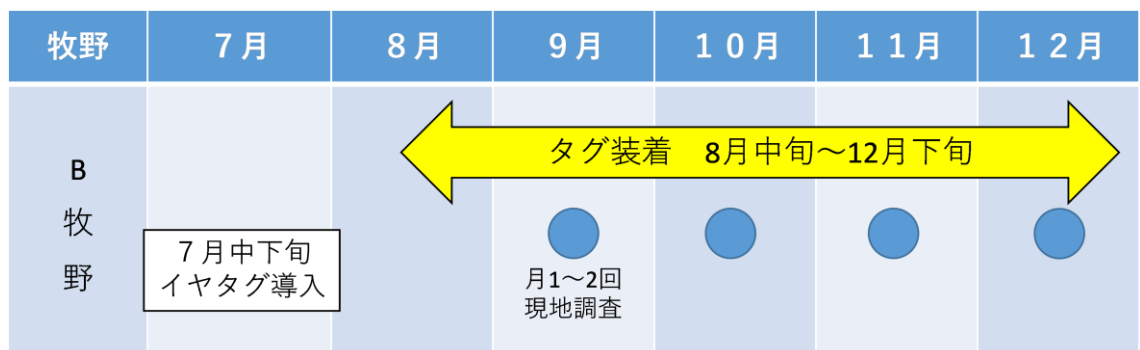


図4 GPSイヤタグ装着スケジュール



図5 GPS イヤタグ装着牛の位置情報を示したスマートフォン画面

(作業性や効果について)

- ・検知率及び実通信回数(表3、4)、操作性に係る装着に要する時間(表6)及び放牧牛全頭確認に要する時間(聞き取り調査:表5)のデータを取りまとめた。
- ・安定して放牧牛の位置確認の頻度として1日の通信回数を4回/日に設定した場合、実測した耳装着の2.2回/日に比べて首装着によって実通信回数が3.7回/日となり、位置確認の頻度が確保された(表4)。
- ・GPSイヤタグ装着に要する時間は、1頭当たり耳で83秒、首で116秒とやや耳装着の方が短かった(表6)。
- ・耳装着の場合、牛が首や耳を振って装着が難しい時があり、耳の正確な位置(既存の個体識別耳標と重ならない、かつ耳の血管を避けた場所)に設置するためには、熟練した技術を要する。
- ・首装着の場合、38mm幅のナイロン首輪に穴をあけ、GPSイヤタグを取り付けたものを使用した。ベルトの長さ調整で耳装着より若干時間を要するものの、装着は容易であった。また、首装着だと、他の牛への付け替えも容易である。
- ・検知率について、全体で平均68.9%、耳装着で55.4%、首装着で90.5%であり、首装着が耳よりも優位に高い値となった(表3、4)。
- ・農家の放牧牛の見回り作業について、1日1回行う放牧牛全頭確認に要する時間が導入後は導入前と比較して36%削減され、農家の労働時間低減に貢献した(イヤタグC:表5)。

表3 異なる装着場所ごとの検知率及び通信回数

タグ番号	装着箇所	装着日数 (日)	検知率 (%) ※	平均通信 回数 (回/日)
1	首	62	105.6	4.2
2	首	62	64.1	2.6
3	首	82	94.2	3.8
4	耳	82	55.8	2.2
5	耳	82	52.4	2.1
6	首	82	80.2	4.2
7	耳	82	63.4	2.5
8	耳	48	16.1	1.1
9	耳	24	28.1	1.1
10	耳	35	58.6	2.3
11	耳	82	58.8	2.4
12	耳	81	51.2	2.0
13	耳	19	64.5	2.6
14	耳	82	56.7	2.3
15	耳	86	61.3	2.5
16	首	62	96.4	3.9
17	首	16	65.6	2.6
18	首	62	107.3	4.3
19	耳	62	72.6	2.9
20	耳	62	85.9	3.4
21	首	62	105.2	4.2
22	首	86	89.0	3.6
23	首	34	97.1	3.9
24	耳	86	80.8	3.2
25	耳	82	24.4	1.0
26	耳	31	56.5	2.3
平均		62.9	68.9	2.8

