

関東農政局
みどり戦略勉強会
2025年4月24日

環境負荷低減に対応した スマート農業技術（総論）

農研機構本部 みどり戦略・スマート農業推進室

とよしま しんご
豊島 真吾

環境負荷低減に対応したスマート農業技術（総論）

- 1．スマート農業実証事業の概要
- 2．スマート農業技術の概要
- 3．環境負荷低減ができそうなスマート農業技術
- 4．まとめ

環境負荷低減に対応したスマート農業技術（総論）

1. スマート農業実証事業の概要
2. スマート農業技術の概要
3. 環境負荷低減ができそうなスマート農業技術
4. まとめ

スマート農業実証プロジェクト実証地区

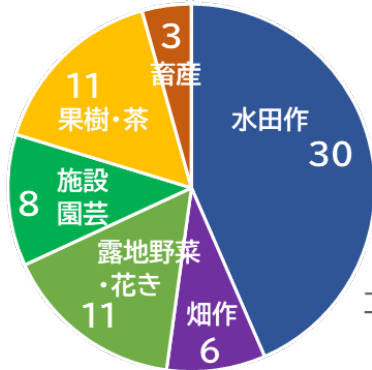


農研機構 スマート農業実証プロジェクトのページより
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>

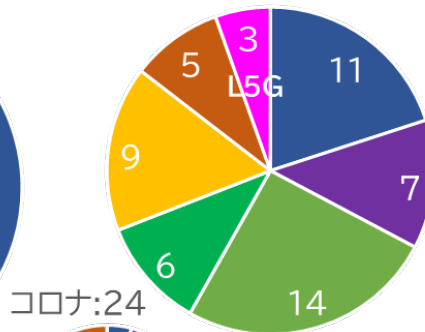
プロジェクトの系譜と営農体系別の実証数

	R元年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度
スマート農業 実証プロジェクトの系譜 ※スマート農業を めぐる情勢につい て（農林水産省） より	機械化の進んでいる水稻を中心に 大規模実証 69地区	園芸・畜産等の水稻以外や棚田・被 災地等を対象に実証 55地区	導入メリットを向上させるための 政策テーマに応じた実証 34地区	スマート農業を 「知ってもらう」 ための実証		
		新型コロナウイルス感染症 拡大に伴う急速な 労働力不足対応 として緊急対策 (24地区)	海外依存度の高い農業資材や労働 力の削減、自給率の低い作物の生産 性向上等のための実証 12地区	作業集約やシェアリング等による 産地ぐるみの導入実証 23地区	スマート農業の 「導入を促進す る」ための実証	
			みどりの食料システム戦略・食料 安保強化等、新たな政策課題に 「スマートで対応する」ための実証			

R元採:69



R2採:55



コロナ:24



R3採:34



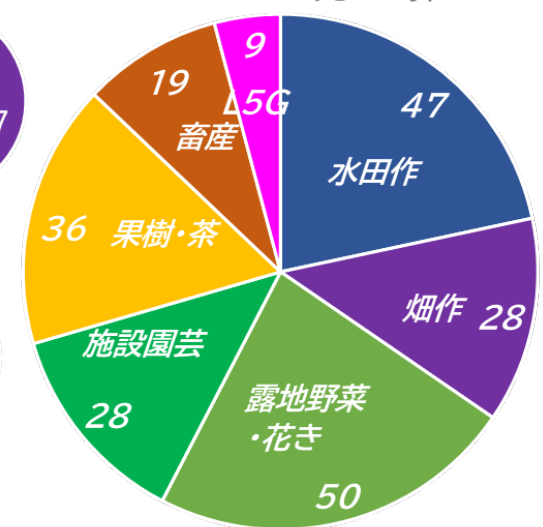
R4採:23



R5採:12



R元~5採:217



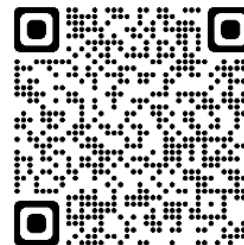
実証成果等の公表

農林水産省作成冊子「スマート農業
実証プロジェクト Project
2021,2022,2023,2024」



ウェブサイト
https://www.affrc.maff.go.jp/docs/smart_agri_pro/pamphlet/index.htm

農研機構H Pのスマート農業実証プロジェクト
のウェブサイト



ウェブサイト
https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/seika_portal/index.html

実証終了地区の成果集を順次公開



R4スタート課題の 水田作のページ

機構内スマ農サイト

R4スタートの課題の 水田作の 個別課題のページ



PDFの成果集

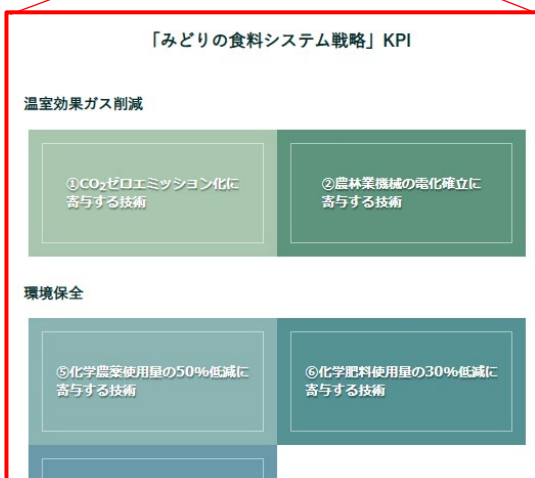
R4スタート課題のページ

スマート農業におけるみどり技術



1. スマ農実証のうち、みどり戦略KPIに関連する情報を整理・発信
2. みどりの技術カタログ（農研機構分）を切り出して情報発信

機構内スマ農サイト



みどり戦略の実現に役立つ成果

みどりの技術カタログ

環境負荷低減に対応したスマート農業技術（総論）

1. スマート農業実証事業の概要
2. スマート農業技術の概要
3. 環境負荷低減ができそうなスマート農業技術
4. スマート農業技術の普及状況
5. まとめ

スマート農業とは・・・、

H26.3.28公表 「スマート農業の実現に向けた研究会」検討結果の中間とりまとめ

- ・ ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業である

スマー農業技術とは・・・、

R6.10.1施行 農業の生産性の向上のためのスマート農業技術の活用に関する法律

- ① 農業機械、農業用ソフトウェアその他農林水産省令で定めるものに組み込まれる遠隔操作、自動制御その他の情報通信技術を用いた技術であって、
- ② 農業を行うに当たって必要となる認知、予測、判断又は動作に係る能力の全部又は一部を代替し、補助し、又は向上させることにより、
- ③ 農作業の効率化、農作業における身体の負担の軽減又は農業の経営管理の合理化を通じて農業の生産性を相当程度向上させることに資するものをいう。

スマート農業技術の概要

自動運転・自動操舵	作業軽減・危険回避	精密作業	センシング・モニタリング	統合環境制御(施設)	収量・出荷等予測	経営・生産管理
ロボットトラクタ等 ● 有人-無人協調作業で作業時間短縮 ● 一人当たり作業可能面積が拡大し、規模拡大が可能に	自動操舵システム ● 非熟練者でも熟練者並みの精度、速度で作業が可能 ● 作業の重複幅が減少し、単位時間当たり作業面積が増加	可変散布システム ● ばらつき情報を基に、適量やばらつき解消の資材散布により収量・品質の安定・向上が可能に	収量センサ付きコンバイン ● 収穫と同時に収量や蛋白を計測し、ほ場・メッシュ毎のばらつきを把握	ハウス等の環境制御システム ● データに基づきハウス内環境を最適に保ち、収量・品質の安定・向上が可能に	収量・出荷等予測モデル ● 気象等環境、生体センサ、過去データ等に基づき生育、収量、出荷量の予測が可能に	経営・生産管理システム ● ほ場や品目毎の作業実績が見える化 ● 記録した情報を基に、生産コストの見える化や栽培計画・方法の改善等に活用 ● 機能を絞った安価な製品から経営最適化にむけた分析機能等が充実した製品まで幅広く存在
リモコン／ロボット草刈機 ● 急傾斜地等での危険な除草作業が遠隔操作／無人で可能に	水管理システム ● ほ場の水位・水温等を各種センサーで自動計測し、スマートフォン等でいつでもどこでも確認／制御が可能に		空撮ドローン／人工衛星 ● センシングによりほ場間・ほ場内の生育のばらつきや雑草・病害虫の発生を把握			

※スマート農業をめぐる情勢について（農林水産省）より、一部改変。

主なスマート技術の導入効果と生産現場の声

■ 自動運転トラクタ、自動操舵装置

- **有人・無人2台協調**作業による耕起、代かき作業時間が平均32%短縮。
- 既存機（通常トラクタ）への**後付け自動操舵**では平均16%短縮。
- **メリット**（自動操舵の後付けでも）①高精度な作業ができ、②**非熟練者**の作業能率・精度が向上し、③精神的・身体的**負担が軽減**したとの声。



■ 直進アシスト田植機

- 経験の浅い作業員でも作業能率向上。作業労力が平均18%減少。
- **メリット** ①操舵への集中が不要で**苗や肥料の補給や植付け状況に目配り**でき、②完全に落水せず**マーカが見えない状態でもきれいな植付け**が可能。③オペレータの疲労度が軽減され、④未熟練者に効果的との声。



■ 自動水管理システム

- 水管理**作業時間が平均80%程度短縮**。
- 水田センサー設置だけでも平均40%程度短縮。
- **注意点** ①用水量が少ない場合には地域内での調整が必要、②コスト高にならないよう**設置場所や設置本数に考慮**が必要、③地形の影響で通信(LPWA)が不安定な場合には**中継基地**の設置が必要との声。



主なスマート技術の導入効果と生産現場の声

■ リモコン草刈機

- **メリット** ①女性や高齢者でも操作可能で学生アルバイトは習得が早い、②遠隔操作で飛び石や斜面での**足場の不安もなく安全**、③暑熱下での作業でも**肉体的にも精神的にも非常に楽**との声。
- **注意点** 草刈機の走行の安定性、移動・運搬性、転落復帰の困難性などの指摘。平坦地に比べて畦畔等の傾斜地で作業能率が大きく低下し、その変動幅も大きい傾向。



