

スマート農業技術導入手引き書 (畑作物(さとうきび))

さとうきび栽培におけるスマート農業技術
(営農支援システム、生育環境データ観測システム、GNSS自動操舵システム、ドローンモニタリング)
の導入による産地の生産目標達成及び経営改善
のための手引き
～さとうきび産地におけるスマート農業技術活用
による課題解決に向けて～

令和8年2月27日

実施グループ名：喜界町コーラルプロジェクトコンソーシアム(活用支援
ID：援H42)

目次

はじめに	3
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	8
3. 事前に考慮すべき導入技術定着のための要件	12
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）	14
1. 産地の特徴とスマート農業導入の必要性	14
2. 経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すまでの経緯	16
3. 取組内容の実施状況と成果	17
4. 新たにスマート農業技術の導入を検討する産地に対し、経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すためのアドバイス	37
5. さとうきびスマート農業普及・横展開における課題の分析	38
第4部 参考資料	41
1. 参考資料一覧	41
（1）第2部で使用した付属資料	41
（2）第3部で使用した技術の補足資料	42
2. この手引き書の著作権について	48

はじめに

さとうきびは、わが国では鹿児島県南部から沖縄県全域にわたって弧状に連なる南西諸島の島々で栽培され、これらの地域経済を支える重要な作物である。その機械化は、水稻作等に比べ大幅に遅れ、最も重労働である収穫が沖縄県で約90%の機械化率を達成したのは令和6年度で、ようやく機械化体系が確立した段階である。このため、スマート農業技術の導入は殆ど進んでおらず、農家や関係者に認知され始めたのは、南大東島及び徳之島において、同時期2期（令和1・2年度、同4・5年度）にわたってスマート農業加速化プロジェクト（農研機構）が実施されてからである。

喜界町のさとうきび農業は、高齢化等による生産農家の減少をはじめ、他の島々と共通の課題を抱えている。特に、農家数の減少に伴って一戸当たりの栽培面積が増加し、小規模経営から中規模経営へと移行しつつある。一方、かつての小規模経営に合わせた小型機械化体系との生産力の齟齬によって、生産量低下等の悪影響に繋がっている。これを打開するために、南大東島のような機械化体系及びスマート農業技術導入による「構造改革」を目指す合意形成がなされている。さとうきびのスマート農業技術移転において、南大東島の大規模から中規模へ、そして小規模へとつなぐ架け橋の役割を担える島である。

本事業では、琉球大学を中心に南大東スマート農業プロジェクトコンソーシアムのコアメンバーによる支援チームと、「喜界町さとうきび生産対策協議会」とで喜界町コーラルプロジェクトコンソーシアムを結成して取り組むことになった。スマート農業技術の導入効果を判断する現状分析のために、喜界町へ技術を試験導入して実際に運用した。導入前には産地の希望する技術と支援チームの推奨技術のすり合わせを行った。支援チームと現地チームは海で隔てられているため、延べ11回のオンライン会議及びオンライン指導・協議によってカバーした。

これらによって、現地メンバーは産地内の農家及び関係者への技術指導、スマート農業技術導入計画の立案に加え、その後の運用を自ら実施できるレベルに達したと判断される。他の島々の関係者への指導・相談も可能で、本手引き書ともども、さとうきびスマート農業普及の推進役となることを期待したい。

令和8年2月15日

喜界町コーラルプロジェクトコンソーシアム代表
平良 英三（国立大学法人琉球大学農学部 教授）

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、当該実施グループ及び農研機構が保証するものではありません。機械・システム・データなどを利用することによる効果については、さとうきびを栽培する地域、気候条件及び土壌条件等により変動することに留意してください。

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

畑作(さとうきび)

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

新たにスマート農業技術の導入を検討する産地に対し、経営課題に解消に有効・効果的な技術の選択を促すための、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイス(技術導入前コンサル型)

3. この手引き書で取り上げる技術

- (1) 営農支援システム
- (2) 生育環境(微気象及び土壌環境)データ観測システム
- (3) GNSS自動操舵システム
- (4) ドローンモニタリング

4. 産地の現状と取り組む目的

喜界町ではさとうきびが基幹的な栽培品目であるが、急速な高齢化等による農家数の減少に伴って一戸当たりの栽培面積が増える傾向にある。このため、従来の小規模経営・小型機械化体系では栽培管理が不十分にならざるを得ず、単収及び生産量の低下を招いている。これは農家経営だけでなく、製糖工場の運営ひいては地域経済に悪影響を及ぼしている。この現状を改善するためには、中・大型機械化体系への移行など、抜本的な構造改革が求められている。そのための第一段階として、農家及び産地全体の生産構造を可視化・分析し、具体的な方策を提供するスマート農業技術の導入効果の試算とアドバイスを行う。

さとうきびスマート農業の先進地である南大東村は大規模経営・大型機械化体系であり、そうでない地域への技術移転を図るには様々な工夫が必要となる。喜界町のさとうきび農家一戸当たりの栽培面積は、南北大東島の次に大きく、より小さい島々への橋渡しの役割を果たせる位置にある。そこで、共通の課題を抱えている南西諸島のさとうきびの栽培地域におけるスマート農業技術の普及の参考となるよう喜界町での課題解決が目的である。

5. 期待される成果

・営農支援システム:

産地全体の生産構造・状況を示すデータが可視化されることにより、スマート農業による構造改革の方策を分析・立案でき、PDCAサイクルを回すことができる。喜界町の場合、目標生産量8万トン(令和10年度)の達成に向けた作型構成等の検討に有効である。

・生育環境データ観測システム:

産地内の局所的な微気象データ及び土壌水分データの把握によって、作業計画や灌水作業の改善が可能となる。また、営農支援システムとの連携によって収量予測等にも活用でき

る。

- ・GNSS自動操舵システム：

GNSSビレットプランタ植付によって、大区画圃場だけでなく水田規格(30×100m)の小区画圃場であっても均一の畦幅と畦列の直線性が確保され、植付・栽培管理及び収穫が大幅に効率化される。大半の圃場では、一方向作業が中心となるが、後進(バック)時でも自動操舵ができるため操作が大幅に容易になる。耕耘・整地に関しても同様の効果が得られるとともに、オペレータ不足の解消が可能となる。

- ・ドローンモニタリング：

さとうきび圃場の欠株、雑草、生育状況等を効率的にモニタリングでき、栄養診断による施肥・防除・補植等の必要な作業を効果的に実施できる。

6. この手引き書の活用面と留意点

- ・この手引き書は、大規模経営の南大東島で開発・実証し、産地形成に展開したさとうきびスマート農業技術(プロジェクトID:畑H06、畑4H7)をベースにしているが、小・中規模経営にも適用できることを確認した。
- ・内容は、さとうきび農業におけるすべてのスマート農業技術を扱ったものではないが、主要な技術を網羅している。特に、営農支援システム、生育環境データ観測システム等、産地全体に係るインフラ的な技術を中心に扱った。
- ・さとうきびは南西諸島の島々の主要品目として栽培されているが、島の地理的・歴史的背景等によって生産構造が異なっている。本手引き書の活用にあたっては該当する島の特性を考慮する必要がある。
- ・沖縄県では、分蜜糖を製造する島と含蜜糖(黒糖)を製造する島に分かれているが、本手引き書で扱うスマート農業技術はいずれにもほぼそのまま適用可能である。

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

1.1 導入技術活用の判断ポイント

- ・産地全体での取組が不可欠
さとうきび農業は、農家・製糖工場・運搬業者・行政などが一体となった「産地システム」として成り立つため、協議会等にスマート農業を統括・調整する機能を設け、産地単位で導入判断を行うことが重要。
- ・地域課題と将来構想に基づく技術選択
技術は多様（参考表1.1）で利用者の規模や目的も異なるため、地域が抱える課題や将来像を踏まえて、導入すべき技術を選定する必要がある。
- ・要素技術の単独導入では不十分
個別技術だけでなく、複数技術を組み合わせ、営農支援システムと連携した「システム化」によって導入効果が最大化される。
- ・スマート農業は使いこなすツールである
導入自体が目的ではなく、習熟や現場に応じた工夫を通じて初めて効果が発揮されることを認識する必要がある。
- ・労働生産性以外の効果も大きい
省力化に加え、単収・品質向上、資材や燃料の効率利用、環境負荷低減といった多面的な効果が期待できる。
- ・データ活用が肝心
データを営農支援システムに集積し、目的に応じて活用・カスタマイズすることがスマート農業の要となる。
- ・実地体験とロコミが普及の鍵
先進農家による実証や体験、身近な成功事例の共有が導入促進に最も効果的。
- ・農地集積・圃場大区画化が前提
スマート農業を本格的に活用するには、農地集積と圃場区画拡大を伴う新たな生産方式への転換が求められる。

1.2 各要素技術に特有なポイント

1) 営農支援システム

- 現在、商用ベースの様々な「営農支援システム」が提供され、利用されている。これらを利用するには、機能はもとより、適用範囲や制限等の特性を把握した上で、そして何よりも自分の使用目的に合致するシステムを活用する必要がある。導入前の検討ポイントは次の通り。
- ・産地全体での利用の可能性：
さとうきびの営農支援システムは、産地全体の生産構造の見える化・分析を行う機能が求められる。システムを利用する産地のさとうきび生産対策協議会等が求める機能を有しているか、機能追加におけるコスト等の基本要件を十分に把握しておくことが重要である。
 - ・圃場地図データの利用可否の確認

圃場属性の解析・見える化には地理情報システム(GIS)の利用が絶大な威力を発揮する。その利用の基礎となるのが圃場地図(ポリゴン)であり、圃場に付随するデータ(属性データ)を色などで識別できるため、分かりやすい利点がある。この地図データの準備を導入前に検討しておく必要がある。

2) 生育環境(微気象^{注1)}及び土壌水分)データ観測システム

生育環境データを収集する様々な形態のシステムが施設園芸を中心に活用されている。さとうきび作では試験研究用途に限定されていたが、最近、現場でも少しずつ利用され始めている。

・産地全体での導入判断:

農家は日々、降雨等を気にしながら作業を行っている。近年では各地のアメダスデータの利用や商用サービスが使えるが、さとうきび栽培地域では亜熱帯特有の局所的な「片降り」が顕著で、アメダスデータだけでは実態とかけ離れることが多い。したがって、産地全体を網羅し、リアルタイムでどこからでもデータを閲覧できるシステムが有効である。農家個人では設置できないため、産地全体での導入判断が重要である。

・受益者(農家等)によるシステムの保守点検:

システムを有効利用するためには、安定的な稼働が何よりも重要である。システムの不具合を発生させないためには、受益者による日ごろの保守点検に関する自律的実施の可否を認識することが求められる。

・必要経費とその効果の評価:

ここで扱うシステムは産地全体で利用するため、導入(初期)経費及びランニング経費を、誰がどのように負担するかが大きな問題になる。補助事業等が利用できる場合でも、ランニング経費は継続的に必要となる。

^{注1)}「微気象」の定義:地表面から2メートルくらいまで、あるいは100メートルくらいまでの大気現象。地面の状態に著しい影響を受け、生物の生活や農業・建築などにかかわりが深い(デジタル大辞泉より)。

3) GNSS自動操舵システム

GNSS自動操舵システムは農家が日々の農作業の中で使用する代表的で馴染みやすいスマート農業技術のひとつである。トラクタ等、農機の自動化は、GNSS(GPS)衛星からの信号を利用した測位が可能になって一挙に実用化されるようになった。

・手始めに親和性の高いビレットプランタ植付への利用から:

植付はさとうきび栽培の中で最も重要な作業のひとつである。最近、普及が進みつつあるビレットプランタの使用では、直進性及び一定畦幅の確保において熟練技術を要するため、このシステムが大きな威力を発揮する。特に、小区画圃場では枕地での旋回が困難な場合が多く、また面積当たりの切り返しが増えることから後進(バック)が多くなるが、後ろが見にくくてもスムーズに操作でき、重宝されている。GNSS自動操舵の普及では、まず、ビレットプランタとの組合せ利用が効果的な糸口になる。

・産地でのオペレータ確保に有効なGNSS自動操舵システムの普及促進：

直進だけであればこのシステムによって初心者でも農機の操作は容易であるが、現実には圃場状態や作物の生育状態に応じた作業機の操作を含むため、直ちに作業が可能になるわけではなく、それなりの経験を積む必要がある。システムの販売・取付業者は基本的な操作を指導するだけの場合もあるので、現地の先行農家等による指導・相談体制と人材育成の取組が導入において非常に重要になる。

4) ドローンモニタリング

農業用ドローンを用いた現状把握による栽培改善等への利用は、空撮を農家が行い、画像の連結・解析は専門サービスに委ねるなど分業・協力体制を構築することで効率的に課題の発見につながる。

2. 地域（産地）における取組の手順

2.1 導入支援技術全般に共通する取組の手順

1) はじめに

上述のように、さとうきびにも多種多様なスマート農業技術があるが、基本的な導入の可否の判断手順はほぼ統一されたものになる。本節では標準的な手順について述べ、次節で要素技術に特有な手順について整理した。

2) 標準的な取組手順

図2.1に産地における課題解決にスマート農業技術導入から運用及びその後の本格運用に関する手順をPDCAサイクルも含めて示す。経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すための取組は同図の「PLAN」に対応する取組が主対象であるが、現状把握による技術の導入に資する「スマート農業技術の実地体験」を中心とした「計画時」のPDCAサイクル一週りを包含する形となっている。

2.2 各要素技術に特有な取組の手順

1) 営農支援システム

・システムのカスタマイズ：

産地全体で使用されるシステムは「基本システム」に加えて、産地の要望に沿った「拡張システム」となる場合が多い。このため、システム提供企業は次のような聞取りを実施する。