耳：16個

首：10個

※装着日数の実受信回数÷受信予定回数（4回/日×装着日数）

表4 GPS イヤタグの検知率及び通信回数（全体）

装着箇所	個数	平均装着 日数（日）	検知率 (%) ※	平均通信回数 (回/日)
耳	16	66.3	55.4 ^a	2.2
首	10	61.0	90.5 ^b	3.7

※装着日数24～86日の実受信回数÷受信予定回数（4回/日×装着日数）

※異符号間で有意差あり（t 検定）

表5 GPS イヤタグ導入による放牧牛全頭確認に要する時間の影響

	聞き取り 調査回数 ^{※1}	平均 (分/回) ^{※2}
導入前(A)	4	75
導入後(B)	12	48
差(A-B)		27
B/A(%)		64%

※1 飼養者4名に対し、導入前に1回、導入後に3回聞き取りを実施

※2 飼養者1名で、放牧牛全頭の安否確認1回あたりに要した時間(分)

表6 GPS イヤタグの装着に要する時間

	装着頭数	平均(秒)	平均(分)
耳	16	83	1.4
首	10	116	1.9
差		34	0.6

(課題の把握について)

- ・検知率はイヤタグ A 及び B より C では改良により性能が向上したが、装着から2か月ほど経過すると、太陽光パネル部分が汚れたものもあった。充電は行われていたものの、汚れがひどいと、充電に影響を及ぼす懸念があった(写真8)。
- ・耳に装着した牛の一部に耳の炎症が確認された。

(農家の意見)

- ・耳よりも首の方が装着簡単(時間は少しかかるが、耳ほど気を遣わない)。
- ・スマホで放牧牛の位置を確認でき、便利だった。
- ・1日4回ほど位置情報を確認でき、牧野内で牛がどの位置にいるかある程度把握することができたので、毎日の放牧牛全頭確認に役立った。
- ・牧野のどこを探しても牛が見つからなかったときがあったが、GPS 情報確認によりすぐ発見することができた。

- ・1日の通信回数が増えると、なお良い。
- ・GPS 位置情報が牧野外を示すことが多々あった（おそらく牧野の地形や周辺の樹木等の障害物によって GPS 情報がずれた可能性が高い）。

（課題の共有）

- ・取組の振り返りとして、現地検討会にてサポートチームと導入に取り組む農家とで共有した。

（対策の提案）

- ・導入結果を踏まえて、今後の課題解決を含めて具体的な対策を整理して提案する。
- ・汚れがひどく充電に影響を及ぼす懸念ある場合には、適宜拭き取りを行う必要がある（容易に拭き取り可能）。



（写真8）太陽光パネルの汚れ

- ・耳に装着した牛の一部に耳の炎症が確認された場合には、耳への装着時に、装着部分を念入りに清掃し、イソジン等で清潔にしたうえで装着する（耳の炎症や他の牛への付け替え予定があるなら首に装着）。

コラム

放牧牛確認作業の時間が短くなるとうなる？

イヤタグCについて、放牧牛全頭確認に要する時間が、導入前より36%削減したこと確認しましたが、その効果について検証してみます。

（前提条件：B 牧野の場合）

- (1) 牧野への往復移動時間：30 分
- (2) 放牧牛全頭確認：1 日 1 回（牧野利用者 4 人のうち 1 人が午前中に実施（1 日交替））
- (3) 放牧牛全頭確認に要する時間（イヤタグC 導入前）：75 分
（イヤタグC 導入後）：48 分
- (4) 人件費（※）：1,316 円/時間・人



（※）農作業料金・農業労賃に関する調査結果〔令和 6 年度〕（R7 年 3 月（一社）熊本県農業会議）
農業臨時雇用金額（農作業一般・専門作業、男性、阿蘇地域）より

【放牧牛全頭確認に係る人件費の変化比較】

(5)	イヤタグC 導入前：2,304 円/回	年間	840,805 円/年
(6)	イヤタグC 導入後：1,711 円/回	年間	624,598 円/年
	差		年間 216,207 円/年