■ センシングデータを活用した可変施肥技術

- **リモートセンシング**や**収量コンバイン**のデータを活用したマップベースの可変施肥により、ほ場間、ほ場内の**生育むらを改善**し、収量を向上。
- 土壌センサ搭載型可変施肥田植機では、同等の収量で**施肥量を約20%削減**。



■ ドローン農薬散布

- **メリット** セット動噴や背負動噴、乗用管理機と比べて農薬散布**作業労力が平均60%程度削減**。専用肥料を使用した追肥作業や鉄コーティング直播への活用で、大きな省力効果がある
- **注意点** 病虫害の発生に機動的に対応できるが、薬液散布は**風の影響**を受けやすく、圃場の外周の**獣害対策用の柵には注意**が必要



環境負荷低減に対応したスマート農業技術（総論）

- 1．スマート農業実証事業の概要
- 2．スマート農業技術の概要
- 3．環境負荷低減ができそうなスマート農業技術
- 4．まとめ

大規模水田作

- 運転経験の浅い従業員でも作業時間が短縮され、平均で18%削減。
- 移植作業をしながら後方を振り返り苗残量や欠株を把握でき、精神的負担が軽減。
- 直進アシスト機能のメリットは、十分な行程長(概ね50m以上)で発揮。

※成果ポータル

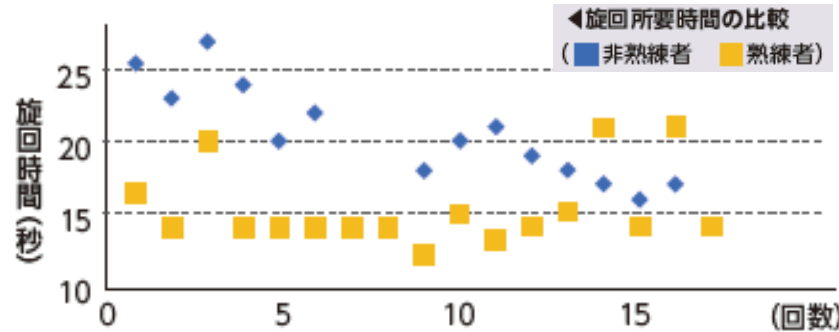


直進アシスト田植機の作業時間(時間/10a)

No.	立地条件	慣行	スマート農機	削減率
1~3	平場	0.93 ~2.41	0.80 ~1.99	14 ~20%
4~10	中山間	1.12 ~1.44	0.87 ~1.27	-10 ~40%
平均				18%

- 総作業時間の52%で自動直進機能を使用。
- 熟練者の平均巡回時間15秒に対し非熟練者は22秒/1巡回だったが、後半は非熟練者も熟練者に近づき巡回が上達。
- 巡回径も、非熟練者は熟練者に比べ25cmほど大回りする傾向も、回数を重ねることで上達。

※R1実績(福島県南相馬市)



- 直進に加え、株間・施肥量キープ機能により、ほ場条件に関わらず設定通りの高精度作業でムラ・ムダを削減。

※R1実績(千葉県神崎町)

大規模水田作



栽植密度調査

品種	設定株間(cm)	20株平均(cm)	作業精度
ふさおとめ	18	18	100%
コシヒカリ	21	21.3	101%

4月27日水稻移植 総作業面積200a

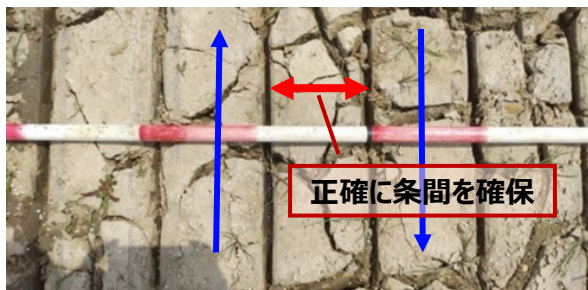
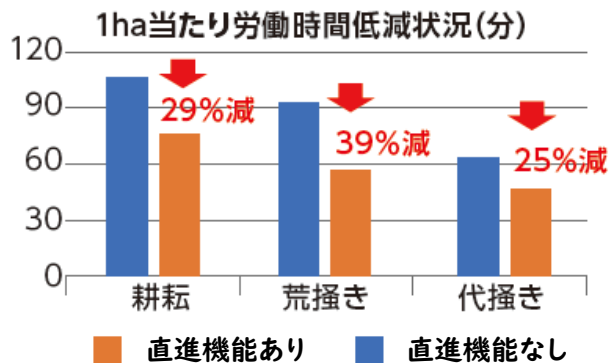
	設定量	実使用料	作業精度
苗箱	242箱(12箱/10a)	240箱	101%
施肥量	880kg(44kg/10a)	880kg	100%

自動操舵システム (スマ農実証の解析結果)

水稲作

- 耕うんや代かきの各作業の労働時間が25～39%低減。
- V字直播作業では正確に条間を確保。
- 作業者の心身の負担も軽減。

※R2実績(新潟県上越市)

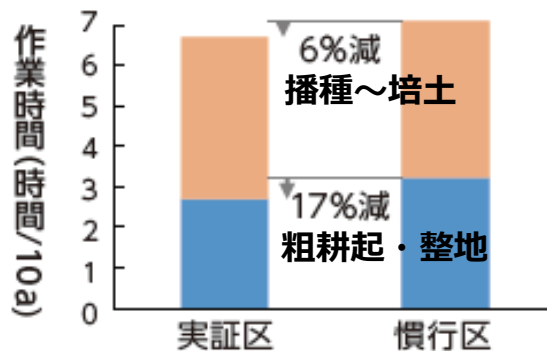


写真：V字直播の折り返し地点

水田輪作

- 自動操舵+スタブルカルチで粗耕起・整地時間を17%減。
- 自動操舵により粗耕起～培土作業時間6%減。

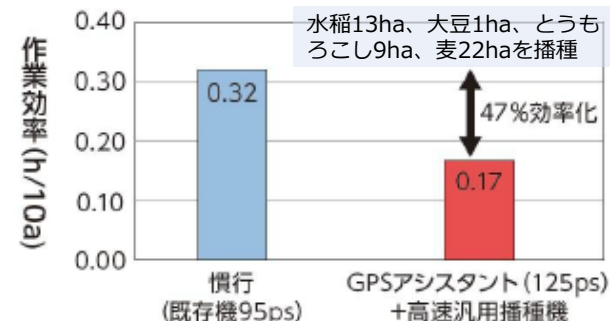
※R2実績(秋田県大仙市)



水田輪作

- 自動操舵トラクタ+高速汎用播種機による播種は、作業能率を慣行より47%効率化。

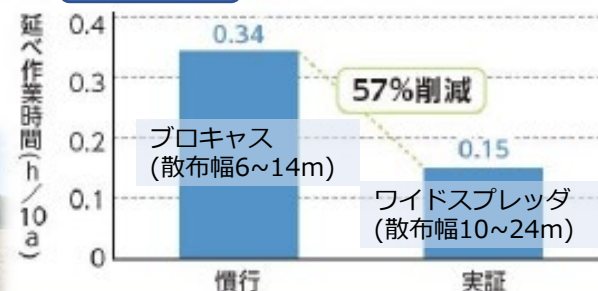
※R2実績(宮城県東松島市)



- 自動操舵トラクタ+ワイドスプレッダによる施肥は、慣行に比べ作業時間を57%削減。

露地野菜

※R2実績(青森県東北町)



※ながいも、ごぼう、だいこん、キャベツの平均

キャベツ・ダイコン

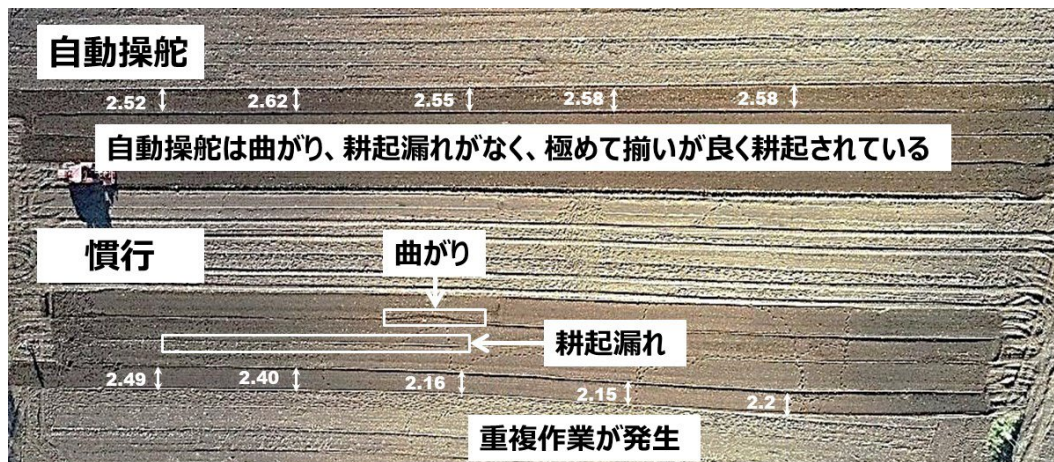


表1 自動操舵の有無による耕起もれの精度の比較

	平均耕うん幅 (m)	耕うん漏れ発生率 (%)
自動操舵あり	2.39	0
自動操舵なし	2.48	28

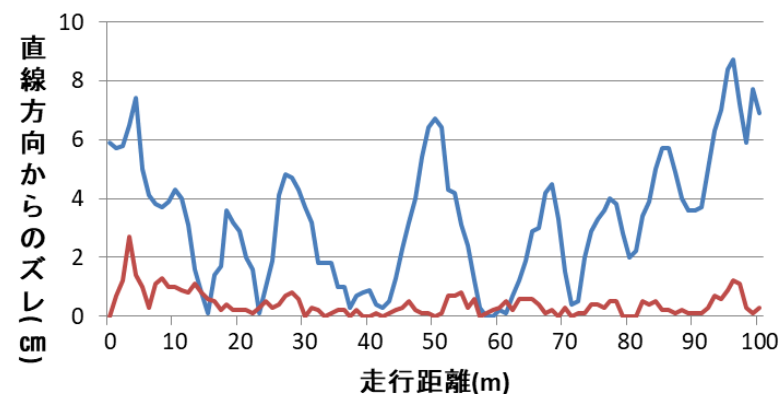
資料：コンソーシアム令和2年度成果報告書

注) 平均耕うん幅は、大きければ耕うんのもれがあることを示し、耕うん漏れ発生率は、耕うん漏れが発生した回数の割合（自動操舵なしでは18回中5回発生したため28%）を示しています。