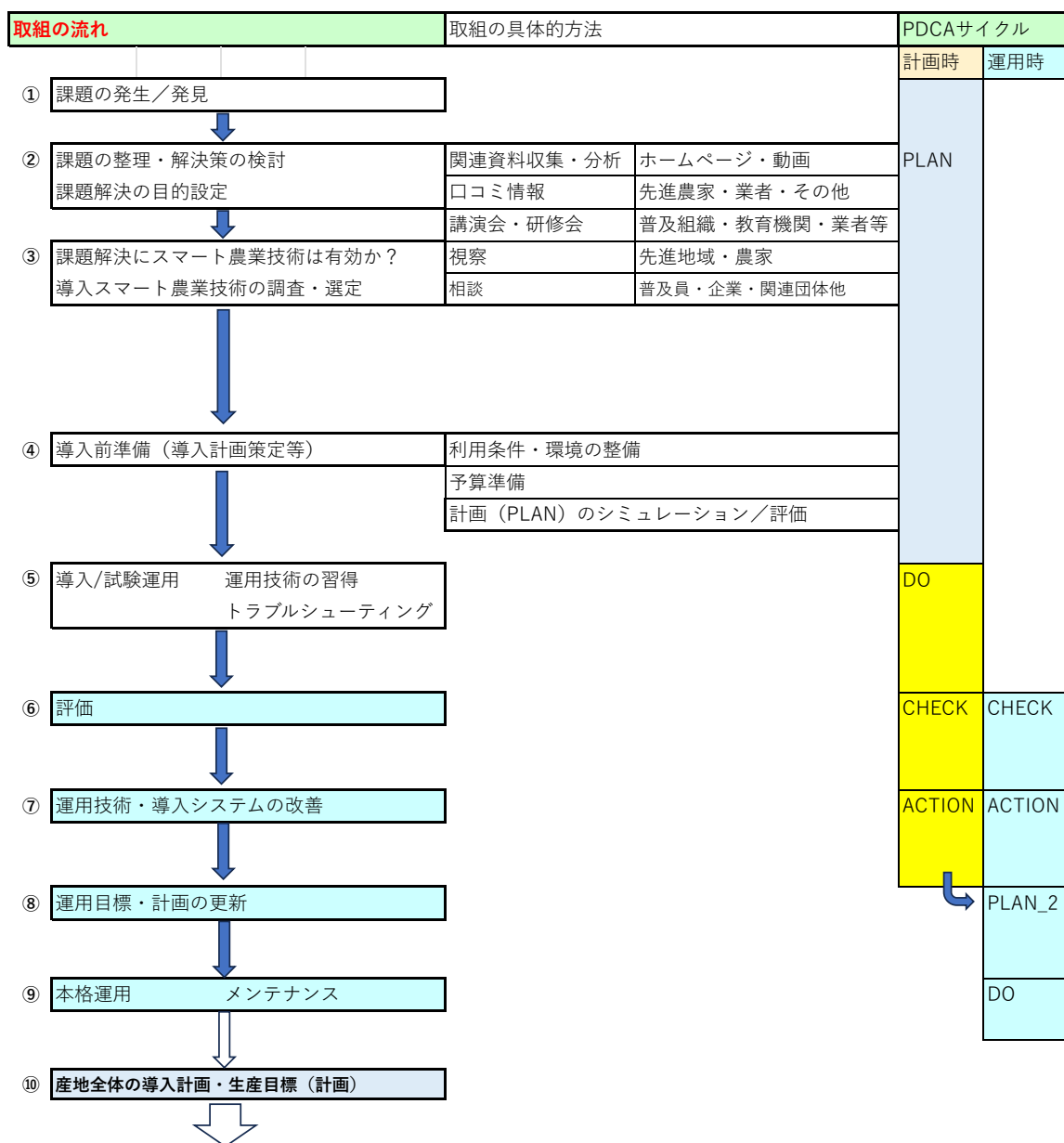


図2.1 スマート農業技術の標準的な導入判断に資する取組手順

・事前聞取り（PLAN:図2.1④）：

聞取り項目及びそれによる取組方針の決定

システムの利用によって実現したいこと（目的の把握）
 要望する（必要な）機能
 システムで利用するデータベースの内容・構成・ボリューム
 データの連携先、データ提供・利用に関するルールの整備状況
 システム運用に必要な機材・設備の準備状況

現状分析による判断に資する「スマート農業技術の実地体験」に当たり図2.2は営農支援システムの活用における事前準備から運用に関するPDCAサイクルを示したものである。図2.1の①～⑦を導入予定者が実施してシステムの導入およびカスタマイズの基礎資料を得ることが可能となる。

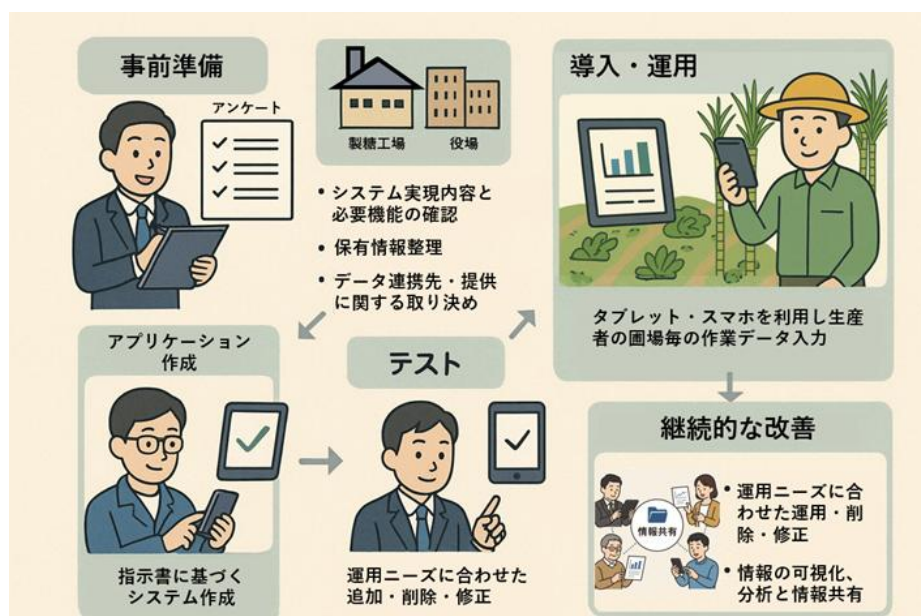


図2.2 営農支援システムの事前準備から運用におけるPDCAサイクル

2) 生育環境データ観測システム

・経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すための、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイスをを行うための準備及び設置計画

PLAN

生育環境データ観測システムの理解促進

システムの構成及び農作業や灌水への活用法

設置場所及びシステムの仕様決定

最も効率的にデータ収集が可能な設置場所の決定

計測データ通信用の電波強度の確認

ポストの形態（頑健型、可搬型、簡易型など）の選定

予算確保

保守・点検体制の整備

現地の保守管理責任者の決定及び製造メーカとの協議等

保守点検手順書配布

不具合発生時のメーカへの連絡・対処体制の確立

- ・導入に際して考慮すべき設置から運用、データ解析及び利用方法

DO・CHECK・ACTION

設置

農家及び関係者の教育

- 利用者のデータ閲覧法（PC・スマートフォン・タブレット）

- データの利用法

実運用とデータの集積・解析

農作業・灌水などへの利用

利用効果の評価と改善

3) GNSS自動操舵システム

- ・経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すための、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイスを行うための機種選定（後付けタイプ）の手順

PLAN

- 利用目的に合わせた機種・メーカ及び代理店の選定

- ロコミ・体験等

- RTK通信サービス等の選定・契約

- 通信方式（基地局からの無線／Ntripその他）

DO・CHECK・ACTION

- トラクタ等への装着（アンテナ、タブレット、モーター付きハンドル等）

- タブレット端末の取付け

- ハンドルの自動操舵用ハンドルへの交換

- アンテナの取付け

- 初期設定・キャリブレーション

- 操作方法の習得・試運転

- 実使用開始

- 操作技術の評価・改善、習熟

4) ドローンモニタリング

- ・経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すための、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイスを行うための手順。

PLAN

空撮・解析の目的設定、空撮圃場の選定
解析内容・方法の検討
空撮計画の策定

DO・CHECK・ACTION

空撮及び解析、データの活用
解析・活用結果の評価
空撮方法・解析方法・活用方法の改善

3. 事前に考慮すべき導入技術定着のための要件

3.1 導入支援技術全般に共通する定着要件

・スマート農業技術導入効果発現までのタイムラグ

スマート農業技術は、導入から効果が現れるまでに時間的なギャップがあり、特に初心者ほどそのタイムラグを前提に継続的に取り組む姿勢が重要である。

・地域の実態に即した技術導入

技術導入・運用に当たっては、さとうきび産地特有の地理的・社会的条件（島嶼性や分散圃場等）を踏まえ、地域実態に即した方法を確立する必要がある。

・営農支援システムによる現状分析

気象変動の影響が大きい中で、営農レベルの明確な目標設定と評価指標が不足しており、個別農家および産地全体でPDCAサイクルが十分に機能していない。そのため営農支援システムを活用し、現状分析に基づく導入効果の試算と評価方法を整備することが、合理的な生産活動と定着の鍵となる。

3.2 各要素技術に特有の定着要件

1) 営農支援システム

可視化はゴールではなく、生育状態や生育環境データ、収穫・出荷・品質（糖度等）の営農データを統合・共有・分析して意思決定と改善行動につなげることが必要となる。

2) 生育環境データ観測システム

・教育の重要性：

微気象データや土壌データ重要性を農家が十分に理解しないと、利用は進まない。特に、これらのデータとさとうきびの生育に及ぼす影響をしっかりと理解する必要がある。その際、教育用ツールの整備が重要である。特に動画での教育ツールを活用することが有効である（動画閲覧は、第4部I（1）イ）。

・保守点検体制の整備：

もう一つは安定運用のために、保守点検の体制をしっかりと確立する必要がある。製造メーカーと密な連絡を取りながら、現地での保守点検をきちんと行うことが、安定稼働のため

の最大の条件である。

3) GNSS自動操舵システム

- ・農作業ではスマートフォンのGPS精度は不十分であり、高精度測位にはRTK-GNSSの利用が有効である。
- ・RTK-GNSSには基地局設置型や商用通信（Ntrip方式）など複数の方式があり、産地の通信環境や条件に応じた選択が必要となる。
- ・商用サービスは導入が容易な一方、農機台数が増えると通信費が大きな負担となるため、産地全体での基地局整備と維持管理の是非を含めた検討が重要である。

4) ドローンモニタリング

- ・ドローンモニタリング定着の要件
行政、JA、製糖工場等と連携した「農業用ドローン協議会」等の組織を核に、農家が操作技術や安全運航に関する基礎技術を継続的に学べる体制整備が不可欠である。特に離島地域においても組織的に教育・研修機会を確保することが要件となる。
- ・空撮と画像データ解析の分業・協力体制（ビジネスモデル）：
農家にとって、空撮やモニター越しの生育状況の視認は比較的容易な利用法である。一方、空撮画像の連結・合成画像の作成及び画像データの解析はハードルが高い。この部分は専門のサービス組織に任せた方が効率的であり、解析結果の解読精度も高い。逆に、サービス組織が空撮まで行う方式では、現場までの航空運賃や滞在費が発生するだけでなく、最適な空撮チャンスを逃す恐れもある。したがって、相互の特徴を活かした分業・協力体制の確立が望まれる。衛星画像の利用ではこのような体制が確立されている。

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. 産地の特徴とスマート農業導入の必要性

1.1 喜界町におけるさとうきび農業の現状と課題

喜界町の主要産業は農業で、約2,250haの農耕地の内、経営耕地面積は1,696ha、農家戸数498戸（令和2年）である。農業農村整備事業の整備率は、区画整理92.9%（令和4年）と高く地下ダムによる畑地灌漑74.7%が島の農業を支えている。農業の中心を占めるのはさとうきびで、令和4年度は収穫面積1,337 ha、生産量77,144トン、単収5.77トン/10aとなっている。農家戸数は継続的に減少し、さとうきびの総栽培面積も少しずつ減少しているが、一戸当たりの収穫面積（総栽培面積とは一致しない）は増加している。これらの傾向は、さとうきびを栽培している南西諸島の島々では共通であるが、喜界町の一戸当たりの収穫面積は2.71ha（令和4年度）で、他の離島の1.37ha（同年度）に比べてかなり大きい。令和5年度のさとうきび栽培農家の年齢構成は70才以上が41%を占めていることより、令和10年度には栽培農家戸数は357戸まで減少すると予想されている。今後、生産法人を増やし、中小規模農家を生産法人に集約していく対策が必要とされている。

これらの分析を踏まえて、喜界町でさとうきび産業を維持していくために必要な生産量（収穫量）の目標値が設定されている（図3.1.1）。本支援事業開始5年後（令和10年）の生産予想値と目標値と間の約2.1万トンの差を解消する方策として、高効率機械化体系とスマート農業技術導入に向けて、有効・効果的な技術の選択を促すための、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイスが求められていた。

1.2 取組の目的及び方法

1) 目的

スマート農業技術の導入を検討する産地に対し、現状分析に基づく導入効果の試算とアドバイスを目的とする。①営農支援システム、②生育環境データ観測システム、③GNSS自動操舵システム、及び、④ドローンモニタリングを対象技術とした。

・先進的なスマート農業実現の系口の構築：

これによって、喜界町の大目標である生産量8万トン達成（令和10年度）及び将来の高効率機械化体系・スマート農業を実現する系口を構築する。

・南西諸島のさとうきび生産地域への技術移転方法の検討：

上記の導入を検討するスマート農業技術は、南大東村で実証した大規模さとうきびスマート農業体系であり、より経営規模の小さな南西諸島の島々に技術移転した場合の導入効果の試算を行う。

5年後(R10年度)の収穫量予測 (対策を実施しない場合)

収穫量	生産農家	収穫面積	1農家当たりの 収穫面積	単 収
トン	戸数	ha	ha/1農家	トン/10a
58,905	357	1,071	3.0	5.5

平年の単収

機械化の遅れ、受委託組織の遅れ、大規模農業化の遅れ

⇒ 生産者農家1戸当たりの**収穫面積が3.0ha**に留まると想定

圃場管理の限界

目標収穫量 80,000トン

収穫量	生産農家	収穫面積	1農家当たりの 収穫面積	単 収
トン	戸数	ha	ha/1農家	トン/10a
80,000	357	1,300	3.6	6.2

機械化の促進、受委託組織の効率化、適期植付・適期管理

収穫面積は**1,300ha**以上は必要 ⇒ 1農家当たり **3.6ha** 以上を管理

植付をビュレットプランターによる機械化 ⇒ 畝幅増える中 ⇒ **単収を向上させる必要**

平年 5.5トン/10a ⇒ **6.2トン/10a** 更なる増産施策で単収13%アップ

現状

3ha以上の栽培農家生産者農家の 28% ⇒ 全栽培面積の 8 割近く
1～3haを栽培している農家は全体の 38% ⇒ H30年度と比較して37農家減少

目指す姿

平均収穫面積を
4 ha まで拡大

今までのやり方・考え方
変革が必要

大規模化
法人化

図3.1.1 令和10年度に向けた目標生産量（喜界町さとうきび生産対策協議会）

【事業の内容】

項目1)さとうきびスマート農業技術体系の紹介

項目2)営農支援システムの試験導入

項目3)生育環境(微気象)データ収集システムの試験導入

項目4)GNSS自動操舵システムの試験導入

項目5)ドローンモニタリング

【実施体制】

その他のスマート農業技術(みどりの食料システム戦略等)

喜界町コーラルプロジェクトコンソーシアム

代表機関: 国立大学法人琉球大学 *

代表: 平良英三(農学部教授)

喜界町さとうきび生産対策協議会

摂南大学農学部 *

株式会社ユニバーサルブレンシステム *

株式会社エーディエス *

株式会社くみき *

NPO亜熱帯バイオマス利用研究センター *

(*: チームUFSMAメンバー)

【支援方法の基本方針】

産地で求めているさとうきびのスマート農業技術に直接触れることによって、その効果・意義を効率よく体得してもらい、普及促進を図る。

図3.1.2 取組の概要

2) 方法

- ・現状分析のためのスマート農業技術の試験運用(図3.1.2):

上記技術を習得する上で最も効果の高い方法として、現地で試験的に運用する実地体験に基づき現状分析と導入効果を試算する方法を採用した。

- ・オンラインによる遠隔技術指導及び協議:

現地(喜界町)と支援チームの所在地(沖縄本島、千葉県、大阪府)は海で隔てられており、頻繁な往来は不可能であるため、オンラインによる技術の遠隔指導と導入に関するア

ドバイスを行った。全体的なオンライン会議の他に、要素技術はそれぞれに担当班を設けその習得に最も適した方法で遠隔指導を行った。

・全体実地アドバイス：

遠隔指導だけでは難しい支援チームと現地チームの意思疎通を図るために、現地と沖縄本島（1回）で実地研修を開催してアドバイスをを行った。

・実施体制：

「喜界町コーラルプロジェクトコンソーシアム」

現地（喜界町）チーム：「喜界町さとうきび生産対策協議会」の普及指導員や営農指導員を含むメンバー及び協力農家で構成。

支援チーム（チームUFSMA）：南大東村スマート農業プロジェクト（畑H06及び畑4H7）実施メンバーで構成。

2. 経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すまでの経緯

2.1 取組開始までの活動

・支援事業の内容に関する事前擦り合わせ（PLAN：図2.1①②）

現地（喜界町）で取り組むスマート農業技術の種類、取組内容及び方法について実地及びオンラインですり合わせを行った。

現地（喜界町）で導入したいスマート農業技術の一番は「営農支援システム」であった。支援チーム側からは、「生育環境データ観測システム」及び「GNSS自動操舵システム」の導入を提案した。喜界町の生産目標を達成する方法として、精密灌水技術や低炭素化を目指すけん引型作業体系や栽培体系の提案も行った。支援側は、現地在スマート農業技術体系を学ぶ中で、導入したい技術が追加される場合も想定した対応をとった。