賃金に換算すると、意外と経営への影響は大きいかも・・・



【人件費以外への効果】

- (1) やみくもに牛を探すことが減り、省力化で身体的負担が軽減
- (2) 雨や霧で牧野の見通しが悪い時も、放牧牛の位置を確認できる

また、イヤタグ以外の放牧牛位置情報システムを使用した際に、泥濘化した牛道にはまって動けなくなった放牧牛を早期発見でき、死亡事故を未然に防ぐことができたケースもあります。

放牧牛位置情報システムを利用して、
たくさんの恩恵を受けてみませんか？



●スマート草地管理技術

・これまで、年間スケジュール表はなかったため作業の遅れが生じることがあったので、支援農家・サポートチームで改めて年間の放牧・転牧スケジュールを整理し、年間の作業の見通しを立てることで適期に播種作業できる体制を構築した(図6、7)

・適期播種に資するため、圃場へのトラクター進入通路を整備(進入経路の枝切り作業)する等、年間スケジュールをもとに計画的に作業を実施した(写真9、10、11)。

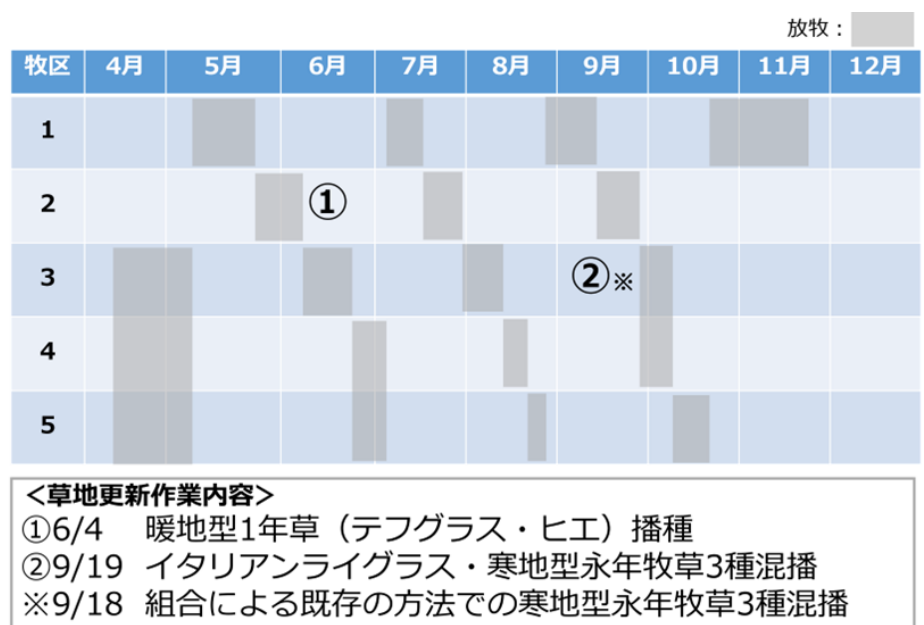


図6 令和6年度の草地更新及び年間放牧・転牧スケジュール

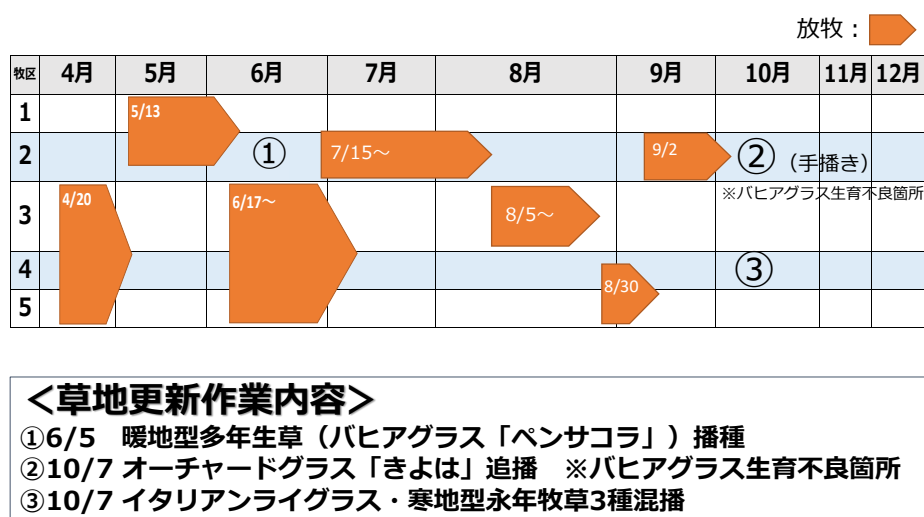


図7 令和7年度の草地更新及び年間放牧・転牧スケジュール



(写真9) 自動操舵トラクター(幅約3m) 進入経路の枝切り作業

○草地更新後の様子

2024年6月12日



発芽確認
(追播から8日後)