肥料の散布ムラや二重散布の削減 ➡ 肥料費の削減（44%、）

ながいも

- 1 ながいも栽培の溝堀作業は、定植前及び掘取時ともに自動操舵を活用した区で直線方向からのズレが小さくなった
- 2 収穫物の損傷割合は自動操舵補助システムの活用で大幅に減少。定植前の溝堀作業にのみ当該システムを活用するだけでも効果が認められた
- 3 10aあたり単収は、自動操舵補助システムの増収効果は認められなかったが、品質向上効果が認められた



ながいも定植前溝堀時の作業精度

自動運転田植機 (みどり技術カタログ)

技術の概要

田植は短期間に作業が集中するため、労働力不足の抜本的な緩和と高精度化に向けた作業技術が必要不可欠であり、本技術は以下の特徴を有する。

- ① ワンマンオペレーション（苗補給等を含む）が可能
- ② ほ場の外周以外の植付けを完全自動化
- ③ 事前の経路生成は不要
- ④ 独自の制御システムによる高速旋回を実現
- ⑤ 必要に応じて条止め作業を自動で実施



切り返し無し的高速旋回



台形ほ場での植付け

効果

◎条止め等の自動化により作業と燃料の無駄削減

手動運転ではほ場の外周を作業することにより、田植機がほ場形状を認識して自動的に走行経路を生成するとともに、作業幅を調節する条止めや空植え行程が必要に応じて自動で挿入されることから、**作業の重複など無駄が減り、燃料の節減**にも寄与する。

◎投下労働時間の大幅削減

幾多の実証試験により、1辺100mの正方形ほ場において自動運転田植機が約1.8人時、慣行機（2人組作業）では約3.2人時となり、44%の削減効果を確認している。

●自動運転田植機の導入

①市販ベース機の最高速度（約1.9m/s）でも熟練者並みの真っ直ぐな移植や正確・スムーズな高速旋回、②ほ場全体の経路設計を自動化、③多様な形状の水田ほ場にも対応可能、④条止めや空植え行程が必要に応じて自動挿入される、リモコンで操作可能なワンマンオペレーションの機械システム。



導入の留意点

・北海道仕様（条間33cm）には適用外

市販化モデル（条間30cm）から北海道仕様に向けては、新たな自動経路生成アルゴリズムを構築する必要がある。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

- 価格帯等：2022年2月に井関農機(株)から市販化予定価格帯及び市販化モデルの植付け条数は未定条間30cmの水田に適用可能

関連情報

- ・井関農機株式会社：
さなえPRJ8ロボット田植機（有人監視型）
（令和3年）



直線作業アシスト装置 (みどり技術カタログ)

(GPSを使わない安価なトラクタの自動操舵装置)

技術の概要

GPSを使わずに、カメラを使用することで低価格化を実現したトラクタの自動操舵装置。トラクタ①に下記②～④の機器を後付け装着する構成。前方の風景と地面を単眼レンズカメラ1台で撮像し、その画像を画像処理ユニットで解析して最適な操舵角を計算し、ステアリングを自動制御する。



効果

◎真っすぐに等間隔な畝立てや播種が、非熟練者でも簡単

「直進」と「追従」の2種類の機能があり、作業の最初の1行程目は「直進」機能(写真⑤)を使い、トラクタ正面の遠方風景に向かって直進走行する。続く2行程目以降は「追従」機能(写真⑥)を使い、前行程の作業跡やマーカー跡に対して横方向に一定の間隔を保って走行する。**行程の適正化で燃油削減**も可能。

◎操作が簡単で習熟も容易

ステアリングユニットの操作パネル(写真③)のスイッチを押すだけで、自動操舵が簡単に開始でき、習熟も容易。

●畝立て作業の例



⑤「直進」機能による畝立て作業



⑥「追従」機能による畝立て作業

導入の留意点

・天候等の条件により走行精度が低下する場合あり

曲がった作業跡への追従、傾斜の強いほ場、土壌や日照などの条件によって、作業精度が10センチメートルを超える誤差を生じる場合がある。

その他 (価格帯、研究開発・改良、普及の状況)

- 三菱農機販売(株)から商品名「スマートアイドライブ」として販売中 (普及台数: 180台)
- 初期費用: 40万円台
- 維持費用: なし (GPSの補正情報の通信費など不要)

関連情報

①農林水産省・最新農業技術・品種2020:
直線作業アシスト装置 (令和2年)

②三菱マヒンドラ農機株式会社: 製品サイト



水管理システムによる省力化

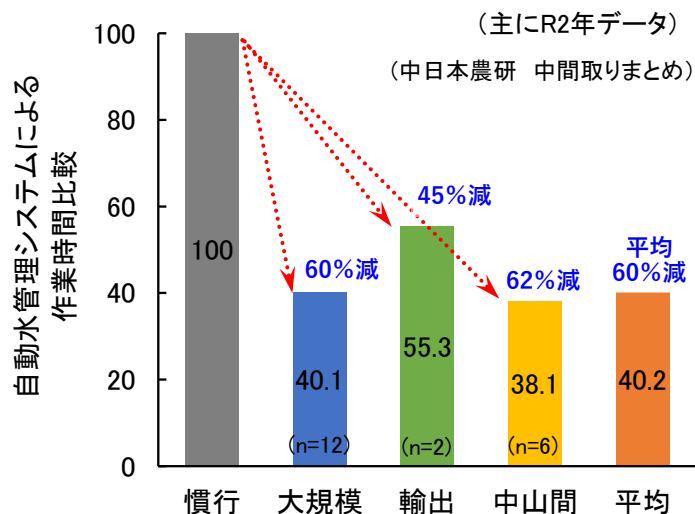


図15 水管理作業時間の比較

○取り組みの評価

- ・事務所から離れた水田に自動給水栓を設置し、見回りを減らしたことで、作業時間が平均で60%短縮。
- ・夏場の高温対策として深水管理も適切に対応できた。



○水位センサのみの使用例では14%削減。

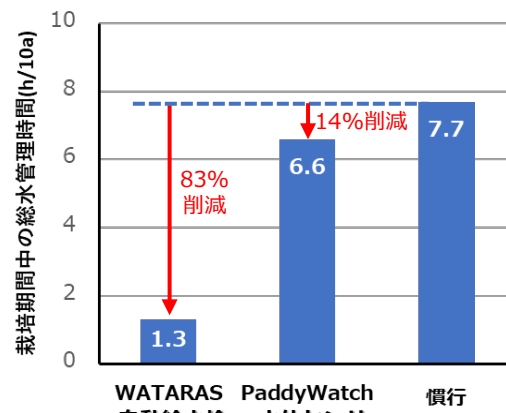


図16 自動給水栓および水位センサ導入による水管理時間の削減効果
(長野県伊那市実証コンソの成果より)

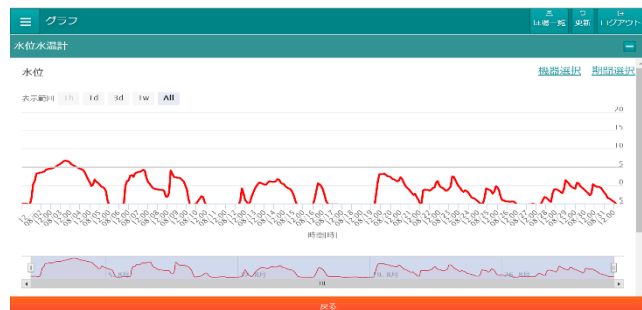


図17 情報端末による水温や水深管理の状況
(福井県鯖江市実証コンソの成果より)

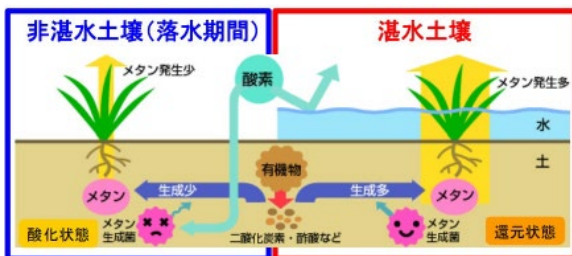
抑草のための深水管理にも利用可能

中干し期間の延長によるメタン削減

技術の概要

水田土壌内にはメタン生成菌が存在し、嫌気条件下で稲わらなどの有機物をエサに温室効果ガスであるメタンを発生させる。中干しとはイネの生育調整を目的として一時的に水田から水を抜く従来からの水管理技術である。

中干し期間を通常よりも延長することで土壌中により多くの酸素を供給するとメタン生成菌の活動が抑制され、メタン排出量が低減する。湛水と落水を繰り返す間断灌漑と組み合わせることでより効果的にメタン発生量の削減が可能である。



効果

◎1週間の延長でメタン発生量を30%削減

全国8県の試験結果から、各地域毎の慣行の中干し期間を一週間程度延長することで、メタンの発生量が約30%削減されることが示されている。

◎適切な延長によるコメの品質向上効果

登熟歩合が向上し、タンパク質含量の低下が認められるなど、収穫したコメの品質の向上が示されている。

導入の留意点

・中干し期間の過度な延長には収量減の可能性

水田の状態、イネの生育状況など栽培地域の実情を踏まえ、適切な範囲での期間延長に留める必要がある。

・自動水管理の活用可能性

落水・再湛水を繰り返す精緻な水管理を省力的に行うために「自動水管理システム」の導入も注目されている。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●価格帯