2.2 産地（喜界町）に対する経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すための現状分析

1) 既に導入されているスマート農業機器・システム（PLAN：図2.1③）

現状分析のために調査した結果、予想以上にスマート農業機器・システムが導入されていることが明らかになった。圃場管理システムや作業日誌システム等はこれ以上に入っている可能性がある。

○農薬散布用ドローン：

3組合、1農家、2法人 計6台のドローンで農薬散布
内、2台はアリモドキゾウムシ防除用

○GNSS自動操舵システム、オートトラクタ

3組織、5農家 計8台

○圃場管理システム、作業日誌システム

2組織、2農家 計4システム

圃場管理システムは、製糖工場、土地改良区、役場でも使用。

これらの内、GNSS自動操舵システム導入農家に対する聞き取り調査を実施した。現地メンバー（喜界町さとうきび生産対策協議会）が中心になって令和7年6・7月に対面聞き取りを実施。この結果の概要を3.4節で述べる。

聞き取り項目：

- ① 経営の概要
- ② GNSS自動操舵システムのタイプ、装着トラクタ、システム内容等
- ③ 利用方法、実績（年間）、他
- ④ 導入の動機・経緯
- ⑤ 使用上の問題点
- ⑥ メンテナンス
- ⑦ 台数増加の意向
- ⑧ GNSS自動操舵データの活用
- ⑨ 利用で生じた経営上の課題
- ⑩ 普及に向けた地域全体での取組
- ⑪ 行政等への要望

2) 農家の意向調査（PLAN：図2.1③）

スマート農業技術の普及において、その利用者である農家の意向は極めて重要である。もちろん、これに対する知識や体験を有する農家はわずかであり、講演会や実演会その他を通じて啓発を行うことによって、その意向も変化する。いずれにしても現時点での意向を把握することが基本である。そこで、令和6年11月19日に現地で実施された「令和6年度 喜界町さとうきび生産振興大会」において、アンケートを行った。この概要を3.5節で述べる。

3. 取組内容の実施状況と成果

3.1 営農支援システム

1) はじめに

前述のように、取組において喜界町の現地チームから最も導入希望の高かったのが営農支援システムであった。関係機関及び生産者が共通の基盤を用いて情報を一元管理・共有し、産地の生産構造を可視化することによって、さとうきび農業の構造改革及び生産目標の達成に取り組むことをねらいとしている。特に、70台のハーベスタの稼働状況の把握にも利用したいとの要望があった。

2) 導入に向けた検討及び準備（PLAN：図 2.1③④及び DO：図 2.1⑤、CHECK：図 2⑥）

（1）導入体制と利用環境

支援チームが管理するサーバーシステムに現地チームがリモートアクセスする形で営農支援システムを利用する（図3.3.1）。導入初期段階では、喜界町さとうきび生産対策協議会事務局（製糖工場）において基本的な動作確認を実施した後、各部署に段階的に展開した。

・利用端末：パソコン、スマートフォン、タブレット

- ・利用者：組織利用；喜界町さとうきび生産対策協議会（役場、製糖工場、JA、開発組合）
個人利用他；農家、駐在県農業普及指導員、生産法人等

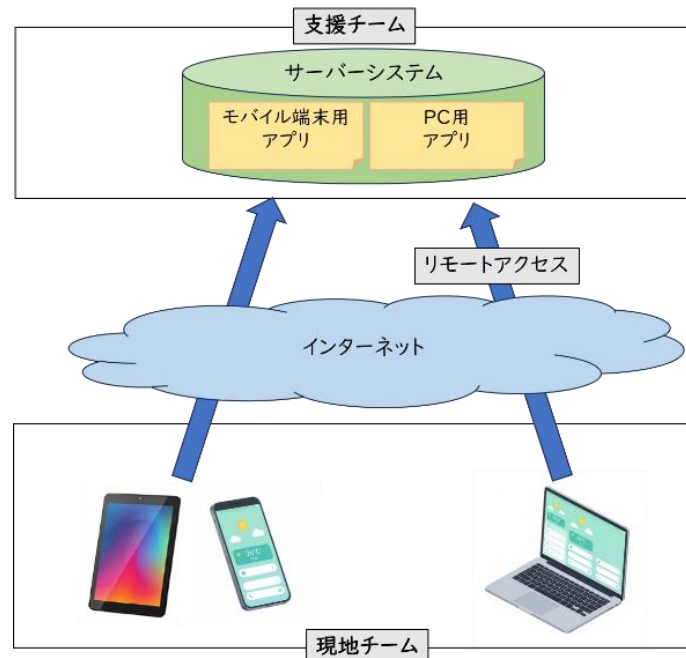


図3.3.1 営農支援システムの利用形態及び使用端末

(2) 導入前の実地研修

営農支援システムの導入に際して、産地の経営課題の解消に有効・効果的なシステムの要件について、沖縄本島で実地研修を行った（スマート農業総合研修）。本研修では、システムが提供する各種機能の概要及び産地の経営課題の解消方法について説明し、利用者がシステム利用による課題解決の全体像を把握できるよう配慮した。喜界町からの参加者は、システム管理担当（予定）者で、具体的な操作法についても学び、その後のシステムのインストールやデータベース構築に関する基礎を習得した。研修の後半には、他の研修コースへの参加者も加わり、システム導入前の要点を学んだ。

(3) 導入前の事前調査（アンケート）による課題の抽出と対応策

システムの円滑な導入と安定的な運用を実現するため、導入前に利用者（製糖工場、役場、JA 等）の利用目的、必要機能、既存の情報管理状況等に関するアンケート調査を実施して把握した。本調査及びその後の調整によって、運用上の課題やシステムに期待される役割を明確化し、試験的に運用するシステムの機能設計及び運用調整に反映した。

・現地運用による検証とフィードバック：

テスト期間終了後は、現地での実運用を通じてシステムの有効性を検証した。初期調査との乖離、追加要望、不要機能の整理を利用者と継続的に共有し、現場の実情に即した運用体制の構築を進めた。

3) 機能改善及びシステム拡張 (DO: 図 2.1 ⑤及び CHECK: 図 2.1 ⑥、ACTION: 図 2.1 ⑦)

現地の営農支援システム班において、システムをインストールし、その運用に必要なデータベースを構築し、試験運用する過程で、喜界町の実情に合わせた操作方法の改善や拡張に関して支援チームへの提案を行った。これを受けて、システムの改修や新たなアプリの開発を行い、現地班とのやり取りを通して喜界町向けにシステムをカスタマイズした。主な内容は、表 3.3.1 の通りである。また、各組織の利用効果を図 3.3.2 に示す。具体的な内容については第4部参考資料において概要を記載した(参考図 2.1～2.4)。

表 3.3.1 現地の要望及び相互の検討による営農支援システムの機能拡張・追加

追加・拡張機能	追加・機能拡張の内容
システムのメンテナンス機能	現地のシステム管理者が営農支援システムを管理するためのメンテナンス項目を表示。
JA会計システムとの連携	JAあまみ喜界事業本部の会計システムの経営データを、営農支援システムと連携して、生産者の経営改善等に活用するための機能。他の会計システムについても対応可。
GIS（地理情報システム）機能	営農支援システムはGIS機能によって情報システム本来の能力を発揮できるが、そのためには圃場電子地図（圃場ポリゴン）データが必須である。現在、他のシステムで使用中の圃場地図を営農支援システムで使うための要件とその対応策を検討中。
圃場面積計測機能	生産者等がGPSを利用して圃場外周の位置データより面積を計測・表示。
ハーベスタの作業モニター機能	産地で収穫作業を行っている70台のハーベスタの運走行軌跡をモニター画面に表示し、収穫圃場の位置、作業進捗状況を把握・管理するシステム。作業管理だけでなく、給油車や修理班等とのデータ共有によって作業を円滑に実施できる。さらに、原料運搬トラックや株出管理トラクタとの連携によって、収穫後の作業の円滑化を図れる。
GNSS自動操舵トラクタの走行データ取得・連携機能	GNSS自動操舵システムに記録される走行データを取得して作業能率、作業面積の算出等に活用する機能を付与した。

行政 ・産地の生産構造の把握 ・生産者の把握 ・インフラの整備計画 ・基本計画の策定等 ・生産者支援 ・農地集積計画の策定	JA ・産地の生産構造の把握 ・生産者の把握 ・生産量の把握／生産計画 ・作付／出荷管理 ・生産資材管理	製糖工場 ・産地の生産構造の把握 ・生産者の把握 ・生育状態把握／生産予想 ・搬入原料管理 ・収穫作業把握
受託組織 ・作業計画／作業日誌 ・農機類の稼働管理 ・受託作業管理 ・従業員管理	生産者 ・作業計画／作業日誌 ・経営把握・評価／経営改善 ・作付計画・管理 ・栽培管理・改善	HVオペレータ・組織 ・ハーベスタ（HV）稼働管理 ・作業圃場把握 ・作業日誌・作業管理 ・給油・メンテナンスサービス
サービス組織 ・生産資材需要の把握 ・給油・メンテナンス管理 ・データ分析サービス需要把握		

図3.3.2 産地の各ユーザーに対する利用効果

5) 今後の展開：(PLAN2:図 2.1⑧)

・今後の営農支援システムの扱い：

本システムは、継続的なフィードバックと改善（PDCAサイクル）を前提として運用するものである。今後、運用サポートを担い、定期的なアップデートを実施し、持続的な改善を図ることが重要である

・個別農家・生産法人の利用：

本取組では、産地の生産構造の見える化や目標生産量を達成するための計画・施策策定に向けて、行政・JA・製糖工場等での利用に向けた事前準備や改修を行うことが第一の目的であった。同時に個別農家の使用も前提に作業日誌やカレンダー等の準備を進め、そのための準備を行った(図3.3.3)。

- 営農支援システムを「喜界町さとうきび生産対策協議会」(生対協)に試験導入して「喜界町モデル」の構築を進め、**地域全体の生産構造の解析・見える化**と本格導入に向けた支援(手引き書)。
- 収穫作業(ハーベスタの稼働状況、原料運搬状況など)のモニタリング・見える化の支援(手引き書)。
- 将来的には個別農家の利用も想定した支援(手引き書)。

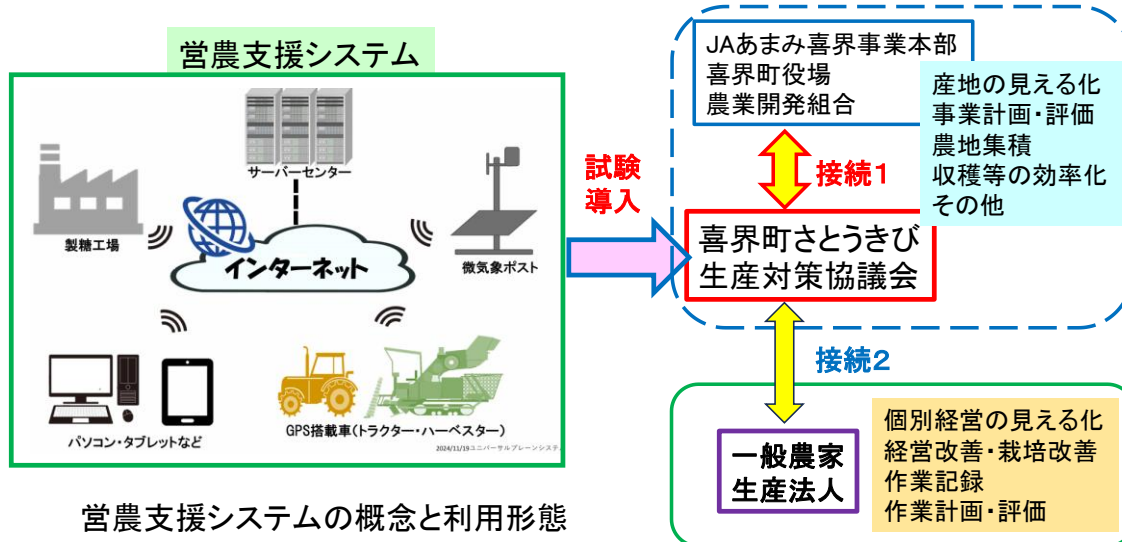


図3.3.3 営農支援システムの利用形態

3.3 生育環境データ観測システム

1) はじめに: 課題の整理から導入前準備 (PLAN: 図2.1 ①~④)

喜界島では地下ダムによる大規模な畑灌事業が実施され、南大東島等と比べると非常に恵まれた水環境にある。しかしながら、積算蒸発散量(アメダスデータより算出)とさとうきび単収との分布図(図3.3.4)を見ると、全般に降水量が増えると単収はほぼ直線的に増えているが、喜界島ではほぼ水平に近い図となることがわかった。

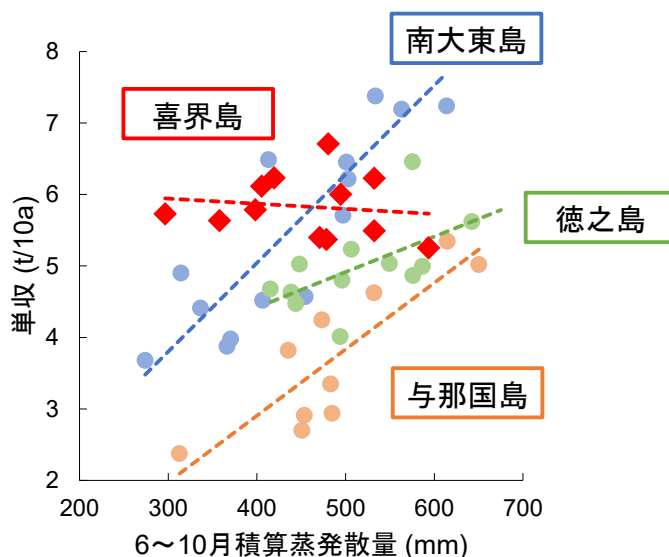


図3.3.4 さとうきびの生育が旺盛な時期における積算蒸発散量と単収の関係

低い降水量域では灌水効果によって単収が相対的に高くなるのは理解できるが、高い降水量域で単収が伸びない傾向は理解に苦しむ。この原因を解明しないと令和10年度の生産目標値8万トンの達成は困難であると懸念される。そこで、生育環境データ観測システム（微気象観測ポスト）2台を設置して実態の把握と、さとうきび生産における微気象データの活用を図った。

2) システムの設置 (PLAN:図2.1④及びDO:図2.1⑤)

・設置サイトの検討:

設置サイトの選定は、喜界町さとうきび生産対策協議会で行った。喜界町内において、気象庁のアメダスは周囲に農地の少ない空港1か所のみである。しかしながら、島内において、場所によって降水量が異なり、さとうきびの生育や農作業（機械作業）に大きな影響を与えることを農家等の関係者は、データはないが、経験的に把握していた。特に、島の中央から東に位置する百之台を境に、東側は急峻な屏風状の崖とそのすそ野に広がる細長い海岸平地、西側は石灰岩の隆起による複数の段丘から構成され、海岸から緩やかに高度を上げている。この特有な地形的特徴によって、降雨特性や土壌が異なるので東西2個所への設置を決定した。図3.3.5に設置場所を示す。