2024年7月4日



定着確認
(追播から約1か月後)

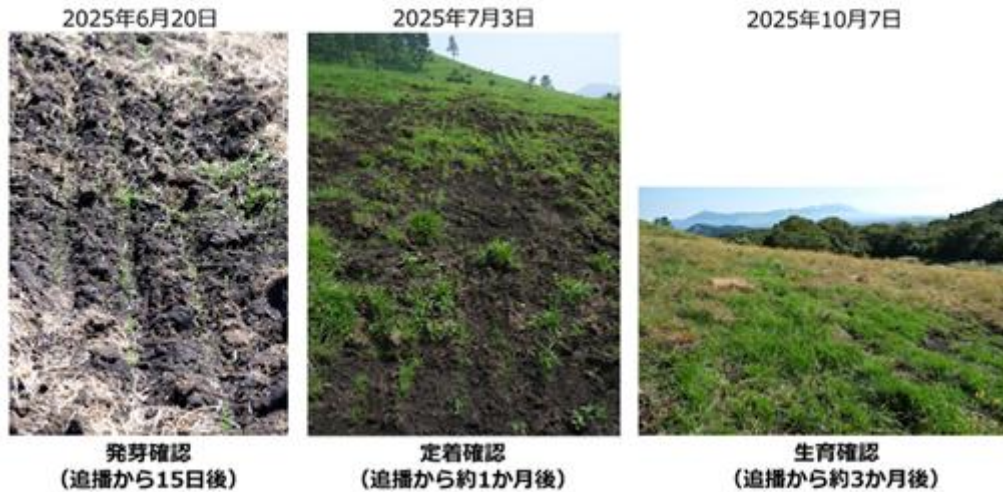
2024年9月2日



生育確認
(追播から約3か月後)

(写真10) 令和6年度 草地更新後の様子

○草地更新後の様子



(写真11) 令和7年度 草地更新後の様子

(作業性や効果について)

- ・自動操舵トラクターは、大面積かつ緩やかな傾斜地で能力を発揮できた(表7)。
- ・従来法と比べて、作業時間を約8割削減できた(表8)。
- ・暖地型一年生草では、播種後約2か月で被度が8割に達し、9月調査時の草丈は40~54 cmであった(表9、10)。
- ・多年生牧草では、放牧牛導入時期及び降雨条件の影響により、発芽及び初期生育にばらつきがみられた(表9)。
- ・作業に熟練したオペレーターを必要とせず、経験の浅いものでも作業ができることで外部委託を必要とせず、また、作業が効率化されるため作業時間が短くなるので降雨等による作業の遅れが生じることなく、計画的な作業実施ができた。

(課題の把握について)

- ・トラクター・不耕起ドリルの最大幅が約3mであるため、草地までの経路幅の確認や、トラクター進入経路までの枝切り作業が必要となった。
- ・6月播種時に一時的にGPSエラーとなり、自動操舵システムに不具合が発生。
(考えられた原因:上空が樹木等の遮蔽物で遮られると、GPS衛星を捕捉できない場合もあることや、GPS衛星の受信が、瞬間的に乱れやすくなる時間帯が発生する事がある。)
- ・暖地型一年生草については、良好な初期生育が得られた一方で、暖地型多年生草では、蹄耕法による牧草定着を図る場合、播種後の放牧開始時期や播種1~2週間の降雨条件を考慮した管理が重要であることが明らかとなった。

(課題の共有)