- ・原則無料。中干しを延長することによる追加的な費用の発生は無い
- ・農林水産省の環境直接支払い交付金の対象技術の一つになっている
- ・2023年にJクレジット制度の方法論に登録されたところ

関連情報

- ・水田メタン発生抑制のための新たな水管理技術 マニュアル（平成24年）



高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培体系

技術の概要

高能率水田用除草機は、除草剤を使用しない有機栽培での雑草対策の中核となる除草専用機である。本機は、3輪型乗用管理機の車体中央に、条間が駆動ローター式、株間が揺動ツース式の除草部を搭載している。除草作業中に運転席から稲列が確認しやすく、10a当たりの作業時間は20分～30分である。

高能率水田用除草機による除草作業を適期に行い、深水管理などの耕種的な雑草防除技術を組み合わせることで高い除草効果が得られる。これに加えて、いもち病や縞葉枯病などの抵抗性品種の利用、中～成苗の育成、適切な水管理、病虫害対策などにより、省力的で安定した収量が得られる有機栽培が可能である。



高能率水田用除草機

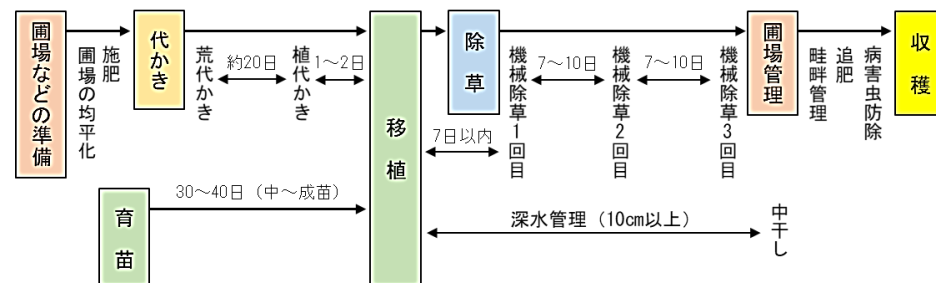
効果

◎80%以上の雑草を除去可能

高能率水田用除草機による2回～3回の除草作業と耕種的な雑草防除技術などの組み合わせにより、80%以上の雑草が除去できる。

◎収量は慣行栽培の9割程度

3年間の現地試験の結果から、本有機栽培体系の導入により慣行栽培の約9割の玄米収量を得られることが示されている。生産コストは、慣行栽培の1.3倍程度となる。



高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培体系の作業概要

導入の留意点

・稲株などの残渣が多いと欠株が増加する

前年の稲株などが残っていると、作業時に除草爪に絡み欠株が多くなる。秋耕などにより分解を促進させる。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

- 価格帯（高能率水田用除草機）
 - ・217万円～266万円（税込み）
- 普及の状況
 - ・2020年度末までに300台以上が普及
- 適応地域
 - ・概ね10a以上で地耐力が高い定型圃場（全国）

関連情報

- ・高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培の手引き（令和2年）



自動草刈による農薬削減 (みどり技術カタログ)

高機動畦畔草刈機

技術の概要

本機は、走行部、刈取部、操作部等から構成される電動式のリモコン草刈機で、1台で畦畔及び整備法面における草刈り作業が可能な高機動畦畔草刈機である。各部の電源はバッテリーから供給され、走行部は走破性の高い一對のクローラ式で、刈取部は走行部の前側に位置する2連式のカタユニット構造（回転刃）を採用している。畦畔作業時は、フレキシブルアームによって左右刈取部の位置を変更でき、刈取部が畦畔上面及び畦畔法面に適応できる。



型式		スマモ+高機動畦畔草刈アタッチ (畦草刈アタッチAZ720)
機体 全体	全長 (mm)	1,351
	全高 (mm)	399
	刈幅 (mm)	700 (350×2連)
	重量 (kg)	117
	構造	2クローラ式
走行部	クローラ外幅 (mm)	580
	駆動方法 (モータ出力)	ホイールインブラシモータ (DC24V、250W×2)
	速度 (m/s)	前進0~0.9、後進0~0.8
刈取部	構造	2連式カタユニット (フレキシブルアーム)
	駆動方法 (モータ出力)	ブラシレスモータ (DC36V、300W×2)
	回転数 (rpm)	3,000 (標準)
	操作部	無線リモコン
電源		リチウムイオン電池 (DC36V、25Ah) 連続稼働時間：約66分程度

効果

◎草刈り作業の軽労化及び安全性の向上が期待

電動式のリモコン草刈機であるためGHG削減が期待でき、作業者は従来の自走式草刈機のようにハンドルを持って機体を支える必要がなく、作業負担の大幅な軽減が期待できる。また、作業者はエンジンの振動、飛び石、塵、埃の影響や作業機の反発を受ける危険性が大幅に減少するため、作業の安全性向上（作業環境の改善）が期待できる。

●1台で畦畔及び整備法面における草刈り作業が可能



畦畔における草刈り作業

整備法面における草刈り作業

導入の留意点

・畦畔及び整備法面の条件に留意が必要

走行可能な畦畔条件として、上面幅59cm以上、畦畔法面傾斜角60度以下であることに留意する必要がある。
走行可能な整備法面条件として、傾斜角35度以下であることに留意する必要がある。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●価格帯

- ・スマモ（走行ユニット）RS400-1：106.7万円
- ・畦草刈アタッチAZ720：38.5万円

●普及の状況

- ・株式会社ササキコーポレーションから市販中

●適応地域

- ・全国

関連情報

①最新農業技術・品種2022：高機動畦畔草刈機
(令和4年)

②農研機構普及成果情報：畦畔や整備法面での草刈り
作業の負担を軽減する機動性の高い電動草刈機
(平成28年)



センシングデータに基づく可変施肥（スマ農実証）

- ドローンや衛星によるセンシングデータを、可視光、NDVI等で評価し、生育ムラ等が把握可能。
- 収量・食味センサ付きコンバインにより、ほ場内の収量やタンパク含量のバラツキも把握可能。
- これらデータに基づき、田植機やトラクタ、無人ヘリ、ドローンを活用した基肥・追肥可変施肥。
- 土壌センサ搭載型の可変施肥田植機も登場。

⇒ **ほ場間やほ場内の、生育ムラの改善、収量や品質の向上の効果**が見られたとする事例が多い。



衛星やドローンを用いた
作物生育等のセンシング



食味・収量
コンバイン

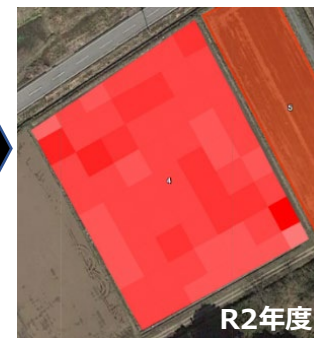
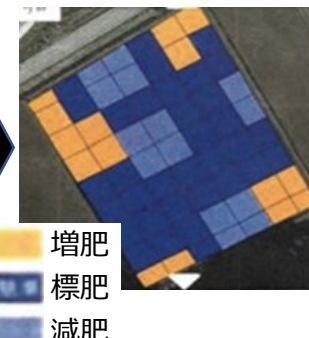


田植機やトラクタ、無人ヘリ、ドローンを活用した可変施肥

大規模水田作

- コンバイン採録データから収量と玄米タンパク量のメッシュマップを作成(R1年度ほ場内の収量ムラあり)。
- R2年度は、可変施肥(田植機)によりムラが縮小。

※R1～2実績(福島県南相馬市)



前年度の収量マップに基づく可変施肥により、ほ場内の収量ムラの改善

センシングデータに基づく精密施肥（みどり技術カタログ）

高精度施肥が可能な重量計付きブロードキャスタ

技術の概要

ブロードキャスタは高能率で作業可能な施肥機として普及しているが、使用する資材性状など、作業環境の影響による散布誤差が問題となっていた。また、近年ドローンや衛星などのリモートセンシング技術が普及し、可変施肥を始めとする施肥作業のスマート化が急速に進んでおり、施肥機には設計された施肥マップ通りに正確に散布できることが求められている。

開発機は、本体に搭載されている重量計により、散布作業中の散布流量を自動計算し、肥料繰り出し部をリアルタイムに制御する自動補正機能が備わっており、従来製品として備える車速連動、流動特性補正に加えてこの新たな補正機能により、設定値通りの正確な散布が可能である。

効果

◎高精度施肥

1～2haの6ほ場にて粒状化成肥料を用いて行った散布試験結果から、散布誤差1.4～2.7 %の高精度で散布できることを確認した。

◎施肥管理の高度化

1筆ごとの実施肥量や地点ごとの設定施肥量がGoogle Earth等のGISツールで確認可能な形式で保存されるため、使用者は本情報を基に、ほ場ごとの正確な施肥量を把握できるとともに、次年度施肥計画策定のための管理情報として活用できる。



導入の留意点

・粒状に成形された資材を使用

ペレット資材等の粒径が不揃いな資材を使用する場合、散布精度が低下する恐れがあるため、機械散布に適した粒状に成形された資材の使用が望ましい。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●価格帯

- ・ MGL604P（ホッパ容量600L）：162.8万円
- ・ MGL1204P（ホッパ容量1200L）：171.6万円

●普及の状況

- ・ 株式会社IHIアグリテックから市販中

●適応地域

- ・ 全国

関連情報

- ・ 株式会社IHIアグリテック：GPSナビキャスタ
MGLシリーズ重量計付きブロードキャスタ
製品カタログ（令和3年）



局所施肥による肥料削減 (みどり技術カタログ)

