

令和5年2月13日
スマート農業推進フォーラム2022 in 中国四国
於：中国四国農政局（WEB）

環境負荷低減に貢献する スマート農業実証プロジェクトの取り組み

スマート農業実証プロジェクト（水田作）の成果報告書から

農研機構スマート農業事業推進室

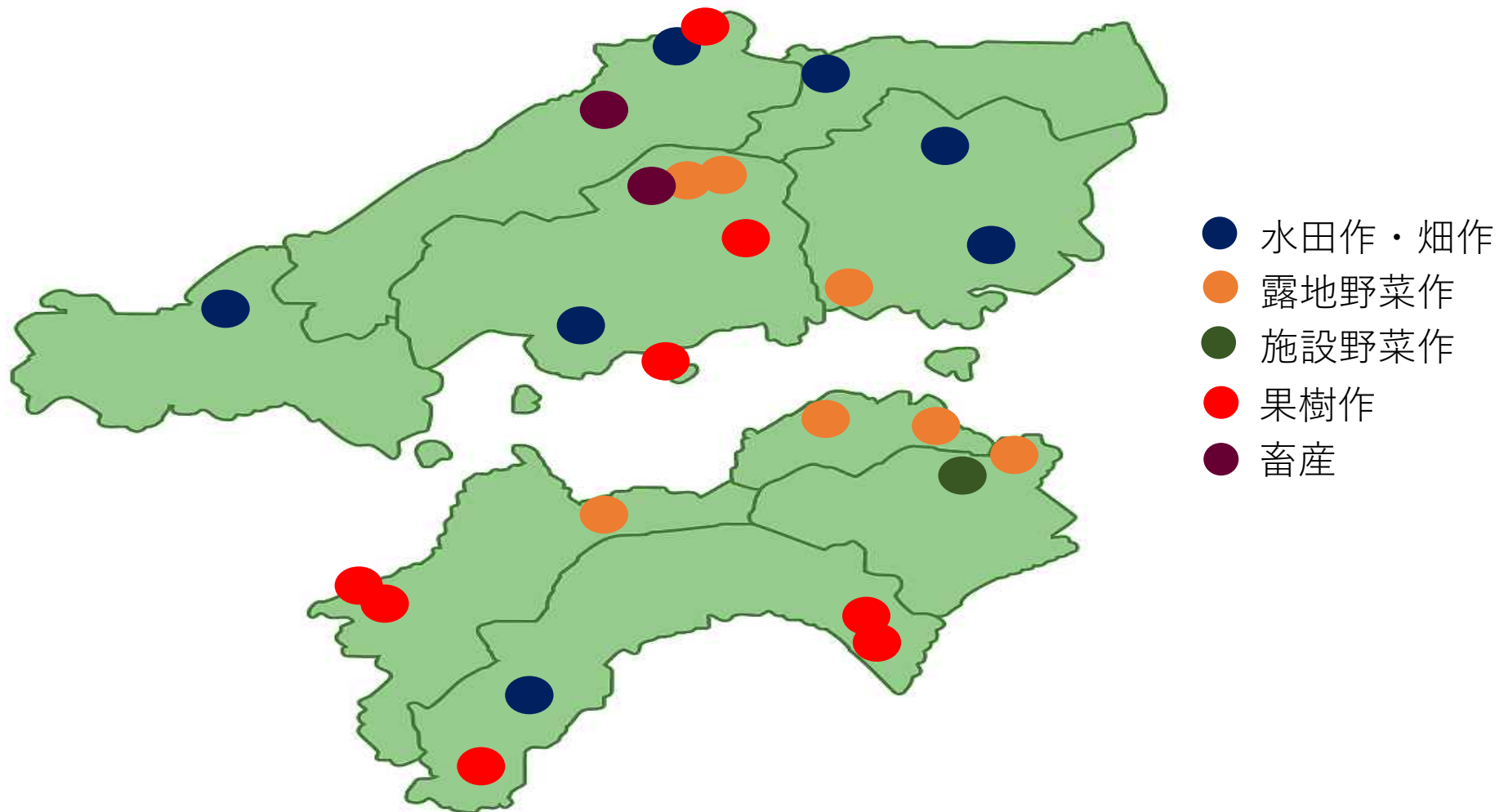
大黒正道

1. 中国四国地域におけるスマート農業実証プロジェクトと
みどりの食料システム戦略
2. 水田作における化学農薬使用量の削減の事例
3. 水田作における化学肥料使用量の削減の事例
4. 環境保全を図る期待のスマート農業技術