- ・農業普及指導員や営農指導員が中心となり自動操舵トラクターによる作業内容(準備を含む)を記録し、指導資料としてまとめる。

- ・機器の仕様や操作方法、操作やトラブル対応について普及員及び研究員による技術の紹介を行うことが求められる。
- ・牧草の草種及び品種の選定については、研究所職員による助言を行う。

(対策の提案)

- ・トラクター進入経路までの枝切り作業が必要となった場合には、進入経路である農道を整備することで自動操舵トラクターの作業効率が向上する(写真9)。
- ・上空が樹木等の遮蔽物で遮られる場所では GPS エラーによる自動操舵システムに不具合が発生することがある。その場合は、手動操作で作業を行う。
- ・一年生草は短期間で被度を確保できる一方、毎年播種が必要であり、トラクター等の機械が頻繁に出入りすることから、機械の進入が容易で作業性の高い圃場を優先的に一年生草に割り当てる必要がある。
- ・更新効果を安定的に得るためには、播種時期、気象条件及び圃場条件を総合的に判断する必要がある(播種後降雨が続く場合は、放牧牛の導入時期を遅らせる)。

表7 傾斜の異なる各牧区における播種作業時間

場所	面積 (㎡)	傾斜	作業時間 (分)	1 時間あたり作業面積 (㎡)
2 牧区	500	約11°	25	1,200
3 牧区	15,000	約5°	291	3,092

注：試験を実施した面積のデータに基づいて 1 時間あたり作業面積を算出。

あくまで参考値のため、実際の営農規模での数値と大きく異なる可能性あり。

表8 自動操舵トラクターでの方法と従来法との作業時間の比較

区分	自動運転トラクター・不耕起汎用ドリル	完全更新(従来法)
作業工程数	3	6
作業項目	除草剤散布 (43.3%) 火入れ (21.7%) 施肥・播種・覆土・鎮圧 (35%)	除草剤散布 (8%) 火入れ (4%) 耕起 (32%) 施肥 (32%) 播種 (8%) 覆土・鎮圧 (16%)
ほ場作業時間 (分/10a)	55.4 (100%)	300 (100%)

表9 暖地型牧草の初期生育と被度

播種日	牧草の種類	牧草品種	初期生育		被度		
			発芽良否 (極不良1～良9)	定着時草勢 (極不良1～良9)	7月	8月	9月
2024/6/4	暖地型一年生	テフグラス「トップガン」 ヒエ「青葉ミレット」	4	6.3	8.0	5.3	2.7
2025/6/5	暖地型多年生	バヒアグラス「ペンサコラ」	1.3	2.3	1.0	2.5	-

1) 初期生育調査日：発芽良否（2024/6/12, 2025/6/20）、定着時草勢（2024/7/4, 2025/7/3）
2) 被度調査日：2024/7/4, 2024/8/14, 2024/9/20, 2025/7/3, 2025/8/5

表10 暖地型一年生草（テフグラス、ヒエ）の平均草丈

平均草丈（cm）				
7/19	8/14	9/2	9/20	
17.6	20.4	54.0	40.0	



自動運転トラクターと不耕起ドリルが変える牧野管理

— 草地更新作業の「常識」を見直す —

牧野における草地更新作業は、長年にわたり多くの労力と時間を要する作業として位置づけられてきました。従来法では、除草剤散布、火入れ、耕起、施肥、播種、覆土・鎮圧といった複数工程を順に実施する必要があり、1工程ごとに機械や作業者を切り替えるため、作業時間・人手・コストの面で大きな負担となっています。今回、自動運転トラクターと不耕起汎用ドリルを用いた草地更新作業を実施し、従来法との作業性の比較を行いました。

(1) 作業工程数は「7工程から3工程へ」

従来法では7工程を要していた草地更新作業が、自動操舵トラクターと不耕起ドリルを用いることで、除草剤散布 - 火入れ - 施肥・播種・覆土・鎮圧（同時作業）の3工程に集約されました。