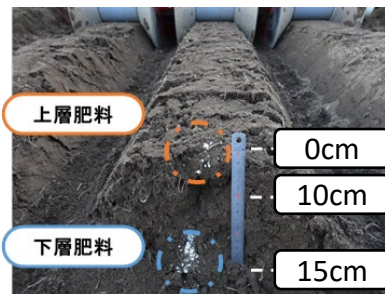
野菜用高速局所施肥機

技術の概要

畝内の上層と下層の二段に筋状に肥料を落とす二段局所施肥を行うことができる畝立て同時施肥機である。従来の局所施肥技術の、生育障害を起こしやすいというデメリットを抑え、高い肥料の利用効率というメリットを最大限活かすことのできる技術であり、施肥量の削減が期待できる。

二段局所施肥は、ロータリーではなく前後二列に配置されたリッジャ（いわゆる培土器で、溝を作ったり土を寄せるための爪）を用いることで実現された技術である。

また、上記リッジャにより土のかき分け、施肥、かき寄せを連続して行うため、土壌全体を攪拌するロータリー方式と比較し作業速度が最大2倍以上にまで高められている。



効果

◎ 高い肥料の利用効率で施肥量を3割削減

上層と下層の二段に局所施肥を行うことから、生育ステージに合わせた効率の良い養分の供給を行えるため、肥沃な土壌では施肥量を慣行比3割削減することができる。

◎ リッジャを利用した最高1.4m/sの高速畝立作業

リッジャを利用することで、ロータリー方式の畝立機では実現不可能な最高速度1.4m/s（5km/h）で畝立施肥作業を行うことができる。

◎ GNSS等を利用した高精度な肥料の繰り出し



GNSS（衛星測位システム）と傾斜角度センサを用いることで、丘陵地帯でも繰り出し量が変動することなく設定した施肥量を播くことができる。コントローラーはデジタル化され、施肥量は液晶画面を見ながら数値で入力することができる。

導入の留意点

・ 減肥栽培は土壌分析を踏まえて行うことが必要

減肥の効果は土壌や栽培条件によって異なるため、減肥栽培を行う場合は事前に土壌分析等により養分収支の計算を行い、土壌の特性に見合った施肥量とする必要。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

- 本機は上田農機（株）から、主に婦恋村等夏秋キャベツ産地向けに「ボビンローラー三兼3連ソワー」、また（株）タイショーより全国の野菜産地向けに「畝立同時施肥機グランビスタKUTシリーズ」の名称で条間45cm仕様、条間60cm仕様の2型式が販売されている。希望小売価格は全型式ともに198万円（税別）。

関連情報

- ・ 農研機構技報：野菜用の高速局所施肥機の開発（令和元年 No.2, p.14-17.）



スマート農機を使わなくても、
データを活用すれば、
それはスマート農業です

データを活用したスマート農業のイメージ



③-1 観測データに基づく栽培管理

② 作物の能力を最大限に発揮、④ 誰もが取り組みやすい

気象観測・炭そ病効率的防除

- 小型気象観測装置を用いたすいか炭そ病防除判断技術と、自動操舵システムとブームスプレーヤを組み合わせた防除により、総防除作業時間が約35%減少(26時間→16.9時間/10a)。

※R2実績(山形県尾花沢市)

区	防除判断方法	防除回数			総防除作業時間(時間/10a)
		手散布	ブームスプレーヤ	計	
実証(計算)	気象観測装置	5	4	9	16.9
慣行(実証農家)	農業者	6	0	6	15.6
慣行(地域標準)	農業者	10	0	10	26.0

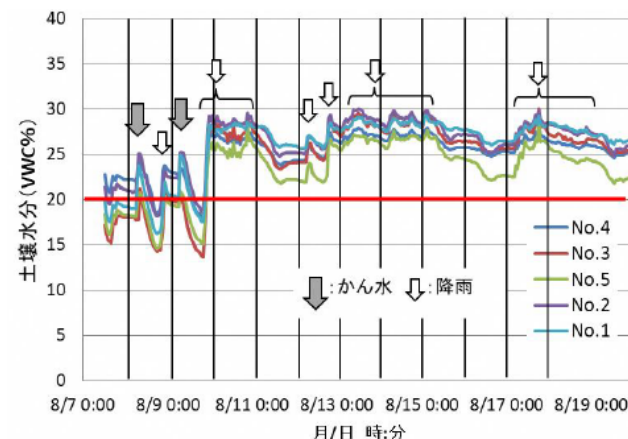
炭そ病判断技術による判断の通り防除を行えたと仮定した際の計算



土壌水分観測・適期かん水

- 土壌水分観測に基づく適期かん水により、にんじんの出芽率が確保され単収が17%向上(3.38t→3.96t/10a)。
- エンジンストップタイマーの導入により、作業時間が66%削減(76分→26分/10a)。

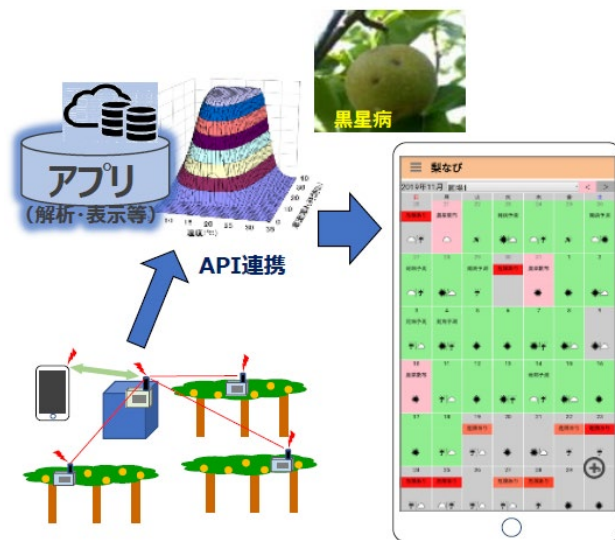
※R3実績(富山市)



気象観測・防除支援システム

- 「梨なびアプリ」を用いた梨園の微気象観測データからの黒星病危険度予測による防除で、化学合成農薬使用成分数を2年とも40%削減。
- ※千葉県減農薬認証基準26成分以下を実現

※R3,R4実績(千葉県市川市)



③-2 統合環境制御（施設）

② 作物の能力を最大限に発揮、④ 誰もが取り組みやすい

施設ピーマン

- ハウス内を光合成活動に適した環境に保つことで**単収が慣行区の49%増加**。
- 液肥混入・日射比例かん水や中二重ビニール開閉等の自動化(統合環境制御)により**追肥・かん水や換気等の作業時間を慣行区の43%に省力化**。

※R1～2実績(鹿児島県志布志市)



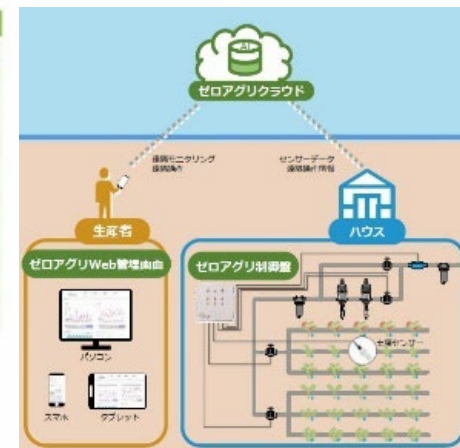
施設いちご

- ユビキタス環境制御とAI養液土耕により**可販果の収穫量は5.7t/10a、慣行比で約3.6割増収**。
- 自動環境制御により、慣行区の**換気作業時間の72時間/10a(10割)を削減**。
- AI養液土耕装置(自動養水分給液)により**定植後のかん水時間を慣行比で43時間/10a(約8.5割)を削減**。

※R2～3実績(茨城県常陸大宮市)



ユビキタス環境制御



AI養液土耕装置

③-3 生育・収量・出荷等の予測モデル

④ 誰もが取り組みやすい

気象等環境、生体センサ、過去データ

気象観測による出荷予測

- びわ産地全体に設置したLPWA気象観測網で収集した気象データにより、**出荷時期、量を精度よく推定**

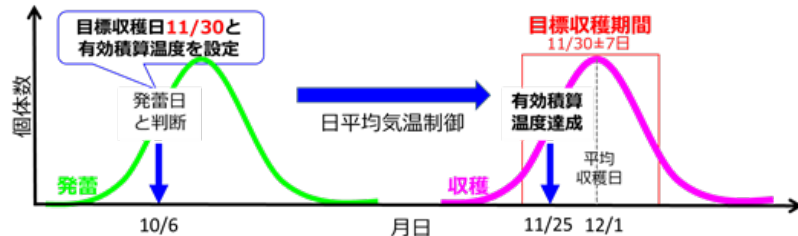
※R3実績(長崎県長崎市)



統合環境制御・計画出荷システム

- 発蕾を起点に収穫までの有効積算温度等を算出し、目標収穫日に設定した有効積算温度になるよう日平均気温を制御することで、トルコギキョウの**目標収穫日前後1週間の計画出荷を実証**

※R2実績(福島県いわき市)

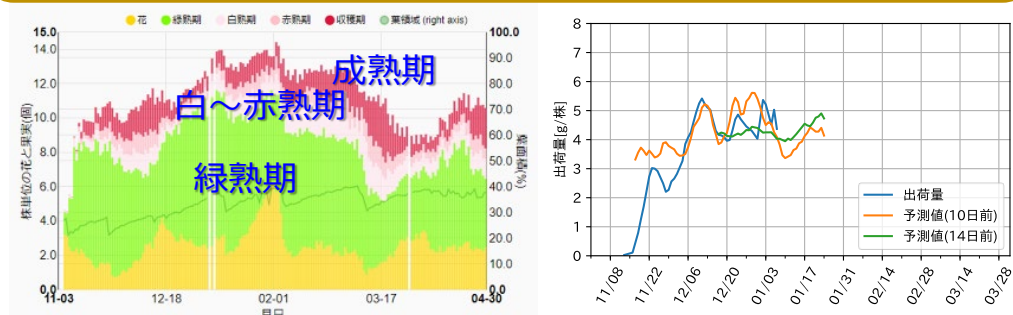


計画出荷実証における発蕾日と収穫日との関係(令和2年度)