令和4年度までに全国205地区で実証課題を実施。中国四国地域は25地区。

水田作・畑作：7 露地野菜作：7 施設野菜作：1 果樹作：8 畜産：2

●課題のほとんどが中山間地域。果樹作の課題が比較的多い。



水稲作におけるスマート農業一貫体系の事例



耕起・代かき

田植え

管理作業（防除、追肥、水管理、畦畔除草）



自動運転トラクター
自動操舵トラクター

2台協調で労力削減35%
程度。自動操舵で高精度
作業。未熟練者に効果。



直進キープ田植機
自動運転田植機

直進キープで身体的、精
神的負担軽減。高密度播
種。種苗の利用等で省力化。



防除用ドローン

高い機動性により、
能率向上。



水田センサー
自動給水栓

自動給水で労力削
減。水位センサー
で見回り時間削減。



リモコン草刈機

多様な草刈り機を
実証。既存の草刈
機と連携して利用。

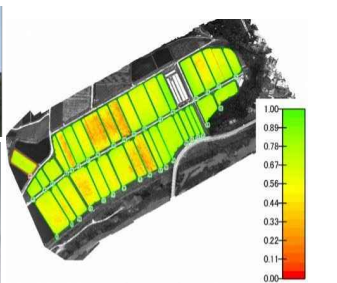
生育リモートセンシング

収穫

営農管理



上：ドローン
下：小型衛星



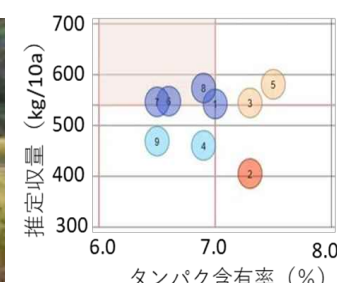
植生指数（NDVI）

ドローンの機動性、衛星の広域性。
葉色なども推定し可変施肥に利用。



食味・収量コンバインと測定例

圃場毎の収量、タンパク含量が把
握でき、次年度の施肥設計などに
利用。有利販売にも活用。



食味・収量コンバインと測定例

圃場毎の収量、タンパク含量が把
握でき、次年度の施肥設計などに
利用。有利販売にも活用。



圃場毎の作業等情報入力

圃場毎の多くの情報が蓄積され、
課題の抽出と対応が検討できる。

露地野菜作における一貫体系のイメージ例

育苗



苗の斉一化

環境制御と自動灌水。

耕耘・整地・畝立て



耕耘畝立作業（自動操舵）全自動移植機（自動操舵）

作業同時化による能率向上。高精度な畝立て。

移植



精度の高い移植と作業能率の向上。

管理作業



ドローン防除

自動操縦で補助者減。高い機動性。