東側KK1: 嘉純集落。土壌は、奄美群島で最も生産性の高い泥灰岩風化土壌

西側KK2: 島中集落。土壌は、島内で多くみられる琉球石灰岩風化土壌

図3.3.5 喜界島における生育環境データ観測ポスト（微気象観測ポスト）の設置位置

・設置システムの選択:

設置したシステムは、簡易型微気象観測ポスト及び土壌水分等を計測する圃場センサである（図3.3.6）。計測項目は次の通りである。

簡易型微気象観測ポスト: 降水量、気温、相対湿度、風向・風速、日射

Webカメラ

圃場センサ:pF

データ取得及び転送:センサで計測されるデータは10分平均値をネット経由でクラウドサーバに転送される。圃場センサのデータは微気象観測ポストに無線で送信され、微気象データと一緒に転送される(図3.3.7)。

データ配信システム:クラウドサーバに蓄積されたデータは、ネットを通じて、PCやスマートフォンのアプリで表示される(図3.3.7)。



簡易型微気象観測ポスト及び圃場センサ(左) (右) 設置作業状況
図3.3.6 設置した微気象観測ポストと圃場センサ、及び、設置作業

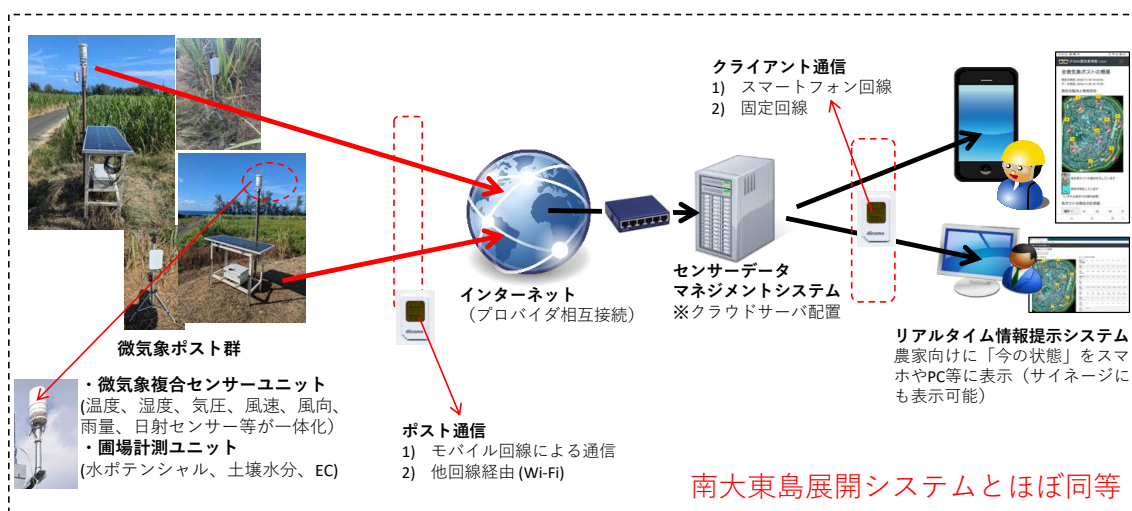


図3.3.7 生育環境データ収集・配信システム

3) システムの保守点検・管理について(DO:図2.1⑤)

・保守点検及び指導体制:

設置した微気象観測ポストの管理は、喜界町さとうきび生産対策協議会が行っている。

通常の点検作業は、マニュアルに沿って、①ポストの点検と清掃、②電池交換である。

・トラブル対応:

今回、協力農家が誤って観測機器のケーブルを刈払機により切断するトラブルが発生し、一定期間データを取得できないトラブルが生じた。これに対して、現地の担当者が支援チームからのオンライン指導によってケーブルの再接続、復旧を完了できた。

4) 生育環境データ・情報の活用(CHECK:図2.1⑥)

・設置位置における降水量の違い：

図3.3.8に示すように、降水量の局在化が一目瞭然となり、灌水等にはできるだけ圃場に
近い微気象データを活用することが重要であることを明示した。

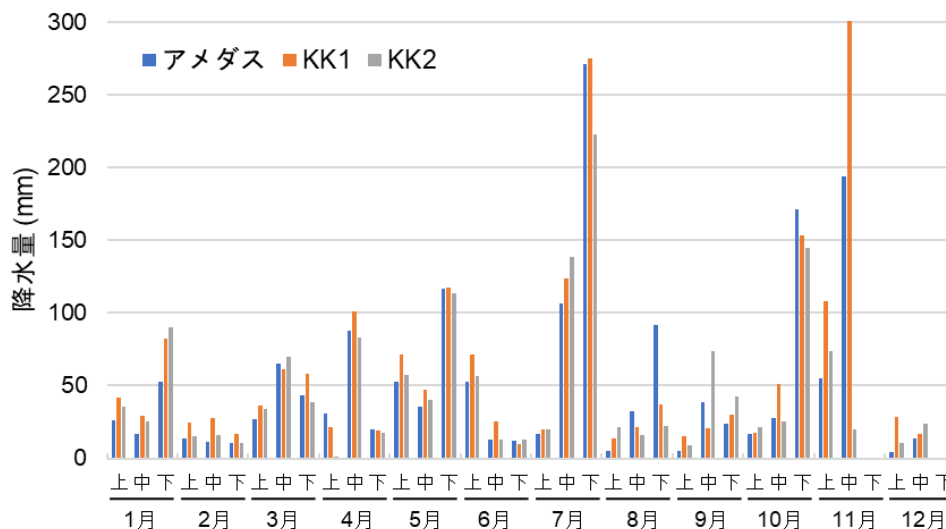


図3.3.8 観測地点による降水量の違い(令和7年旬報)(12月は途中まで)

・微気象データ解析に基づく灌水判断：

さとうきびに対するpFの閾値は3.5付近と報告されており、これより高い値では光合成が
著しく低下する(図3.3.9)ことから、成長が抑制され収量にも強く影響する。したがって、
pF値を灌水判断に使用するなら3.5を超える前に灌水を開始し、2.0付近まで低下させ
るように灌水を行うのが好ましい。本事業で導入した2か所の土壌水分センサでは春先
や夏季において3.5を超えるpF値が何度か観測されており、図3.3.10に示すように、さと
うきびに水ストレスが生じていたことを確認できた。

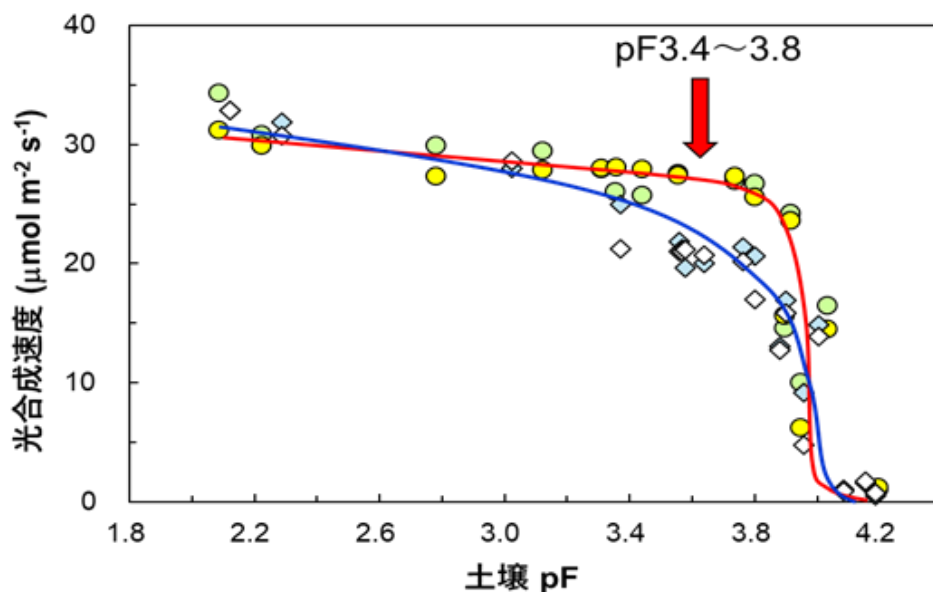


図3.3.9 土壌pFがさとうきびの光合成速度に与える影響(支援チームのデータ)

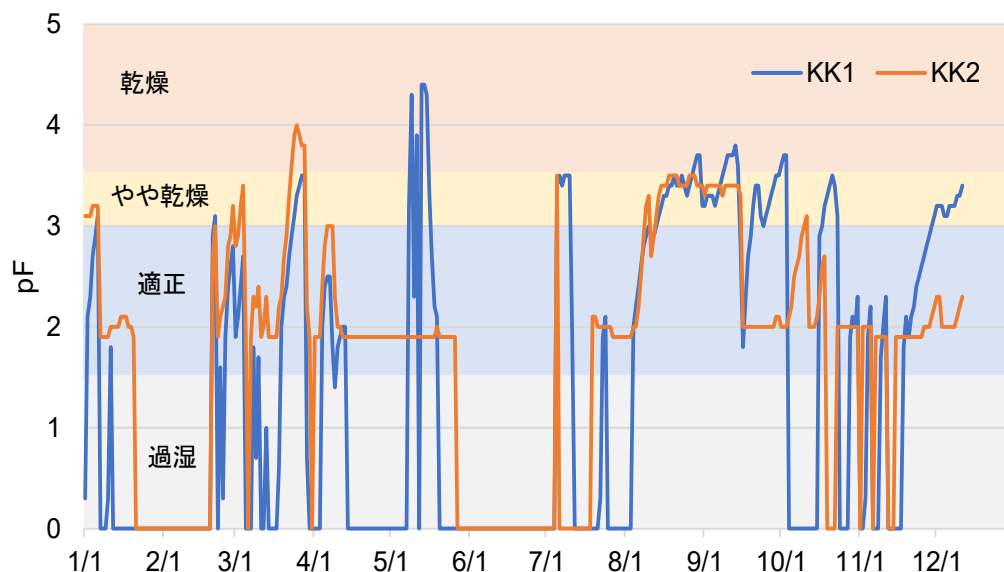


図3.3.10 設置サイトにおける土壌pF値の推移（令和7年）
 ＊8月から10月にかけてpF値が3以上の時期が続いている。

図3.3.11に示す降雨に伴う土壌pF（緑色；水頭（cm）の対数表示）推移の例を見ると、降水量及び土壌の乾燥状態によってpF値の低下の程度は大きく異なる。これは土壌の特性にも影響を受ける。さらに、低下時の傾向だけでなく、土壌の乾燥に伴う上昇傾向を多くのデータより把握しておくことが、効果的な灌水を行う上で重要になる。

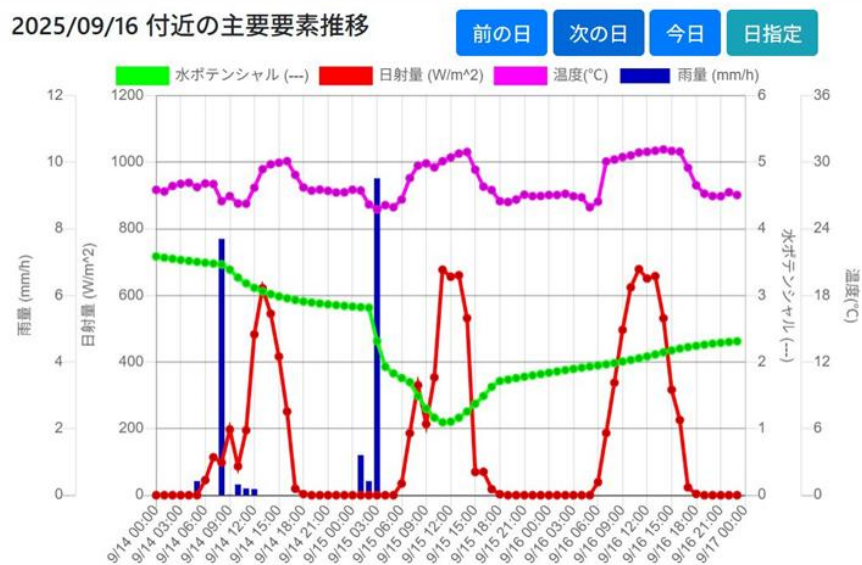


図3.3.11 降雨（青棒）に伴う土壌pF値（緑線）の推移例

・スプリンクラ灌水の評価（試行）：

喜界町では大規模畑地灌漑施設を用いて、スプリンクラ灌水が実施されている。土地改

良区が組んだローテーションに従って受益農家は順番に圃場端のバルブを操作する。

1回当たりの灌水量は25mmに設定されている(10アール当たり25トンの水量に相当)。

この水量が妥当かどうかについての議論もあるが、スプリンクラでの散水は、風などの影響によって散布ムラが発生しやすく、圃場内に満遍なく、散水されるわけではない。また、さとうきびの成長に伴って葉が圃場を覆いつくすため、一部の水は葉を濡らすだけで、地表面まで達しても根の位置まで浸透しない量も存在する(表3.3.1)。

現地の微気象観測ポスト班において、設置圃場の灌水日における土壌pF値の変化を見る簡単な分析を実施した。7月4日の1.8mmは灌水由来の値であり、条件にもよるが、微気象センサの位置には1.8mmの水しか届いていないことが確認された。これによって、圃場に近い微気象データを活用することで降雨と土壌pFの関係やスプリンクラ灌水の実態についても分析することが可能になった(参考図3.1~3.3)。

表3.3.1 灌水(青枠)と降雨(赤枠)によるpFの変化

	KK1 (mm)	土壌 p F
6月25日	0	
6月26日	0	
6月27日	0	
6月28日	0	
6月29日	0	
6月30日	0	
7月1日	0	
7月2日	0	
7月3日	0	
7月4日	1.8	3.4
7月5日	0	3.5
7月6日	0	3.5
7月7日	0	3.5
7月8日	0.1	3.5
7月9日	2.3	3.5
7月10日	16	2.7

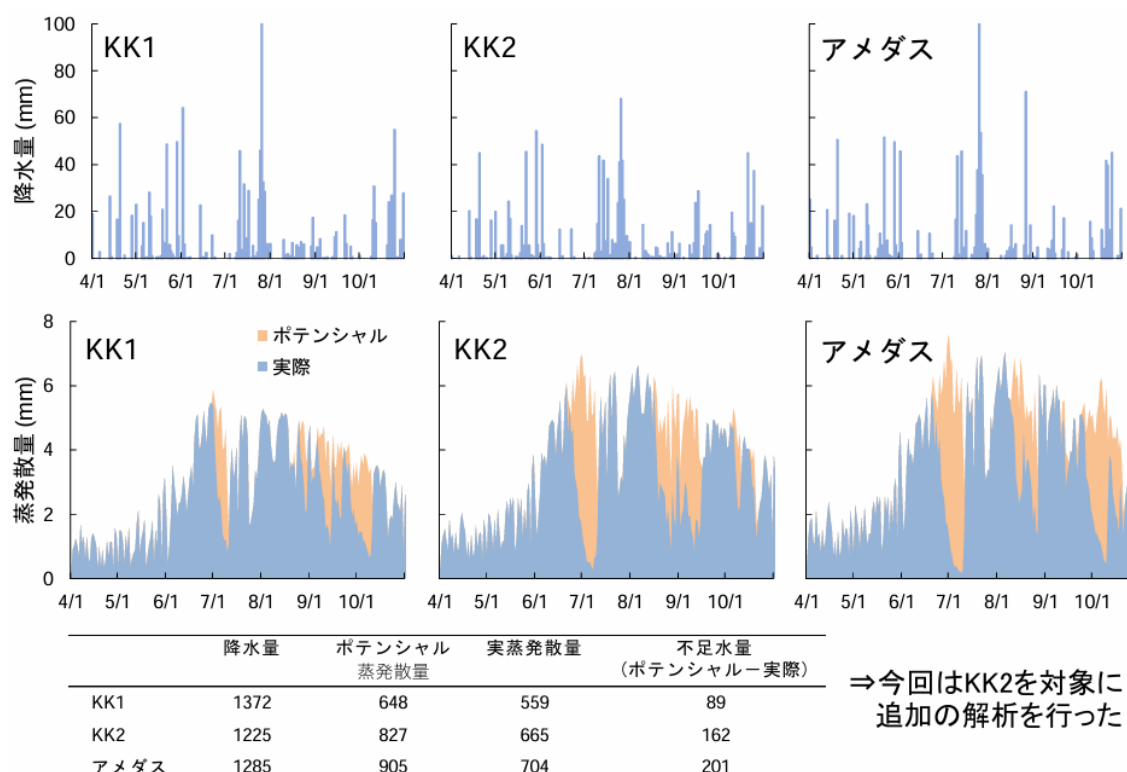


図3.3.12 微気象データから求めた蒸発散量に基づく圃場水収支の評価(令和7年)