イチゴ生育解析システム、出荷量予測モデル

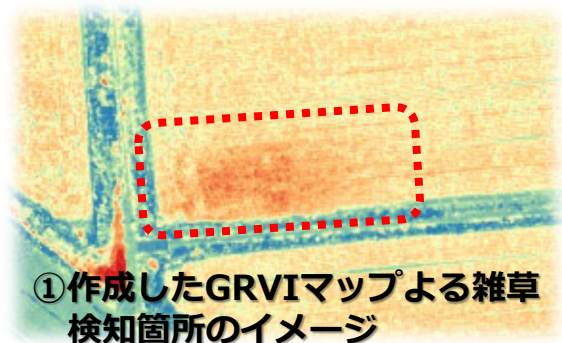
- クラウド型の営農支援システムAGRI-VISIONで**熟度別果数が精度よく推定可能**
- 果数、熟度、ハウス内環境情報を活用することで、**精度よく収量予測が可能**(平均絶対パーセント誤差:25%)

※R2実績(熊本県阿蘇市)



AGRI-VISIONによる熟度別果数推定 出荷量予測モデルによる予測値と出荷量

- ドローンによるほ場撮影画像から植生指標GRVIマップを作成し雑草を検知…①
- スマホ撮影画像から、AIにより**病気・食害6種類、害虫8種類、雑草16種類**が**診断**可能…②
- ドローン空撮画像の**アップロードから2～3時間で生産者に雑草発生状況を通知**…③
- ドローン空撮画像をRGB解析し、**チャ害虫(ナガチャコガネ)の園内被害箇所を特定**…④



※R2実績(福島県南相馬市)



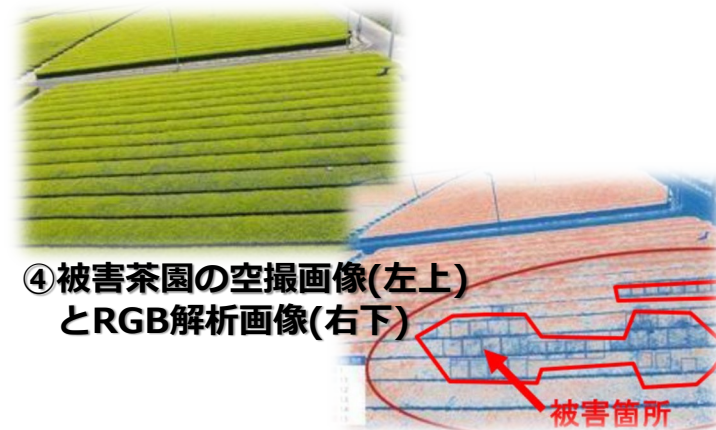
③雑草抽出結果(クラウドサービスのスクリーンショット)

※R2実績(新潟市)



②スマートフォンによる病害虫AI診断イメージ

※R2実績(福島県南相馬市)



局所的に防除することで、防除面積を17%削減、作業時間を28%削減

※R2実績(静岡県牧之原市)

データ活用による肥料削減 (みどり技術カタログ)

有機質資材の肥効見える化アプリ

技術の概要

簡単な入力作業により、有機質資材の窒素肥効を予測し、見える化するアプリを開発した。

堆肥等の有機質資材は、有機・減肥栽培や土壌への炭素蓄積にとって不可欠であるが、肥効の見積もりが難しいことが欠点。このアプリは、農研機構と国立環境研究所が共同開発した新しい数理モデルと、地温などの環境データや資材の特性値を使って、資材の窒素肥効（減肥可能量）を予測する。



効果

◎誰でも簡単に見える化

ネット接続があれば、資材の種類や施用時期などを数分間入力するだけで、窒素肥効を予測できる。

◎多様な作型に対応した予測

地温が異なる夏作、冬作など野菜類の多様な作型に対応できる。肥効の予測には農研機構日本土壌インベントリーの地温データを使っている。

◎有機質資材の利用促進と化学肥料の使用低減

見える化により、有機質資材の利用が容易になり、化学肥料の使用低減につながる。

●アクセスと操作

アプリのURL:

<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/main/organic-fertilizer>

アプリへのQRコード



導入の留意点

・水田のような湛水条件には非対応

現在のモデルは畑地条件を想定して開発されている。

・予測精度に限界あり

降雨等の要因により精度が劣る場合があり、精度の向上に取り組んでいる。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●価格帯

- ・上記アプリの利用は無料
- ・モデルの商業利用、特定資材用の高精度アプリは有料

●適応地域

- ・日本全国

関連情報

- ・プレスリリース：有機質資材と被覆尿素肥料の窒素肥効を見える化するウェブサイトを公開（令和3年）



データ活用による肥料削減 (みどり技術カタログ)

AI-土壌図と土壌環境APIによる圃場管理

技術の概要

圃場一筆ごとに肥料や有機質資材から供給される養分量を可視化するため、既存土壌図の問題点（低解像度、空白域など）を解消し、一筆ごとの土壌特性を確認できるAI-土壌図を開発した。また、AI-土壌図と気象データを組合せて土壌温度水分を予測し、緩効性肥料や有機質資材の「肥効見える化」する土壌環境APIを開発した。



効果

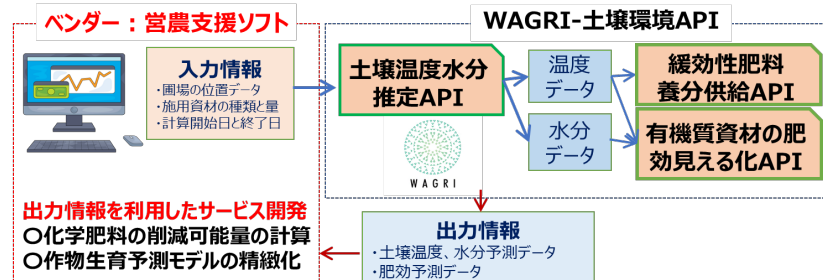
◎有機質資材の3成分の肥効を可視化

土壌環境APIでは11種類の有機質資材について3成分の肥効（窒素・リン酸・カリウム）を可視化可能。

◎有機質資材の利用で化学肥料使用量を削減

農研機構が熊本県で実施したレタス露地栽培に対する肥効見える化の実証試験で化学肥料使用量を54%削減。

●土壌環境APIの導入



生産者が有機質資材の種類や施用時期を民間営農支援ソフトに入力すると、土壌環境APIがAI-土壌図からの情報、温度、水分等に基づき肥効を算出し、化学肥料の低減可能量を提示。

導入の留意点

・有機質資材の肥効は変動することがある

有機質資材の肥効は土壌条件、地域、気候条件、その他の条件により変動することがある。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

- 利用者：主に営農支援システムを提供するベンダー
- 価格帯：月額利用料：1万円（WAGRI有償API定額利用料を適用）
※利用にはWAGRI利用会員への加入が必要
- 研究開発・改良
 - ・全国17道県で水稻を含めた9品目で実証試験を実施中

関連情報

- ・ WAGRIホームページ土壌環境API掲載情報
 - ① AI-土壌図（令和5年）
 - ② 有機物資材の肥効見える化API（令和5年）

①



②



AIを活用した病害虫の画像診断アプリ

技術の概要

病害虫の迅速な診断には、経験や知識が必要である。しかし、地球温暖化による新規病害虫の発生、法人経営による非熟練作業者の増加等により、現場での迅速な識別が困難になっている。

そのため、AIを活用し、スマートフォン等を用いて農業現場で病害虫の診断を行い、速やかに効果的な防除ができるアプリを開発した。



効果

◎病害虫の適切な防除を行うための診断が可能

12品目中の内、先行して検証したトマト・キュウリ・イチゴ・ナスの4作目についての精度は、63病虫害のうち半分で9割以上の精度、大多数が8割以上で診断できる。

◎化学農薬使用量の低減による低コスト化

病害虫診断に基づく適切な化学農薬使用により、化学農薬使用量の低減が可能となり、低コスト化及び作業の軽労化が実現。

◎多様なサービスの展開

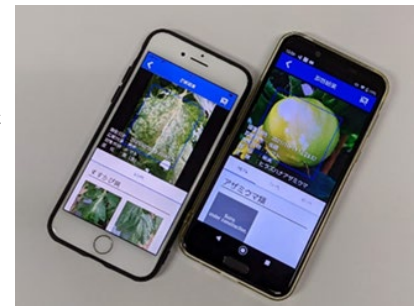
WAGRIよりWeb APIとして病害虫識別機能を提供することで、様々なアプリとの連携が可能となり、多様なサービスの展開が可能。

●アプリの概要

アプリ内のカメラ機能で撮影した画像や、あらかじめスマホ等で撮影した画像を用いて診断できる。

病害虫をスマホアプリで撮影すると、識別結果と使用可能な農薬の一覧が表示される。

※診断結果は履歴に残るので過去の記録も閲覧可能。



実際のアプリ画面

導入の留意点

・撮影条件により正答率が下がることに留意

撮影条件により正答率が下がる場合があるため、防除の参考として利用し、確定診断は都道府県の病害虫防除所等へ相談する。

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●4作目（イチゴ・トマト・キュウリ・ナス）は、開発した成果を活用したAI病害虫診断アプリが、日本農薬株式会社から無償で公開されている。本アプリは、これまで約9万回ダウンロードされている。

●12作目対応WAGRI-APIは、WAGRI有償会員向け有料コンテンツとして公開中（2021年4月公開）。

関連情報

①レイミーのAI病害虫雑草診断
(令和6年更新)

②病害虫診断API (令和4年)



データ活用による農薬削減 (みどり技術カタログ)

土壌病害発病ポテンシャルの診断技術の開発

技術の概要

土壌消毒剤の使用量の低減には、ほ場単位で土壌病害の発生しやすさ（発病ポテンシャル）を診断し、診断結果に応じて対策手段を講じる土壌病害管理法（ヘソディム※）が有効である。