💡 特に、施肥から播種・覆土・鎮圧までを1工程で行える点は、“作業の簡素化”という点で大きなメリット！

(2) 作業時間は約6分の1に短縮

10a 当たりのほ場作業時間は、

従来法：300分



自動操舵トラクター＋不耕起ドリル：55.4分

と、約80%以上の作業時間削減！

工程数の削減・作業時間の短縮により、

- ・作業日の調整が容易になる
- ・天候待ちによる作業停滞が減少する
- ・作業者の精神的・肉体的負担が軽減される

といった、現場運営上の効果も大！

(3) 傾斜地でも高い作業効率

参考データとして、傾斜約11°のほ場（500㎡）では1時間当たり約1,200㎡、傾斜約5°のほ場（15,000㎡）では約3,092㎡の作業が可能となりました。

💡 自動運転による直進性の確保は、傾斜地でも作業効率と播種精度が安定的に

(4) 「省力化」は人手不足への現実的な解答

牧野利用者の減少や高齢化が進む中、従来と同じ作業体系を維持すること自体が難しくなりつつある。自動運転トラクターと不耕起ドリルの導入が、単なる新技術の導入ではなく、少人数で牧野を維持するための現実的な選択肢であることを示している。

💡 草地更新作業の省力化により、牧野管理そのものを「続けられる形」へ

5. 導入技術の定着のための要件

導入した技術が定着する具体的取組は以下の通りである。

(1) 組織的要件【体制づくり】

・既に農業団体や県の関係機関が連携しながら放牧を推進する体制が構築されている場合には、産地の合意についても同様のスキームを活用する。

(2) 技術的要件【導入環境の整備】

・必要に応じて GPS イヤグ供給企業（GPS イヤグのベンダーなど）にサポート・ソフト改良を依頼する。
・監視作業にかかる時間を調査し、GPS 機器の放牧管理への導入方法をまとめる。
・機器の装着方法やシステム利用方法について、実際の作業や操作を記録した動画を作成する。
・自動操舵トラクターの能力を最大限に発揮させるため、圃場整備（放牧地の形状変更等）や、進入経路となる農道を整備する（新たな生産方式の導入）。

(3) 経営的要件【費用・運用面】

・都道府県の研究員などが技術的な支援を行う一方で、スマート農業技術の導入経費を懸念する牧野組合も多いと考えられることから、今回の試験に参画する通信設備事業者等とも協力し、導入に係る費用対効果の提示等も行っていくことが肝要である。
・導入コストの分散を図るため、各地域の飼料生産組織が導入する（例：組織が所有し、サービスとして提供）、又は、複数の牧野組合で自動操舵トラクターを保有し、共同利用を行う必要がある（例：複数の牧野組合が共同出資して機体を所有し、牧野組合間で利用スケジュールを事前調整する等）。
・いずれの場合も、繁忙期の利用競合や操作レベルの差、責任の曖昧化（事故・破損）、継続的な合意形成の必要性といった課題が発生する可能性があるため、自治体や農業団体が役割分担して支援する必要がある（広域的な作業カレンダーのモデル提示や、操作研修の開催、保険制度（農機保険・賠償責任保険）の紹介等）。

(4) 人的要件【ステークスホルダーと知識】

・管内牧野組合、広域放牧の預託者（管内外）、GPS 機器供給企業（機器のベンダーなど）、機械作業のオペレーターが定着に重要なステークスホルダーとなる。
・広域放牧の受け入れにかかる牧野の入会権調整等については、組合員の合意形成を図るために自治体が連携しながら取り組むことが求められる。
・地域で開催される牧野組合長会議などにおいてデータや手引書を発表し、牧野組合・畜産農家に広く周知する。
・GPS 機器の装着やシステム利用の作業、自動操舵トラクターによる作業内容（準備を含む）を記録し、指導資料としてまとめることが求められる。

第4部 参考資料

1. 参考資料一覧

1) 現地で用いた技術

- 放牧位置情報システム URL: <https://www.animal-monitoring.com/>



システムの仕組み (主要構成部品)

部 品	役 割	技術ポイント
ソーラーパネル	イヤタグのバッテリーを充電	日照条件により 3 年稼働
イヤタグ本体	データ収集・通信を行うための基板	付け替え可能、耐用年数 3 年
ピン	タグを牛の耳に装着するためのピン	専用のアプリーケーターを使って装着



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

熊本県農業研究センター草地畜産研究所 soukenasol454@gmail.com

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/>