生育モニタリング



ドローンによる収量予測

ドローンや衛星を用いた生育モニタリングや収量予測。

収穫・調製



業務加工用ネギ収穫機

業務加工用野菜用収穫機による労力削減。

出荷



ネギ計画出荷支援システム

収穫時期予測、収量予測に基づいた計画的な出荷。

果樹作における一貫体系のイメージ例

圃場環境計測



気象ロボット

土壌センサー等も含め、栽培に活かす圃場環境計測。

灌水・施肥



自動灌水装置

圃場環境計測結果に基づき、自動灌水。

防除



防除用ドローン

傾斜地園地での3次元自動航行で省力化。

下草刈り



ラジコン草刈機

無人草刈り機も実証中。

収穫・運搬



アシストスーツ

数種類のアシストスーツを実証中。

選果



AI選果機

庭先選果の省力化。等級、傷、糖度、酸度などをAIを用いて判定。

営農管理



圃場環境モニタリングシステム

圃場環境ばかりでなく、生育情報、作業記録などと統合、見える化。

みどりの食料システム戦略

KPI	個別指標	基準値 (基準年)	2030年 目標	2050年 目標
化学農薬 使用量（リスク換算値）の50%低減（2050）	化学農薬使用量（リスク換算値）	23,330 (リスク換算値) (2019農薬年度)	10%低減	11,665 (リスク換算値) 50%低減
化学肥料 使用量の30%低減（2050）	化学肥料使用量	90万トン (2016肥料年度)	72万トン 20%低減	63万トン 30%低減
耕地面積に占める 有機農業 の割合を25%に拡大（2050）	耕地面積に占める有機農業の取組面積（割合）	2.35万ha (2017年)	6.3万ha	100万ha 25%

2030年目標の設定の考え方（抜粋）

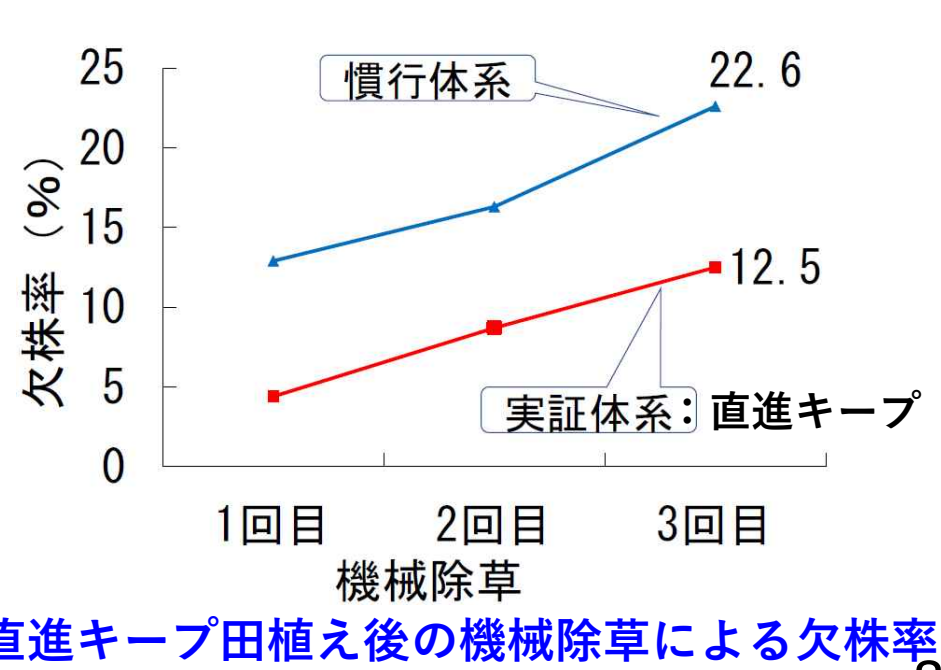
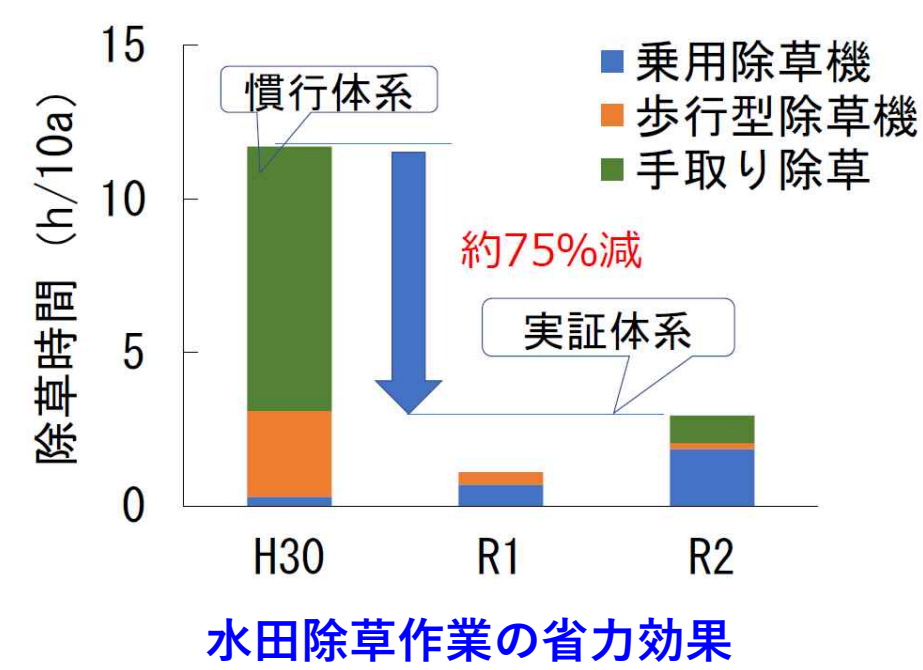
「みどりの食料システム戦略」KPI2030年目標の設定について、
農林水産省、令和4年6月