発病ポテンシャル診断は圃場条件によって方法が異なるため、AIで様々な圃場条件に応じて発病ポテンシャルを診断し、対策支援を可能とするアプリ（HeSo+：ヘソプラス）を開発した。HeSo+の活用により、多くの圃場でヘソディムが実践され、**土壌消毒剤の使用量低減等**により生産者の収益向上と環境負荷低減が期待できる。

※2012年に農研機構が開発。Health checkup based Soil-borne Disease Management（健康診断に基づく土壌病害管理）を略しHeSoDiM（ヘソディム）と命名



「HeSo+」のトップ画面

効果

◎土壌消毒剤の効率的利用の推進

土壌消毒剤の効果的利用により、低投入持続型農業の推進が図られ、野菜等の安定供給に貢献する。

◎生産者の収益性の向上

病害防除の低コスト化や効率化により、生産者の収益向上が図られる。

発病ポテンシャル診断のための入力画面例

圃場の発病ポテンシャル診断結果の表示画面例

診断項目の入力

- 土壌菌密度
○菌密度が 1×10^3 /g未満
○ 1×10^3 /g以上 5×10^4 /g未満
○ 5×10^4 /g以上
- pH
7.2
- 腐食含量(%)
- 近隣の自圃場での発病状況
○なし
○小
○中
○大
○甚大

戻る 診断

圃場情報

Google

2022/07/01

発病ポテンシャル

レベル3

A | 自信度 ★☆☆

根こぶ病 / キャベツ

診断できる対象病害の種類と地域

病害	作物	AI診断の対象地域
根こぶ病	キャベツ	全国
	ブロッコリー	関東
	ナバナ	関東、東海
黒腐菌核病	ネギ	関東以北
黄化病	ハクサイ	西日本
半身萎凋病	キク	西日本
べと病	タマネギ	西日本
根基腐敗病	ショウガ	西日本
青枯病	トマト	西日本
	ショウガ	西日本

導入の留意点

・HeSo+は対策の意思決定のツールとして活用

HeSo+で提示される診断結果や対策法を参考に、指導者と生産者が協議して対策の意思決定を行う必要がある

その他（価格帯、研究開発・改良、普及の状況）

●価格帯

- ・1利用者が5圃場未満で利用する場合、年間3,000円～（料金は利用者数と使用圃場数に応じて変動）

●改良・普及の状況

- ・2022年10月時点で計1000圃場数分の利用契約希望を受付け
- ・新たな収集データを基に診断用のAIモデルを改良中

関連情報

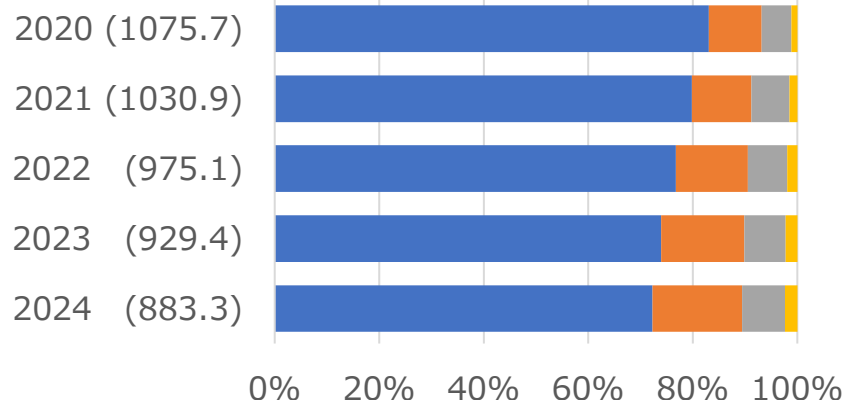
- ・利用申し込み先：HeSoDiM-AI普及推進協議会



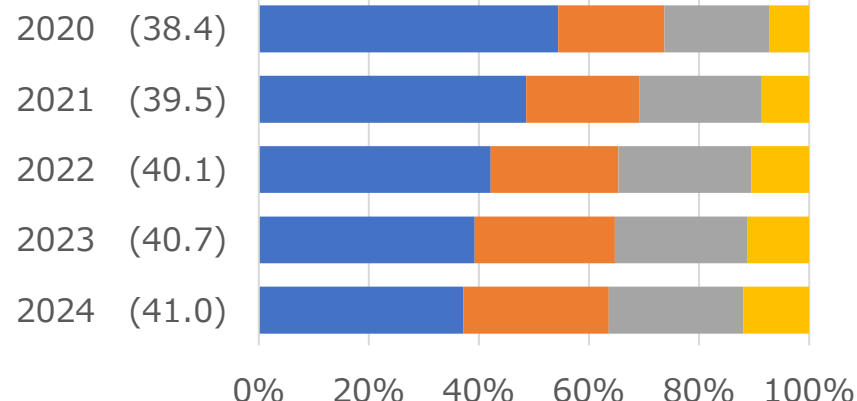
データ活用の現状について

データ活用を実践する経営体の割合

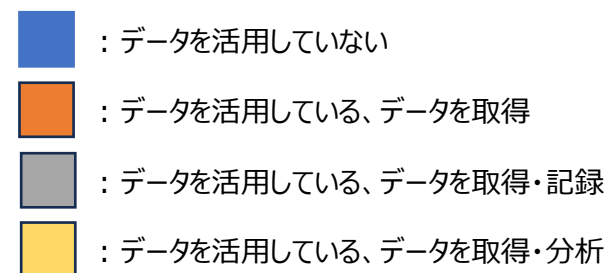
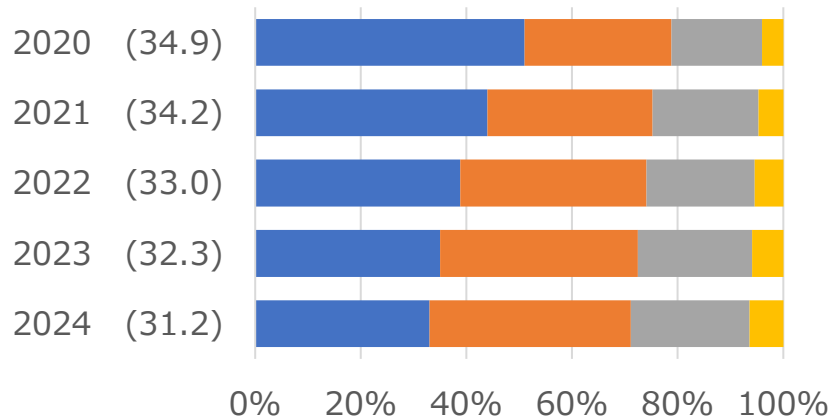
(農業経営体・全国)



(団体経営体)



(農業経営体・北海道)



年次右の（ ）内は経営体数、単位は千
「全体」と「個人経営体」は同じ傾向

環境負荷低減に対応したスマート農業技術（総論）

1. スマート農業実証事業の概要
2. スマート農業技術の概要
3. 環境負荷低減ができそうなスマート農業技術
4. まとめ

環境負荷低減に対応したスマート農業技術は・・・、

[スマート農機]

- ・ 自動操舵システム ⇨ 肥料削減
- ・ 水管理システム ⇨ 中干し期間の延長 (J-クレジット) ⇨ GHG削減
深水管理 ⇨ 雑草抑制 ⇨ 化学農薬削減
- ・ 自動草刈り機 ⇨ 化学農薬削減
- ・ 高能率除草機 ⇨ 化学農薬削減
- ・ ドローン散布 ⇨ 化学農薬削減

[データ活用]

- ・ センシングデータ ⇨ 精密施肥・可変施肥 ⇨ 化学肥料削減
- ・ 防除支援システム ⇨ 化学農薬削減

[アプリ]

- ・ 土壌環境API ⇨ 有機質肥料の活用サポート ⇨ 化学肥料削減
- ・ 肥効見える化アプリ ⇨ 有機質肥料の活用サポート ⇨ 化学肥料削減
- ・ 画像診断アプリ ⇨ 化学農薬削減
- ・ 土壌病害診断アプリ ⇨ 化学農薬削減

どのKPIをターゲットにするか？

「みどりの食料システム戦略」KPIと目標設定状況						
KPI		2030年 目標	2050年 目標	2021年 実績値	2022年 実績値	2023年 実績値
温室効果ガス削減	① 農林水産業のCO ₂ ゼロエミッション化 (燃料燃焼によるCO ₂ 排出量)	1,484万t-CO ₂ (10.6%削減)	0万t-CO ₂ (100%削減)	1,577万t-CO ₂ (4.9%削減)	1,430万t-CO ₂ (13.8%削減)	2025年4月に把握予定
	② 農林	既に実用化されている化石燃料使用量削減に資する電動草刈機、自動操舵システムの普及率：50% TRL 7：実運用条件下でのプロトタイプ実証 小型沿岸漁船による試験操業を実施	2040年 技術確立	自動操舵システム：4.7% 電動草刈機：3.7% 小型（一輪車・ドローン）：1.2% 大型：TRL 7	自動操舵システム：6.1% 自動操舵システム：3.7% 自動操舵システム：2.0%	自動操舵システム：3.7% 自動操舵システム：2.0%
	③ 化石燃料使用量の削減	化石燃料使用量の削減率：50%	化石燃料使用量の削減率：100%	10.6%	19,839 (約15.0%低減)	
	④ 我が国における再生可能エネルギーの導入	大に歩調を合わせた、農山漁村における再生可能エネルギーの導入を目指す。	再生可能エネルギーの導入拡大に歩調を合わせた、農山漁村における再生可能エネルギーの導入を目指す。	—		
環境保全	⑤ 化学農薬使用量（リスク換算）の低減	リスク換算で10%低減	11,665 (リスク換算値) (50%低減)	21,230 (リスク換算値) (約9%低減)	22,227 (リスク換算値) (約4.7%低減)	19,839 (リスク換算値) (約15.0%低減)
	⑥ 化学肥料使用量の低減	72万トン (20%低減)	63万トン (30%低減)	85万トン (約6%低減)	81万トン (約11%低減)	2025年3月に把握予定
	⑦ 耕地面積に占める有機農業の割合	6.3万ha	100万ha (25%)	2.66万ha	3.03万ha	2025年8月に把握予定
食品産業	⑧ 事業系食品ロスを2000年度比で半減	273万トン (50%削減)	—	279万トン (49%削減)	236万トン (56%削減)	2025年6月に把握予定
	⑨ 食品製造	化学肥料使用量の低減	—	—	81万トン (約11%低減)	5,913千円/人 (14.9%向上)
	⑩ 飲料製造	耕地面積に占める有機農業の割合：10%	—	—	5%	2025年7月に把握予定
林業	⑪ 食品企業調達の実績	—	—	—	6%	41.6%
	⑫ 林業用高層木の活用割合	30%	90%	—	38%	2025年3月に把握予定
水産	⑬ 漁獲量を2010年と同程度（444万トン）まで回復	444万トン	—	315万トン	292万トン	2025年3月に把握予定
	⑭ ニホンウナギ、クロマダラ等の養殖における人工種苗比率 養魚飼料の全量を配合飼料給餌に転換	13% 64%	100% 100%	2.9% 45%	4.4% 47%	2025年3月に把握予定