・微気象データによる農作業の可否判断及び灌水判断のアドバイス:

協力農家の中に、微気象データを機械作業の可否判断や灌水判断への活用を希望する農家がいることがわかった。これは、圃場環境データの重要性を農家は感覚的に理解していることを示している

土壌pF値による灌水開始タイミングの判断については上述の通りであるが、その実施にはかなりの数のpFセンサを設置する必要がある。これに対して、「蒸発散量」すなわち圃場の土壌中から蒸発と蒸散によって失われる水分量を用いて、灌水時期を判断する方法がある。図3.3.12はアメダスを含む令和7年4月～10月における微気象データより蒸発散量を求め、降水量との比較によって圃場における水収支を示したものである。図中のオレンジ色の部分は水が不足した時期と不足水量を示している。水収支を日単位で算出し、不足水量が発生したらそれを補うための灌水を行う方法に関するアドバイスを元に、データに基づくスマート灌水導入の検討を開始した。

・ローテーション灌水の喜界町におけるデータに基づくスマート灌水の検討：

ローテーション灌水は、晴れようが雨が降ろうが、とにかくプログラムに従って灌水を行う方式である。受益農家の判断に任せると、散水日の極端な集中や無駄に大量の灌水を行う等の問題が発生することが多い。これを防ぐための計画灌水である。すなわちローテーション灌水は管理の都合で導入されたものであるが、水資源の浪費が問題となる。喜界島の地下ダムも水が無尽蔵にあるわけではなく、ダムの貯水率に応じて、次のような灌水制限が決められている。

貯水率：85% 節水呼びかけ、	50% 新植夏植え以外の散水停止。
30% 新植直後1回のみに制限、	15% すべての散水停止。

これを見るとフィードバック・フィードフォワード制御をベースとするスマート灌水が必要であることが窺える。しかしながら、大規模灌水システムを一気に変更するには大きな困難が予想される。これまでの議論では具体的な方策は出ていないが、何らかの方法でスマート灌水の導入は共通認識になっている。

・ドローンモニタリングとの連携：

3.5節に示すように、微気象観測ポスト設置圃場においてドローンによるリモートセンシング(モニタリング)を実施した。ドローンモニタリングで把握した生育データ(例えば、草高、NDVI画像)と付近の微気象データとの関係进行分析することによって、微気象が生育に及ぼす影響等を把握でき、栽培管理への応用が可能になる。

5) 今後に向けたアドバイス(ACTION: 図2.1⑦)

- 技術者が現地に出向かなくても、オンラインでの指示にしたがって現地メンバーが作業を実施できたので、この体制の維持・充実が重要である。
- 観測ポストは目立つので農家も気をつけるが、ケーブルなどは目立たないので、農作業時の切断のようなトラブルが生じる恐れがある。ケーブルに目印をつけたり、カバーで覆ったりする等の対策を講じ、トラブルを未然に防ぐことが重要である。
- ドローンモニタリングと得られた微気象データを連携させ、生育状況の把握や収量予測等の分野への活用が期待される。

- 微気象観測ポストで得られたデータを農家がうまく活用して高いコストパフォーマンスを達成するには、データ活用のための研修会などが今後必要となってくる。南大東スマート農業プロジェクトで作成した動画の活用等が望まれる（動画閲覧を希望される方は、第4部Ⅰ（Ⅰ）イをご覧ください）。
- 微気象観測ポストで得られる情報を活用すれば、効率的かつ的確な「スマート灌水」の実施が期待できるので、喜界町土地改良区をはじめ、県、国等との情報共有・連携を図り灌水法改善の議論を進めることが重要である。
- 微気象データ及び土壌データを活用することが有効であることが認識された結果、令和7年度に別事業によって微気象観測ポスト及び土壌ポストを2セット追加設置できたので、これまでの線から面的なより細かなデータ収集が可能になった。

3.4 GNSS自動操舵システム

1) はじめに

GNSS自動操舵システムの産地への導入を加速化するために、2名の協力農家に試験的に使用してもらい、利用における課題の抽出と経営改善における効果を検討した。

2) 活動の流れ（DO：図2.1⑤、CHECK：図2.1⑥）

これを踏まえて、支援チームではGNSS自動操舵システムの導入に必要な事項を現地側に説明した上で、次の流れで関連作業の指導を行った（参考図2.7～2.9）。

自動操舵システムを試験導入する2農家（協力農家）の選定
 同時に、現地メンバー内に自動操舵システム班を設置
 協力農家に対する事前実地説明（スマート農業技術総合研修及び推進会議）
 2台のトラクタへの自動操舵システムの取付（支援チーム）
 自動操舵システムの操作方法の実地指導（推進会議時）
 キャリブレーションの実施指導（推進会議時）
 支援チーム、協力農家、自動操舵システム班でオンライン連絡体制構築
 自動操舵システム装着トラクタの利用計画策定（自動操舵システム班及び協力農家）
 自動操舵システムを利用した作業開始（主として植付作業；令和7年度夏植）
 自動操舵植付データの整理と評価（自動操舵システム班及び協力農家）

この流れに加えて以下も実施した。

- ・鹿児島県知事視察時における事業の説明と、自動操舵トラクタへの試乗（自動操舵システム班及び協力農家、令和7年）
- ・喜界町で既に自動操舵システムを導入している6組織（農家、法人等）に対する聞取り（自動操舵システム班、令和7年）
- ・ハーベスタのオペレータ研修時に自動操舵トラクタの体験会（協力農家、令和7年）
- ・招待講演における取組の紹介（協力農家、令和7年）

3) 協力農家の選定及び経営の概況 (PLAN:図2.1④)

喜界町さとうきび生産対策協議会において、GNSS自動操舵システムを運用する協力農家2名を選定した。

・協力農家A氏:

40代 就農14年目

令和5年産生産実績

	夏植	春植	株出	合計
面積 (a)	314	390	1,364	2,068
単収 (kg/10a)	9,477	4,996	6,365	6,580
生産量 (t)	297	195	868	1,360

収穫受託面積:12ha

過去5年間の平均単収

	夏植	春植	株出	合計
単収 (kg/10a)	8,985	5,524	5,894	6,301

A氏は喜界町のリーダー的な多量生産者でかつGNSS自動操舵は未使用の状態であったため、選出された。

・協力農家B氏:

40代 就農17年目

令和5年産生産実績

	夏植	春植	株出	合計
面積 (a)	92	100	187	379
単収 (kg/10a)	5,702	3,798	3,771	4,247
生産量 (t)	52	38	70	161

収穫受託面積:33ha

過去5年間の平均単収

	夏植	春植	株出	合計
単収 (kg/10a)	5,170	3,745	3,864	4,343

受委託組織、共同利用で多くの仲間と一緒に植付から収穫まで実施する、多くの機械類を所有する地域リーダーの一人として選出した。

4) 運用・連絡体制の構築 (DO:図2.1⑤)

自動操舵システムの運用をスムーズに実施するために、支援チーム、現地自動操舵システム班及び協力農家で、オンラインによる連絡・サポート体制を構築(図3.3.13)した。これによって、トラブル等に即応し、日々の機械作業を支えた。



図3.3.13 GNSS自動操舵トラクタの運用・連絡体制

5) 使用感及び利用実績とその評価、明らかになった課題と対応 (CHECK: 図2.1⑥及び
ACTION: 図2.1⑦)

協力農家A及びB両氏とも現場での操作等に支障を感じることなく、全体としてスムーズに作業を実施できた。RTK-GNSS (Ntrip) の利用については、スマートフォンができれば特に問題ないとの感想であった。

・利用実績と評価:

協力農家A氏はGNSS自動操舵トラクタをビレットプランタ植付専用機として利用した。一方、B氏は全茎式プランタを利用して自動操舵植付を行った。令和7年の植付(夏植)実績を表3.3.2に整理した。

ビレットプランタの1日当たりの植付面積は35.7a/日で、全茎式プランタ23.6a/日の約1.5倍となっており、プランタによる差が表れている。GNSS自動操舵利用の初心者にしては非常に高い性能を発揮している。令和6年までは両方とも手動操舵で作業を行っていたが、いずれも後進に時間を要していた。プランタの構造上、後方が見えにくく、手動操舵は非常に気を遣う作業で、作業時間が長くなる一因であった。これが自動操舵の利用によって時間短縮が可能になった。GNSS自動操舵に慣れたオペレータの場合、機種にもよるが、植付速度は5~6km/hとかなりの高速作業が普通になっている。この速度は手動操舵では不可能である。自動操舵での後進速度は2~3km/hと前進速度の半分程度である。一方、全茎式プランタの植付速度は人力による苗供給速度の制限から1.5km/h程度で、自動操舵での後進は同程度である。

表3.3.2 A及びB氏の植付実績(令和7年度夏植)

オペレータ：協力農家A氏				オペレータ：協力農家B氏			
植付面積	植付日	植付日数	所有者	植付面積	植付日	植付日数	所有者
57.0	8月11日	1	A	16.4	8月17日	1	D
27.0	8月12日	1	A	8.0	8月18日	0.5	D
46.0	8月13日	1	A	19.0	8月18日	0.5	D
27.0	8月17日	1	A	20.0	9月3日	1	D
15.0	8月18日	1	A	10.0	9月15日	0.3	D
12.7	8月18日	1	A	17.0	9月15日	0.4	D
16.0	8月19日	0.6	A	14.0	9月15日	0.3	D
10.0	8月19日	0.4	A	18.0	9月16日	1	D
34.9	8月21日	1	A	5.0	9月17日	1	D
62.0	8月22日	1	A	18.0	9月21日	0.5	D
39.0	8月24日	1	A	10.0	9月21日	0.5	D
30.0	8月25日	1	A	10.0	9月23日	0.6	D
22.0	8月27日	1	A	7.0	9月23日	0.4	D
27.0	8月28日	0.7	A	50.0	9月29日	1	D
10.7	8月28日	0.3	A	20.0	10月6日	0.7	B
16.0	8月29日	0.3	A	6.0	10月6日	0.3	D
26.3	8月29日	0.6	A	7.0	10月7日	0.2	D
9.1	8月29日	0.1	A	27.7	10月7日	0.8	B
8.0	8月31日	1	A	13.0	10月17日	1	B
25.0	9月1日	0.4	A	26.0	10月19日	1	B
18.0	9月1日	0.3	A	18.1	10月24日	1	B
22.0	9月1日	0.3	A	12.0	11月3日	1	B
28.3	9月3日	1	A	25.0	11月4日	1	B
21.0	9月5日	1	A	5.0			D
11.0	9月7日	0.5	A	31.0			B
15.0	9月7日	0.5	A	32.2			D
13.5	9月8日	0.3	A				
26.0	9月8日	0.7	A				
18.0	9月9日	0.3	A				
31.0	9月9日	0.5	A				
11.3	9月9日	0.2	A				
49.0	9月10日	1	A				
34.0			A				
8.5			A				
25.0			A				
6.1			A				
7.0			A				
4.7			A				
合計	870.1	22		合計	445.4	16	
作業面積	784.8	35.7 a/日		作業面積	377.2	23.6 a/日	
残面積	85.3			残面積	68.2		

所有者	A*	協力農家	植付面積	a(アール)
	B	協力農家	植付日数	日 複数圃場の作業は面積配分
	D	委託農家	*所有農地に加え、自己裁量で作業可能な面積を含む	

・農地集積及び作業形態の植付作業への影響分析：

図3.3.14にA氏とB氏の植付作業圃場の分布を示す。

A氏の植付圃場は自宅から比較的近い所にまとまっている。作業期間は、8月11日～9月10日の約1カ月で、作業日数22日間、作業面積784.8a、圃場数32筆とフル稼働に

近い状態であった。一方、B氏の植付圃場はかなり遠い所にもあり、8月7日～11月4日の約3カ月の植付期間で、16日間の実稼働、作業面積377.2a、圃場数23筆であった。A氏は自己裁量で作業できる圃場を計画的に植付けたことが推察できる。一方、B氏は受託作業が多いので、委託農家の都合（例えば、耕起・碎土の遅れ等）に左右されたことが推察される。また、A氏は苗をハーベスタで準備できるのに対し、B氏の場合は人力での苗切り作業を必要とすることも影響している。

さらに、B氏自身の圃場の植付は10・11月と後半に集中しており、委託農家を優先していることが窺える。A氏の8月植付に比べると2ヶ月程度遅れており、適期植付とは言えず、単収に大きな差がでると予想され、ひいては収益にも影響すると判断された。

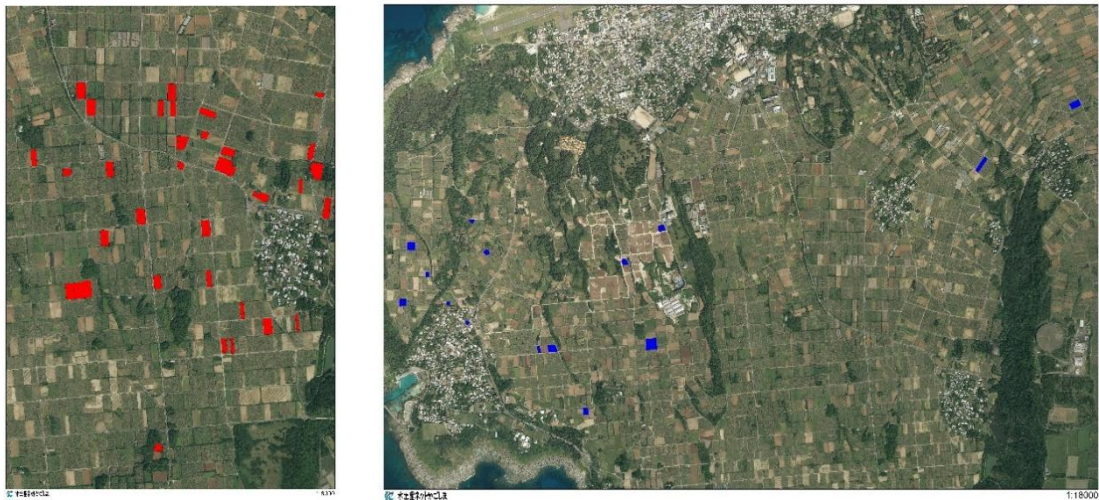


図3.3.14 協力農家A氏（左：1/8,000）、及び、B氏（右：1/18,000）の植付圃場

（A氏の評価）自動操舵植付では、ハンドル操作が不要になったため、後部に装着されたプランタのホツパからの苗の繰出し具合の確認に集中できて作業が楽になるとともに植付精度も向上した。手動運転時に比べて走行速度を上げることができ、作業能率の向上が見られた。また、後進（バック）時はホツパで後ろが見にくいいため、苦勞していたが、自動操舵で非常に楽になった。