- 化学農薬：**病害虫が発生しにくい生産条件の整備や**病害虫の発生予測**も組み合わせた総合防除の推進、**有機農業の面的拡大**。2030年以降はリスクのより低い化学農薬の開発等
- 化学肥料：****土壌診断による施肥の適正化**など既に実施可能な施肥の効率化を進めるとともに、**堆肥等**の国内資源の利用拡大などを進める。2030年以降は**施肥のスマート化**や堆肥の活用、下水汚泥など国内資源からの高度肥料成分の回収等
- 有機農業：**生産から消費まで一貫した有機農業拡大に向けた市町村の取組を支援し横展開を進めるとともに、有機農産物の製造や流通、販売に関わる関係者による有機市場の拡大を支援。2030年以降は**除草ロボット**や有機農業に適した品種の開発等

水田作における 化学農薬使用量の削減の事例

物理的な雑草防除

- 水稻作の有機栽培では**除草作業の省力・軽労化**が求められており、**乗用型水田除草機の利用**に期待。しかし、生育中の水稻を潰したり、雑草が残ってしまうことの問題解決が必要。
- **直進キープ田植機**で**条間をまっすぐに一定**にすることにより、乗用型水田除草機により**高精度な除草**が行える。複数の課題で効果確認。



自動水管理システムを活用した雑草抑制

「広野スマート有機栽培実証コンソーシアム」（福島県）成果報告書より

● **深水管理**（水位約10cm～25cm）による **抑草効果**は草種によって異なり、**ノビエ**、**ホタルイ**、**広葉雑草類**では概ね深水エリアで発生が少なく、深水管理による抑草効果が確認されたが、**コナギ**は深水管理では、抑草効果が認められなかった。