どのスマート農機を導入しやすいか？

自動操舵、直進アシスト、ドローンが導入しやすい

実証したスマート農業技術の利用拡大状況

「スマート農業実証事業終了課題における社会実装の取り組みに関する調査」より

調査時期：2022年2月～3月
調査コンソーシアム数：93(令和2年度末に事業終了地区)
回収数：93(回収率100%)

…から抜粋

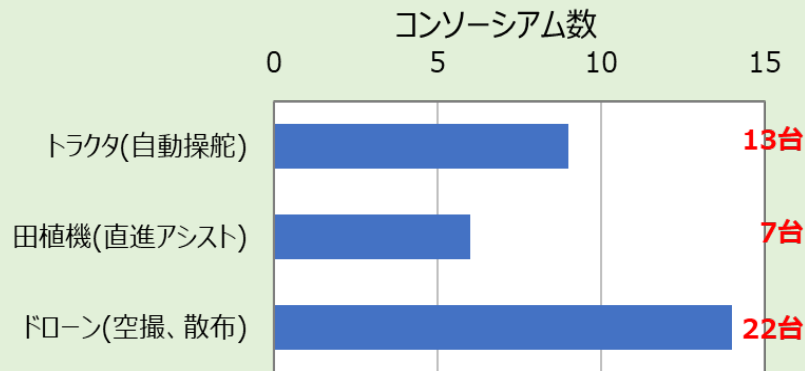
問2. コンソーシアムの生産現場で継続使用しているスマート農業機械・システム

問6. **実証したスマート農業技術の利用拡大状況**

問7. 計画に照らした実際の取組状況

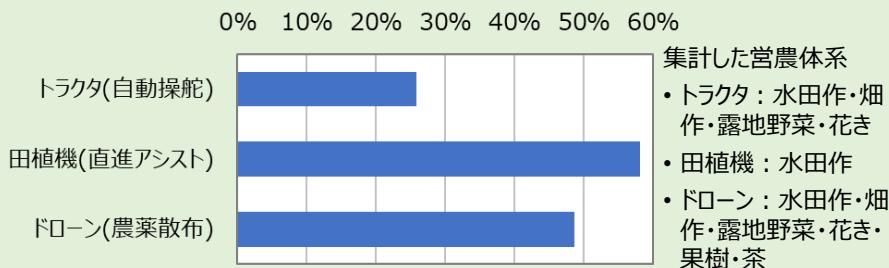
問8. 普及対象地域における普及状況

- 実証経営体が追加購入したスマート農機の上位3種は、**ドローン、トラクタ、田植機**。



実証経営体が追加購入したスマート農機（上位3種）

- 実証経営体以外でも導入が拡大していると感じているスマート農機は、実証経営体が追加購入したスマート農機の上位3種と同じく、**ドローン、トラクタ、田植機**。

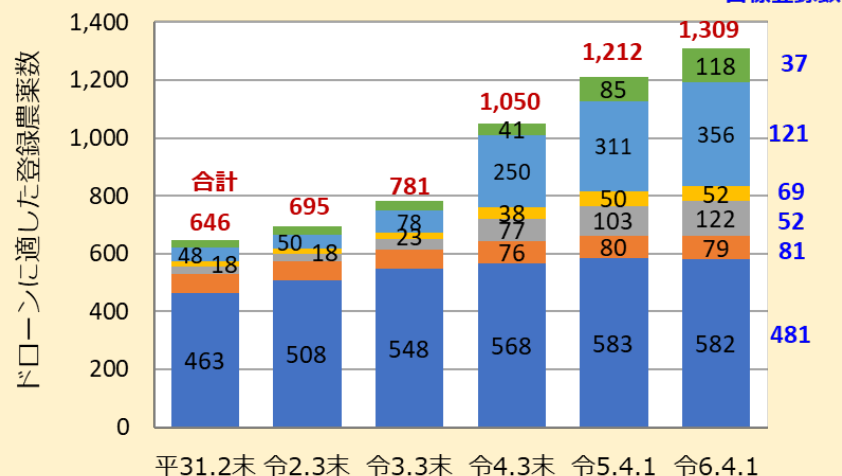
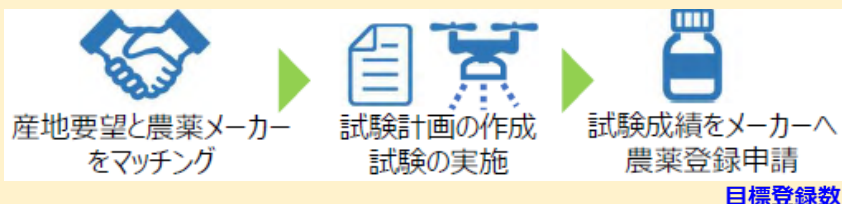


実証経営体以外でも導入が拡大していると感じているコンソーシアムの割合

ドローンによる農薬散布をめぐる情勢

ドローンに適した登録農薬数の推移

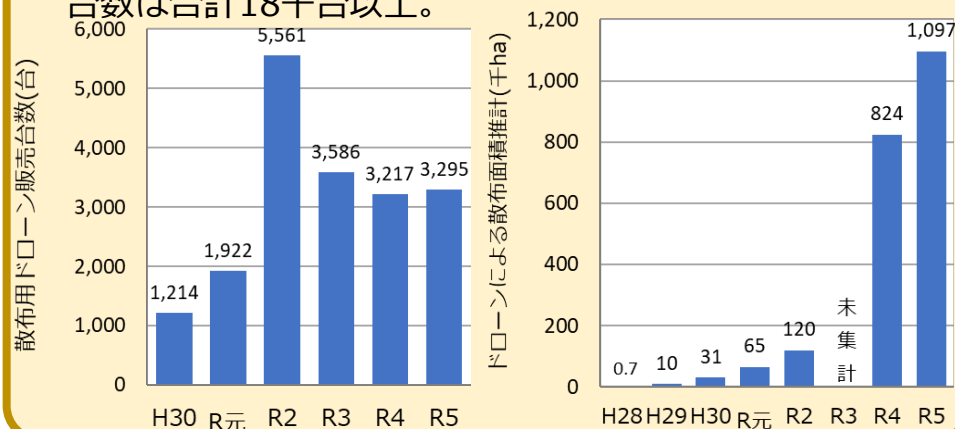
- **農業用ドローン普及計画**(平成31年3月)において、ドローンでの**散布に適した農薬数を200剤拡大する目標**を設定。
- 普及計画策定以降、ドローンに適した農薬が663剤(令和6年3月まで)増え、1,309剤の登録数に。



■ 稲・麦類 ■ 豆類 ■ いも類 ■ 果樹類 ■ 野菜類 ■ その他
※令和5年4月1日は、官民協議会WEBページのデータから作図

散布用ドローン販売台数と農薬等の散布面積(農林水産省調べ)

- 農業用ドローン普及計画では、ドローンによる**農薬散布面積を100万haに拡大する目標**を設定。
- 平成30年度から令和5年度までの散布用ドローンの販売台数は合計18千台以上。



農業用ドローン飛行に必要な手続き(航空法改正後)

【機体購入時】

- ① **機体登録**
- ② **飛行許可申請**：代行・包括申請可(概ね年1回)
[→飛行許可申請完了]

【飛行当日】

- ③ **飛行計画登録**：飛行の都度本人がドローン情報基盤システム(DIPS、オンライン)から通報
- ④ **[農薬散布→] 飛行記録作成**

スマート農業実証事業にて、環境負荷低減効果として定量評価された技術とその効果

・・・[農研機構内のスマ農サイト] > [スマ農成果ポータル] > [みどり戦略の実現に役立つ成果]から抜粋
・・・課題番号から探してみてください

可変施肥

大A02: 資材費を24%減
輸C02: 生産コストを458円/60kg減
 (追肥により19kg/10a収量増)
大D11: 肥料費3%減 (60kg/10a増)
畑2A01: 肥料費10%減
畑A02: 施肥量10.2%減
 (製品収量8.7%(50kg/10a)増)
水2C03: 追肥19.3%減
 翌年の基肥8-20%削減
中G10: 肥料費10%減
露2A02: 肥料費4%減(キャベツ)
 肥料費25%減(テンサイ)
 収量増5%(キャベツ)
 収量8%(テンサイ)

ドローン散布

中B01: 48.5%肥料削減、73.6%農薬削減

AI診断+光防除

5G3C3: 農薬使用量27%削減

局所CO2施用

5G3C3: 燃料費13.3%削減 (18%増収)
施H06: 燃料費30%削減 (収益5%増加)
施3H6輸: 燃料費72%削減 (8%増収)

有機農業で実践

水2B02: 労働時間2割減

ご清聴ありがとうございました