（B氏の評価）全茎式プランタでは、後部に搭載した全茎苗で後方が見えないため、ビレットプランタよりも後進に苦勞していたが、自動操舵で非常に楽になった。

6) 営農支援システムとの連携（ACTION：図2.1⑦）

・GNSS自動操舵システムからの走行軌跡データの取得とその分析：

GNSS自動操舵作業において、作業時間、作業面積や走行距離を計測することによって、運用やメンテナンスの改善に有効な情報を取得できる。従来の方で作業時間等を計測する予定であったが、GNSS自動操舵システムに保存される高精度な走行軌跡データから算出できるようになった。そこで、このデータを営農支援システムに連携して作業性能を算出するために、自動操舵システムからUSBメモリーにダウンロードするアプリの開発を行った。沖縄本島等でこの機能を確認して、令和7年11月の推進会議時にA氏のトラクタ

よりダウンロード作業を行った(図3.3.15)。

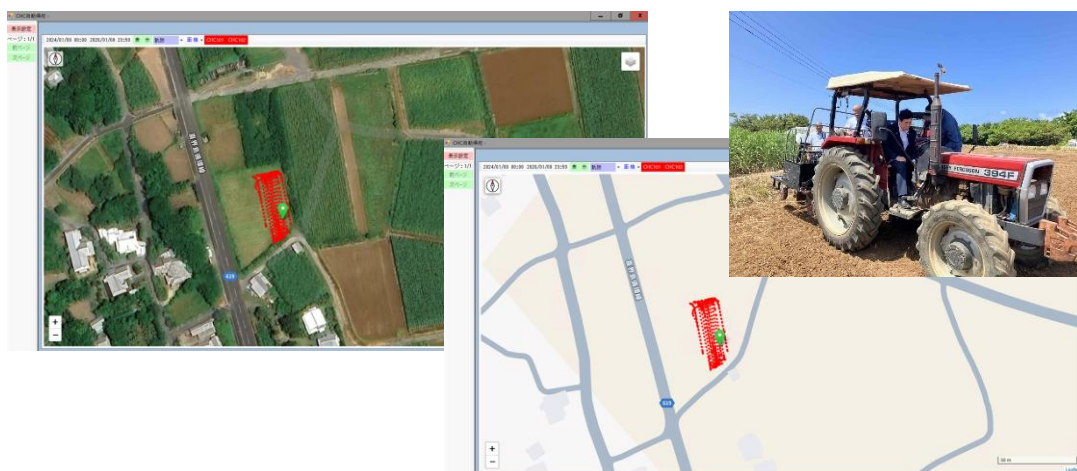


図3.3.15 GNSS自動操舵システム内に保存された走行軌跡データの一例
鹿児島県知事の喜界町視察時の試乗の様子(右上)

7) GNSS自動操舵システムの利用拡大に向けた現地の取組: (PLAN2: 図2.1⑧及びDO: 図2.1⑨)

(1) 導入済み農家(協力農家以外)の聞き取り調査(令和7年6・7月)

現時点で既にGNSS自動操舵システムを導入・利用している先進的な農家は、日頃より産地におけるリーダー的存在で、喜界町におけるスマート農業普及においても重要な役割を果たすことが期待できる。これまで、関係機関での現状把握が不十分であったので、今後の普及促進に活かすため、導入の動機、利用方法、利用実績、課題等に関する聞き取りを行った(2.2節)。その要約を表3.3.3に示す。

圃場サイズに関して、大半の農家は、2・3aの狭小な畑では難しいが、5aもあれば何とか作業できると回答している。作業の可否だけであれば、喜界町の大半の圃場での作業は可能ということが実証されたことになる。一方、更なる経営規模の拡大を希望している農家は、作業能率の観点から少なくとも水田規格のサイズは欲しいとのことであった。GNSS自動操舵に対する評価は好評で、できれば増やしたいとの声もあった。

(2) ハーベスタオペレータ研修におけるGNSS自動操舵トラクタへの試乗体験

ハーベスタ利用農家の組織化と産地の新規オペレータ養成に向けて、「喜界町ハーベスタ連絡協議会」では、試乗会を毎年実施している。現在、70台のハーベスタが稼働しているが、常にオペレータ不足に悩まされており、このようなイベントは新たなオペレータの発掘・育成に重要な役割を果たしている。このイベントに合わせて協力農家によるGNSS自動操舵システムの説明・試乗会を実施し、参加者にその有効性を理解してもらった(図3.3.16)。

喜界町にはすでに20台ものビレットプラントが導入されているが、これらは早晚、自動操舵化されると思われる。ビレットプラントとハーベスタのオペレータは重複することが多いので、この研修はスマート農業への理解を高めてもらう効率的な人材育成のひとつのルートと

して今後の展開が期待される。

表3.3.3 GNSS自動操舵導入済み農家からの聞き取り結果(要約)

聞き取り農家等	
開発組合	1 組合
農家	4 名
生産法人	1 法人
農地集積	
聞き取り対象のすべてで農地集積に取り組んでいる	
集落の大・中規模農家どうしで換地を行っているケースあり	
さとうきび栽培	
栽培・出荷面積は 6 ha～47ha、合計筆数34～240 筆	
各組織の最大圃場サイズは38 a ～100 a、最小サイズは2a～4 a	
受託面積は2.2ha～9.6ha、開発組合は123.2ha を受託	
出荷量は180t ～1,500 t	
GNSS自動操舵システムの導入	
トラクタ導入年：2000年（1）、2013年（1）、2023年（1）、2024年（3）	
トラクタ出力：80～110PS	
自動操舵形式：後付け（4）、システム搭載トラクタ（2）	
RTK補正信号取得方式：Ntrip（5）、移動基地局（1）	
初期コスト：後付け（110万円～248万円、一部補助有り）、トラクタ搭載（1,079～1,285万円）	
ランニングコスト：4,500円～76,000円（期間単位の契約もあり）	
導入・運用における相談相手：カスタマーセンターへの電話、購入先で対応が異なる	
オペレータ：組合専属オペレータ（1）、農家本人（5）、スタッフ他（4 練習中も含む）	
操作性：概ね好評	
聞き取り時点までの利用実績：耕耘（1 ha～7.2 ha）、ビレット植付（1 ha～10.8 ha これは前年の夏植と今年の春植）	
作業面での利点等	
作業が楽になり、操作が行き届くようになった。	
作業能率や作業精度が向上した。	
ゲームみたいで作業が楽しい。苗補給者がいるとさらに能率向上が見込める。	
20～30a区画の畑であれば1日1haの植付は問題なし。	
受託作業（植付）が拡大した。苗の確保がスムーズに行けばさらに発展。	
調査票にあるすべてのメリットがあると思う。	
妻もさざようできるようになって作業の幅が広がった。	
経営面での利点など	
熟練オペレータでなくても劣らない程度の作業はできそうだ。	
作業人員の配置に幅が出てきた。	
受託作業が拡大。栽培面積の拡大が可能。	
農業に夢が持てたのもう1台欲しい。	
使用上の問題点	
操作性：電波が入らないところがあるが、概ね、問題なし。	
トラブルへの対処：通信トラブルがたまにある。枕地旋回機能は大回りになりすぎる。	
足元にある部品の破損＝>サポートセンターで修理（4万円）	
遠隔サポートの利用	
対応可能な人材が島にいない。メーカーの定期巡回サービス	
圃場への適応性：2～3a では操作性は悪いが、5aあれば問題なし。	
運用経費：特になし。	
今後の期待	
作業軌跡データの利用（4）。農機間のデータ共有。	
固定基地の設置。	
利用で生じた経営上の課題：	
サポート時間外では対応してもらえないため、使えないことがあるので困る場合がある。	
システム利用システム利用料金を上回る受託の課題。	



図3.3.15 喜界町ハーベスタ連絡協議会によるハーベスタ試乗会
これに合わせて、GNSS自動操舵トラクタ・ビレットプランタへの試乗と説明を実施

3.5 ドローンモニタリング

1) 課題の発生／発見 (PLAN: 図2.1①)

毎年1回程度の割合で、一定数の圃場の「生育調査」を実施し、作物の栄養状態を把握する。

2) 課題の整理とドローンモニタリングの可能性評価 (PLAN: 図2.1②～CHECK: 図2.1⑥)

・課題の整理と対応策:

さとうきびのドローンモニタリングにおける課題として次があげられる。

島嶼は、風の強い日が多く、飛行時間が制限される

葉身が長く風に揺れやすいため、空撮高度が低いと画像が乱れる

空撮時の雲による光の変化が激しく、広い圃場では一定条件での空撮が難しい

空撮と解析データの蓄積が少なく、水稻等に比べると研究段階に止まっている

これらを踏まえ、支援チームのドローン専門家を喜界町に招き(令和7年1月)、空撮方法と解析方法に関する検討を行った。現地のドローン班で空撮を行い、解析を支援チームで実施する体制を整えた。空撮は令和7年5月より、微気象観測ポスト設置圃場で生育調査に合わせて実施した。8月は悪天候で空撮できなかったが、10月まで同じサイトを一定間隔で空撮を実施した。

3) 利用可能となったドローンモニタリング技術

表3.3.4に本支援事業で利用可能となったさとうきびのドローンモニタリング技術を整理(参考図2.10～2.13)。

表 3.3.4 喜界町で利用したさとうきびのドローンモニタリング項目

モニタリング項目	概 要	利用可能性	備 考
欠株診断	欠株の発生位置を空撮画像より抽出。欠株率は収量予測、株の更新（新植）や補植の判断に利用可能。	○	さとうきびの株が出揃ってある程度伸びた時期（夏植以外は5月）に測定。
生育ムラ	植生指数（NDVI等）画像の濃淡より生育ムラの程度を診断。収量予測、補植、可変施肥等に利用可能。	○	6月から8月に計測。欠株診断画像と合わせて評価。
栄養診断（クロロフィル含量LCI）	LCI（Leaf Chlorophyll Index）値を算出して圃場内に色分け表示し、さとうきびの栄養状態を視覚的に把握。栄養診断と可変施肥等に使用可能。一般的な正規化植生指数（NDVI）より栄養診断に適している。	◎	追肥の前に測定。
雑草分布	空撮画像から雑草の発生位置を抽出し、雑草の多い位置を把握できる。雑草の特徴によっては発生位置へのピンポイント防除も可能になり、農薬代や環境負荷の低減にもつながる可能性がある。	○	除草剤散布前。に計測。
生育調査・収量予測	草高すなわち株元から葉の最も高い位置までの距離を群落が形成する体積を圃場の面積で除して求め、それより、収量構成要素のひとつである茎長を算出する。	○	6月から8月に計測。
*ここで示した項目以外に、病虫害診断、台風被害、干ばつ被害、水ストレス状態、糖度測定等への活用が期待されるが、いずれも研究段階に止まっている。			

4) ドローンデータの営農支援システムによる一元管理のアドバイス (PLAN2: 図2.1⑧)

・ドローンデータの単独利用では効果は限定的:

上述のように、ドローン空撮で得られた植生指数データは、欠株や雑草の評価、あるいは、効果的な防除や可変施肥等に活用できる。ドローンで計測した草高に微気象データが加わると、収量予測や収穫日の検討等、より幅広い活用が可能となる。ドローンデータを営農支援システムと一緒に使用すると、栽培管理がより客観的かつ効率的になり、農作業の最適化が実現しやすくなる。

・営農支援システムによるドローン解析データの高度利用:

ドローンの農業利用の例として、本取組ではドローンモニタリングを扱ったが、ドローン作業の展開、普及も重要である。これらの作業データもモニタリングデータとして利用できる。すなわち、ドローンは営農支援システムの目すなわちデータ収集装置としての機能を有する。

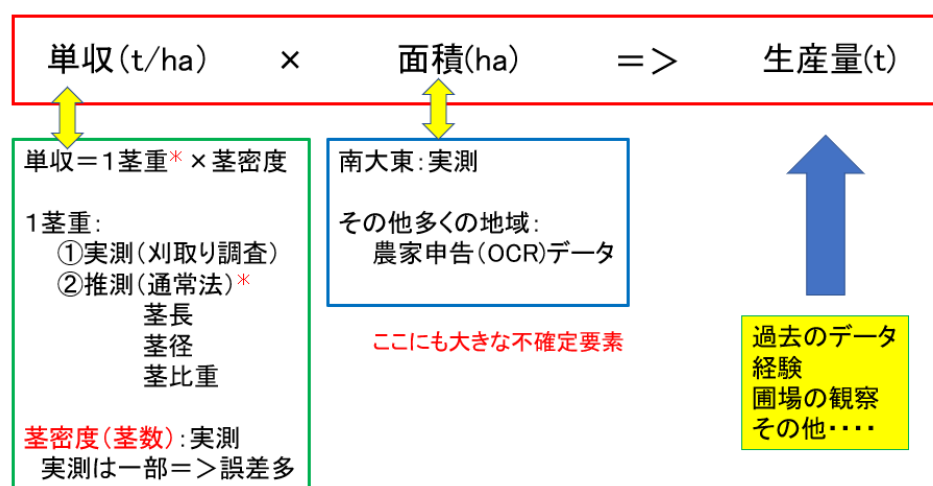
喜界島のように台風や強風の影響を受けやすい地域では、防災・減災の観点からもドローン利用が有効と思われる。「喜界島農業用ドローン協議会」が自治体や地域団体と連携して活用体制を整えることによって、農業以外の分野にも活用でき、導入メリットが期待される。営農支援システムとの連携、及び、地域連携によるドローンの教育体制の整備、成功事例の蓄積によって、普及と定着の推進力になるものと期待される。すなわち、ドローン

は地域農業システムの目として機能し、その振興をサポートするツールとなり得る。

4. 新たにスマート農業技術の導入を検討する産地に対し、経営課題の解消に有効・効果的な技術の選択を促すためのアドバイス

4.1 生産量を増加させる方法

前述のように、喜界町では生産量8万トン进行令和10年までに達成する目標を立てている。前提として、現在の収穫面積約1,300haは維持されると想定している。目標達成のための検討では、生産量を構成する要素図3.4.1を理解する必要がある。



*1茎重 = $3.14 \times (\text{茎径} / 2)^2 \times \text{茎長} \times \text{茎比重}$

茎密度: 圃場内の欠株などによって変化 ここにも大きな不確定要素

図3.4.1 さとうきびの生産量の算出方法

・営農支援システムを活用した作型構成の変更による平均単収の増加:

同図のように単収と収穫面積が重要な役割を果たすが、後者を固定すると目標値達成に必要な単収は容易に決定できる。単収は、作型によって異なるので、ここで示されている「単収」は、各作型の面積比率による加重平均値を意味している。喜界町で現在、検討されている単収の増加策は、単収が最も高い夏植の面積比率を高める方法である。それには、営農支援システムによる圃場単位の単収や作型を見える化・分析することが効果的である。春植を夏植に転換すれば冬春期の労力集中を均し、農家負担を削減できる意味でも有効である。

・スマート農業技術の導入を通じた栽培技術の改善等による増収:

上記の方法は単純で一定の効果があるが、より本質的には作型別の単収を上げる方法を検討する必要がある。その方法として、①灌水、②土づくり、③適期作業、④品種構成、⑤精密作業、⑥一定在圃期間の確保等である。それぞれの要素について、現状を評価し、適正な状態に持って行くにはどうすれば良いかを栽培学や土壌学の観点から分析する必要がある。①灌水については、3.3節において、土壌の水分状態(例えばpF値)に合わせた灌水の重要性について述べた。このような情報はこれまで研究に止まっていたために、

農家による経験的な灌水、もしくは、喜界町のようなローテーション灌水が主流であった。これらをデータに基づくスマート灌水に変えるだけで、かなり大きな増収効果、節水効果が得られる。

4.2 目標生産量の達成に必要な生産構造の変革

・小型機械化体系の生産力の検討：

現状の小型機械化体系のままでは労力不足により適期作業や新植が困難となり減産リスクが高まるため、喜界町でも産地条件に即して目標生産量達成に必要な生産力（人・機械・情報）とその運用を営農支援システムに基づき検討することが不可欠である。営農支援システムを用いた分析によって、大規模農家ほど単収が高い、すなわち、機械力による差を可視化できた。

・圃場整備の見直しのためのアドバイス：

自動操舵農機の作業能率や作業効率を高めるには、圃場のサイズを拡大する必要がある。喜界町で圃場整備された圃場は水田仕様の区画（30m×200m）となっているが、大区画化が必要である。そのためには、まず、圃場の集積が必要で、その後、条件の良い所は合筆等で対応できる。このような動きは一部で始まっているが、産地全体での合意形成や整備計画の検討が必要である。

5. さとうきびスマート農業普及・横展開における課題の分析

1) 農家の意向（生産者大会における簡易アンケート）（PLAN：図2.1②）

喜界町のさとうきび生産者の集会においてスマート農業に関するアンケートを実施した。

（出席者138名。内、農家94名にアンケート用紙を配布。回答：34名。）

結果の一部を表3.5.1、図3.5.1～3.5.4に示す。産地全体の生産力向上（図）に最も効果があると思われているのは、農地集積・経営規模の拡大、次いで、後継者・人材確保となっている。スマート農業技術ではドローンの高度利用、GNSS自動操舵関連で、概ね、納得できる順位となっている。

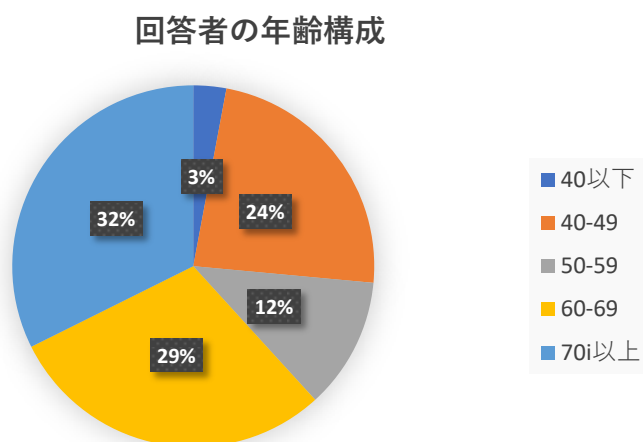


図3.5.1 回答者の年齢構成

表3.5.1 営農上の課題

農作業の労力不足	10
後継者の確保	6
熟練オペレータ不足	2
灌漑設備の不足	7
灌漑用水の不足	4
灌水の労力	1
低単収や低糖度	3
経営農地・受託農地の分散	3
雑草や病虫害対策	9
種苗の確保	4
受託作業の料金	3
雇用労力のコスト	4
資材・油脂燃料コスト	24
機械購入・メンテコスト	16
その他	1

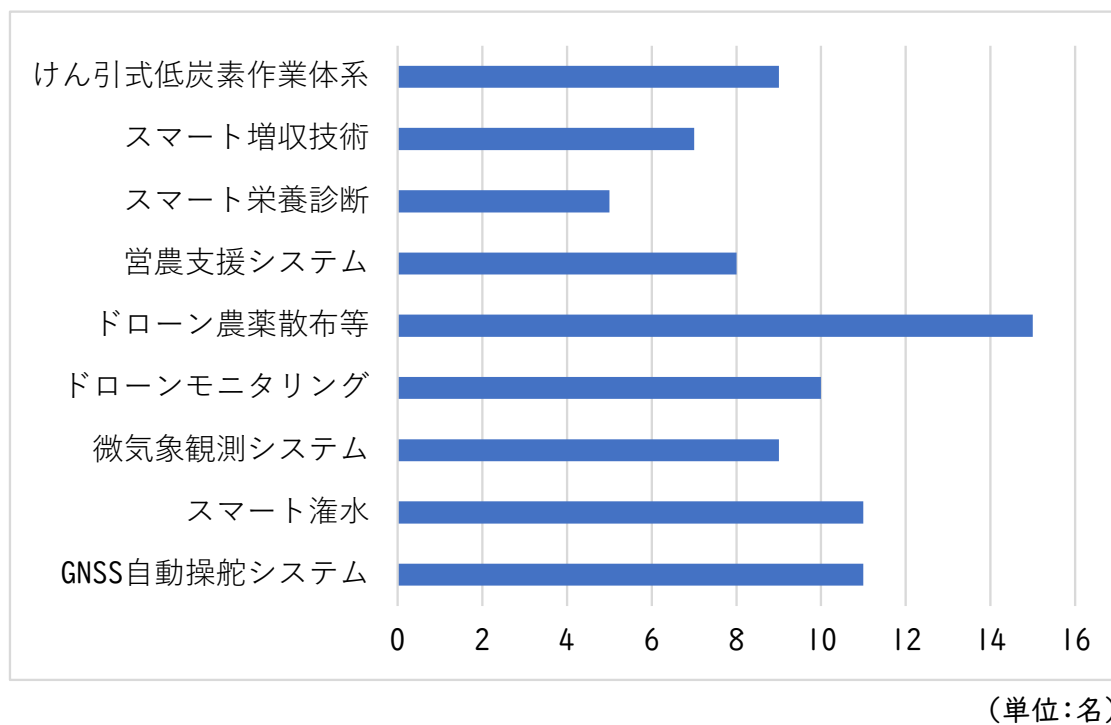


図3.5.2 興味のあるスマート農業技術

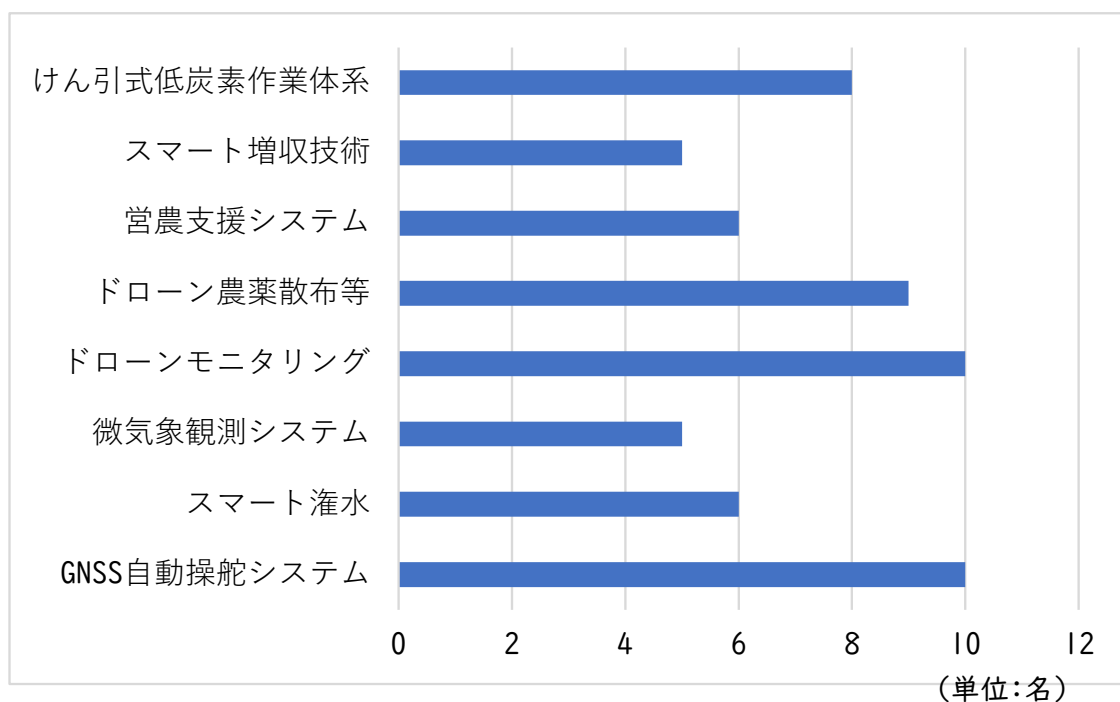


図3.5.3 5年以内に使えそうな／使ってみたいスマート農業技術

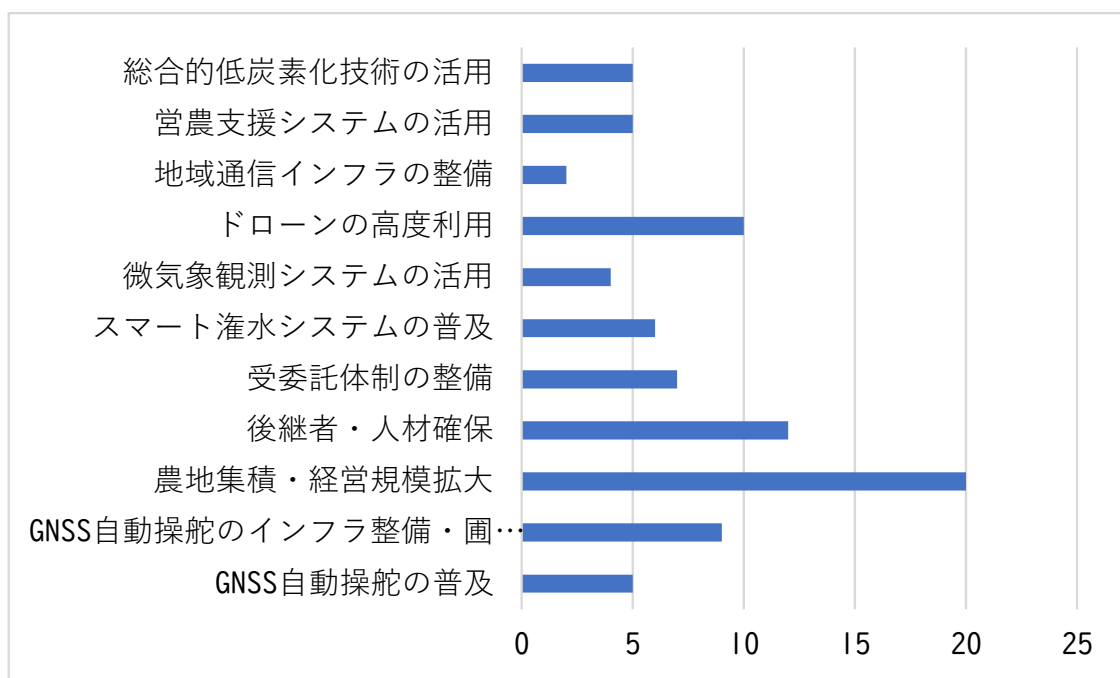


図3.5.4 産地全体の生産力向上に効果のある項目・スマート農業技術

第4部 参考資料

Ⅰ. 参考資料一覧

(Ⅰ) 第2部で使用了付属資料

ア) 南大東スマート農業プロジェクトに関連する付属資料

南大東村におけるスマート農業実証プロジェクト(畑H06)及び(畑4H7)の成果に関する公開資料等

○(畑H06) 令和元年度当時、さとうきびにおけるスマート農業の普及は大きく立ち遅れていたため、技術開発とその実証から取り組み、さとうきびのスマート農業技術をほぼ網羅する内容を扱った。

https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/r4/files/r4_hata_h7.pdf

○(畑4H7) スマート農業を活用した産地づくりが主要テーマ。工芸作物であるさとうきびは製糖工場を核とした「産地」としての活動がベースになっている。(畑H06)で実証した技術の産地への適用に加え、機械化作業体系の低炭素化等への取組を追加。

https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/r1/files/r1_hatake-H06.pdf

イ) 南大東スマート農業プロジェクトで作成した動画

利用希望の方は、株式会社青と緑、後藤(メールアドレス:hgoto@aomido.jp)まで連絡下さい。

微気象観測.mp4

ドローンの活用.mp4

かん水前半-1-プロローグ.mp4

かん水前半-2-植物と蒸散.mp4

かん水前半-3-蒸発散.mp4

かん水前半-4-基準蒸発散量の計算.mp4

かん水前半-5-作物の成育段階と蒸発散量.mp4

かん水前半-6-水ストレスと蒸発散量.mp4

かん水前半-7-エピローグ.mp4

かん水後半-(1-2)-(プロローグ-かん水の効果).mp4

かん水後半-3-蒸発散量に基づいたかん水.mp4

かん水後半-4-pF値に基づいたかん水.mp4

かん水後半-5-スマートかん水システム.mp4

かん水後半-6-エピローグ.mp4

ウ) さとうきびのスマート農業技術体系

参考表 1.1 さとうきびのスマート農業技術体系

技術	大区分	小区分	内容
I	ロボット系	自動操舵農機 遠隔操作農機 自律作業ロボット	・GNSSインフラの整備と運用システム ・各作型の自動操舵作業体系の確立 ・自動操舵関連データ利用システムの構築
II	自動化・リモート化施設系	かん水施設	・かん水施設の遠隔・自動かん水制御システムの構築 ・節水（スマート）かん水技術の確立 ・液肥等の併用かん水技術の確立
III	ドローン系	防除作業 散布作業 モニタリング	・ドローンによる農薬散布技術の確立 ・ドローンによる施肥その他の多用途技術の確立 ・運用システム構築 ・ドローンによる情報収集（情報系Ⅰに含むこともある）
IV	情報系Ⅰ（センサ・IoT等の活用システム）	生育環境情報 生育情報 生体（作業）情報	・微気象データの収集・解析・利用システムの構築 ・土壌環境（水分・地温・ガス・物理性・化学性・生物性）データの収集・解析・利用システムの構築 ・地形・防風林等の圃場環境データの収集・解析・利用システムの構築 ・光合成・蒸散等、生理データの収集・解析・利用システムの構築 ・個体情報（形態・収量・糖度・・・）の収集・解析・利用システムの構築 ・群落情報の収集・解析・利用システムの構築 ・生育情報の総合解析・モデル化・シミュレーションによる活用 ・ドローンによる群落情報の迅速収集技術の確立 ・健康状態・ストレスデータ等の収集・解析・利用システムの構築
V	情報系Ⅱ（営農・経営データ等の処理システム）	栽培管理情報 経営管理情報 技術情報 地域営農情報 政策・事業その他の情報	・作業日報入力・解析・活用システムの構築 ・GNSS自動操舵・かん水データ等の収集・解析・利用システムの構築 ・栽培管理情報収集・解析・計画作成システムの構築 ・経営データ収集・解析・利用システムの構築 ・経営評価・改善システムの構築 ・経営計画策定システムの構築 ・スマート農業や経営改善に有効と思われる情報データベース ・地域の生産実績に関するデータベース ・受委託に関するデータベース ・政策・事業その他の情報に関するデータベース
VI	人体機能強化システム	アシストスーツ ゴーグル（ヘッドマウントディスプレイ）	・肉体労働（重労働・長時間労働等）における補助 ・ドローンの操縦、計測、ゲーム等に使用されるゴーグル状のディスプレイ

(2) 第3部で使用了技術の補足資料

1) 営農支援システム

・インストール及び初期設定の手順:

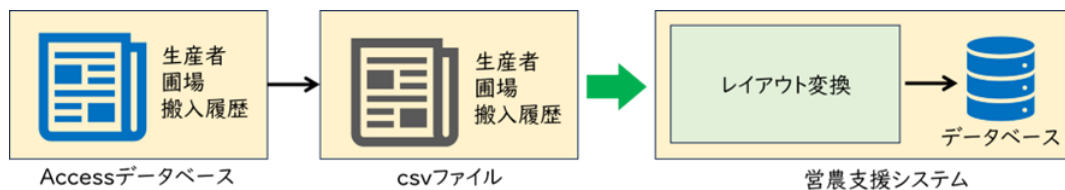
パソコン用及びモバイル端末用アプリのインストール:

データベース構築(参考図1.1):

テスト期間の設定と動作確認:

現地運用による検証とフィードバック:

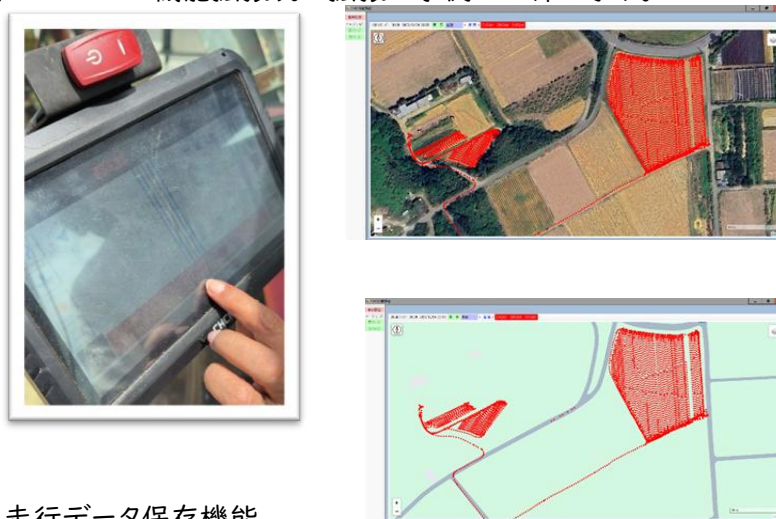
テスト期間終了後は、現地での実運用を通じてシステムの有効性を検証した。初期調査との乖離、追加要望、不要な機能の整理を利用者と継続的に共有し、現場の実情に即した運用体制の構築を進めた。



参考図2.1 データベースの変換

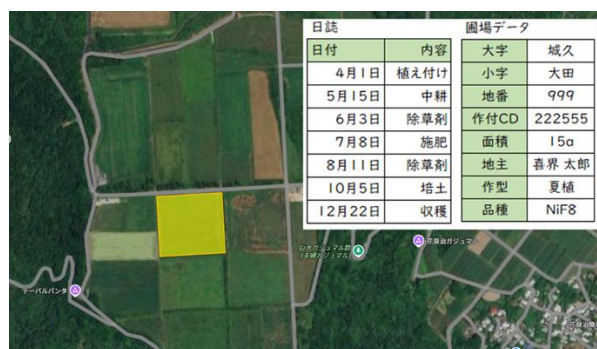
・営農支援システムの機能改善及び拡張

参考図2.2～2.4に機能拡張及び拡張の事例の一部を示す。

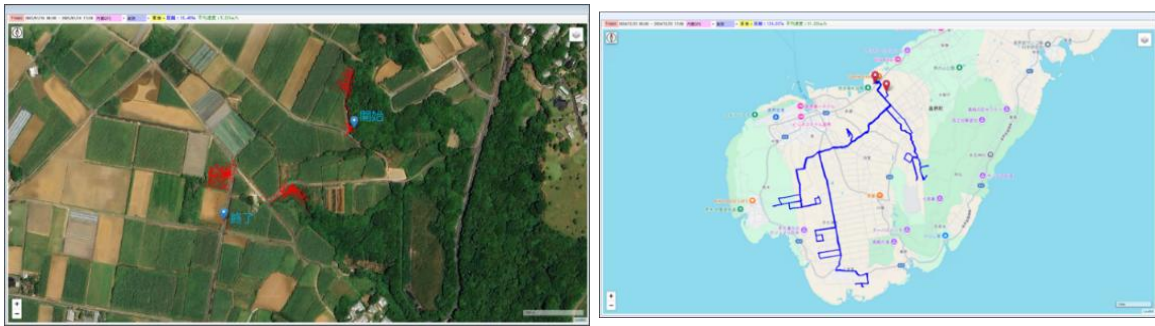


走行データ保存機能

参考図2.2 GNSS自動操舵システムからの走行軌跡データの取得と表示



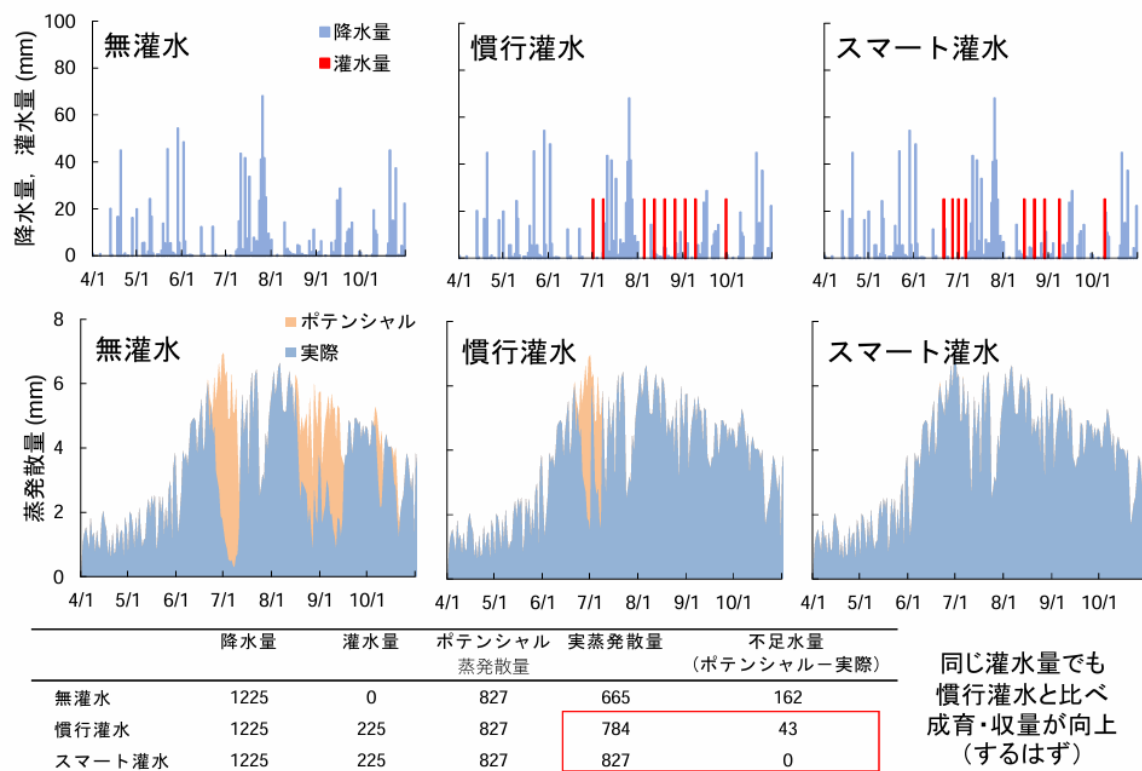
参考図2.3 GISを利用した圃場管理（イメージ）



参考図2.4 ハーベスタ運行モニター機能の地図表示

3) 喜界町で想定されるデータに基づくスマート灌水に関する参考資料

・異なる灌水法における圃場の水収支比較

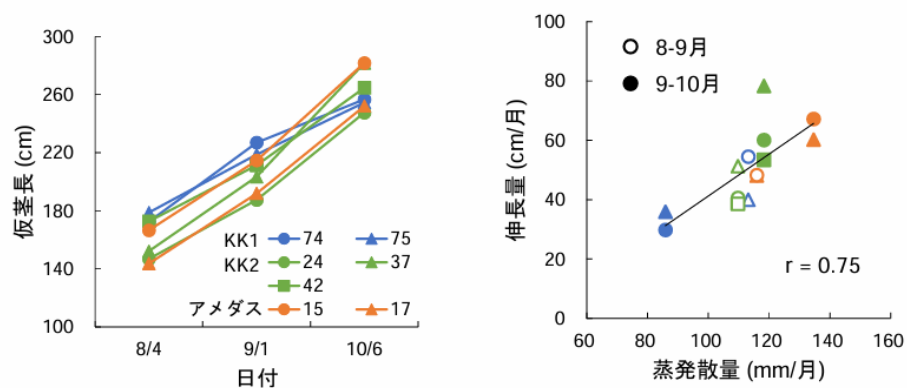


参考図2.5 無灌水、ローテーション灌水（慣行）、スマート灌水時のKK2サイトの水収支

ローテーション灌水では不足が発生する場合が見られる。

微気象ポスト設置サイトにおける圃場の水収支については第3部の図3.3.12参照。

・積算蒸発散量と生育の関係



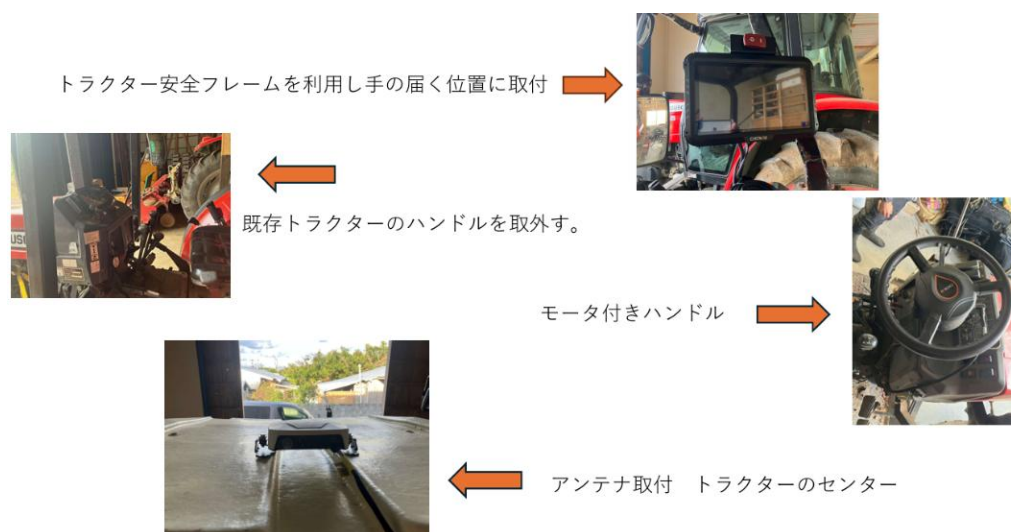
参考図2.6 各観測サイト周辺の仮茎長の推移、及び、月間蒸発散量と伸長速度との関係
品種: Ni27、作型: 株出

4) 自動操舵システムの装着

・自動操舵システムの機器構成と取付方法:



参考図2.7 GNSS自動操舵システムの主要機器の構成と取付状態



参考図2.8 主要機器の取付方法

・協力農家の装着トラクタ)と利用方法:



協力農家A氏のトラクタ
作業機:ピレットプランタ
エンジン馬力 79PS



協力農家B氏のトラクタへの装着作業
作業機:全茎式プランタ、オフセットシュレツダ
エンジン馬力 79PS(数十年使用)

参考図2.9 取付けトラクタ

5) ドローンモニタリング

ア) 栄養診断(クロロフィル含量:LCI)



参考図2.10 オルソ画像から算出したLCI値の分布
(緑色の濃い部分はLCI値が高く黄色から赤色の領域は低いことを示す)

イ) 雑草分布



参考図2.11 オルソ画像より求めた雑草分布(青枠)

ウ) ドローン画像から草高の算出



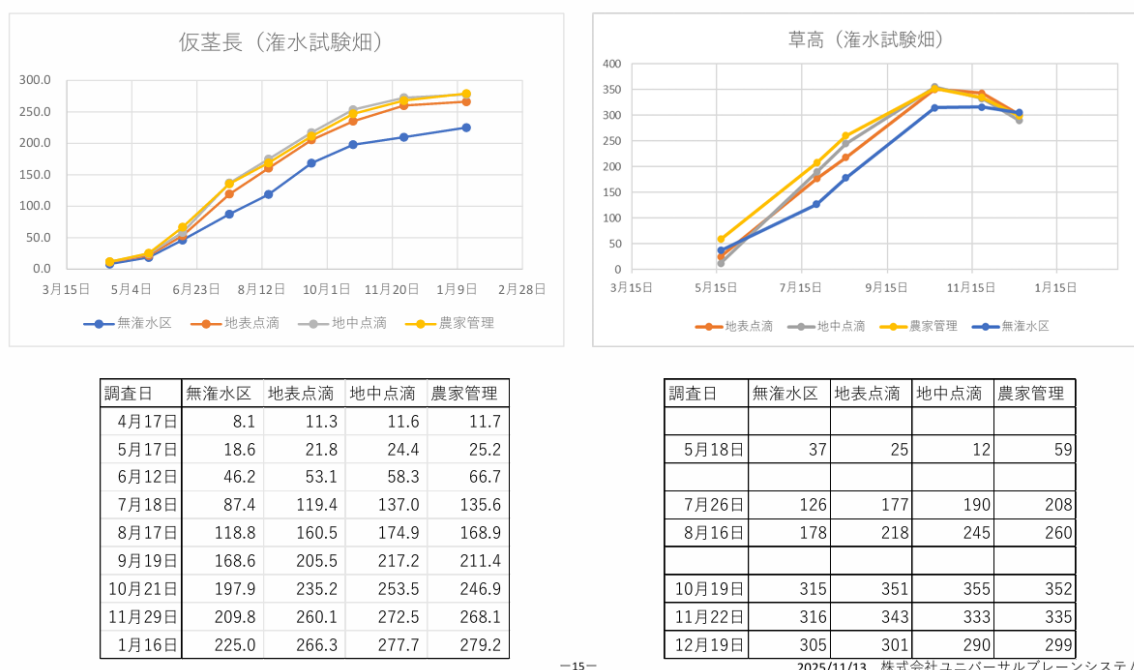
上にある画像は、6月の微気象ポストKK-1の近くにある、サトウキビです。
この画像を使用し、サトウキビの平均草高を推定すると

$$\begin{aligned}
 \text{圃場面積 (m}^2\text{)} &= 2,236.72(\text{m}^2) \\
 \text{切土 (m}^3\text{)} &= 3,917.57(\text{m}^3) \\
 \text{平均草高 (m)} &= \text{切土} \div \text{圃場面積} = 1.75(\text{m}) \\
 \text{誤差 (m)} &= \text{切土エラー} \div \text{圃場面積} = 0.05 (\text{m})
 \end{aligned}$$

よって、画像から6月のサトウキビの平均草高は $1.75 \pm 0.05(\text{m})$ と推定されます

参考図2.12 草高算出に必要な群落の体積と圃場面積の算出

エ) 草高(ドローン計測)と仮茎長(実測)の関係



参考図2.13 空撮画像からの草高の算出、及び、仮茎長との関係

仮茎長と草高の伸長の推移は同様の傾向を示しており、ドローンによる草高の計測は可能であることがわかった。草高は11月以降、低下しており、倒伏が発生していることが分かる。

2. 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

国立大学法人 琉球大学農学部教授 平良 英三

e-taira@cs.u-ryukyu.ac.jp

国立大学法人琉球大学名誉教授 上野 正実

mueno.ryu@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/>