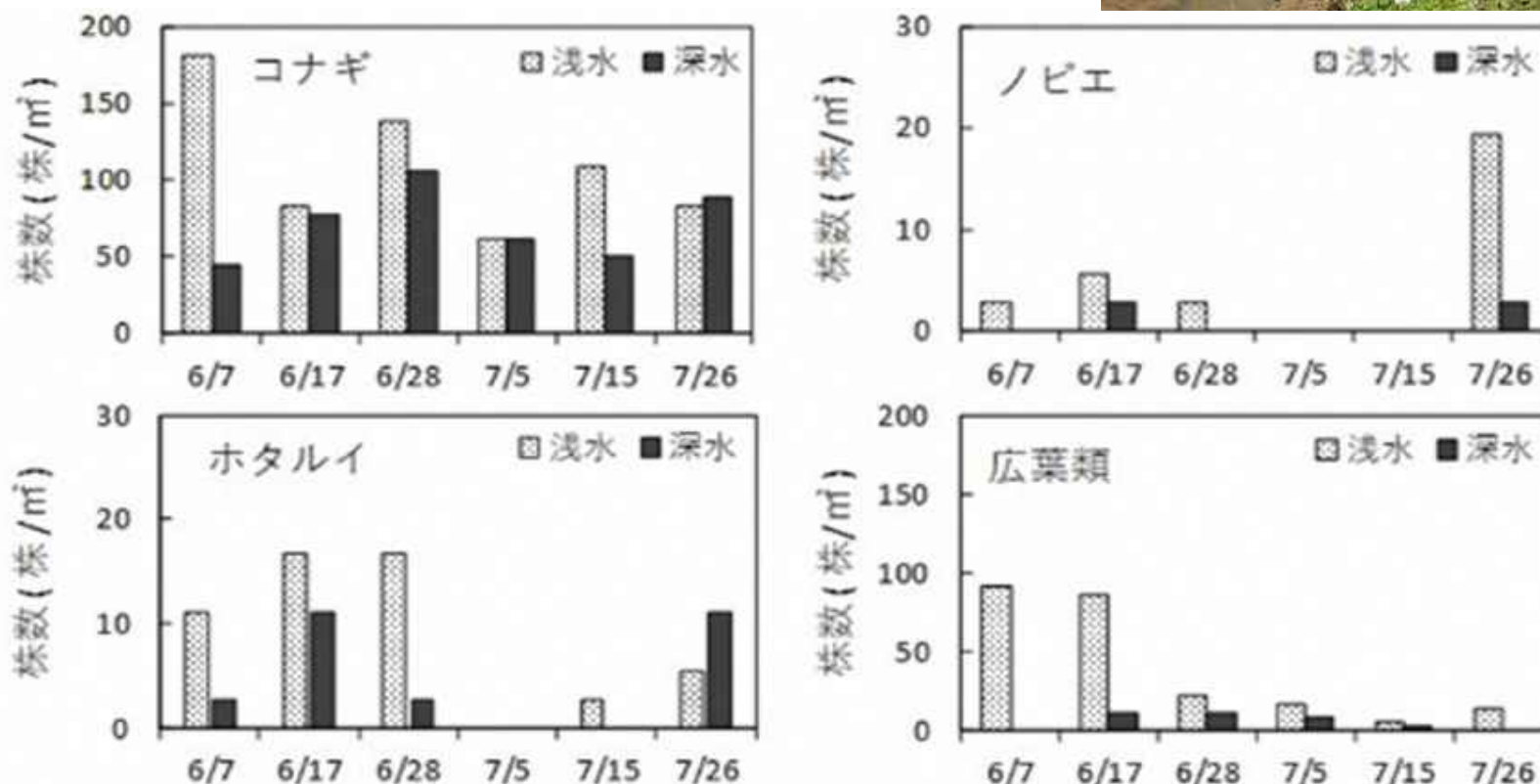


図 自動水管理システムを用いた深水管理による雑草発生の抑制効果

（6/7, 6/17, 6/28は機械除草実施直前に採取）

ドローンセンシングによる雑草発生エリアマップ作成

「広野スマート有機栽培実証コンソーシアム」（福島県）成果報告書より

- ドローンによる**葉色解析サービス**により、雑草発生エリアマップを作成。
- 雑草診断の有機栽培への適用**として、雑草の発生量別にアイコンの色を変えて表示し（下図）、**雑草の多少を可視化**。労力がかかる除草作業において、生産者から「**雑草が多い場所には除草機を深めに入れる**等の効率的な作業へ活用できる」とのコメントがあった。

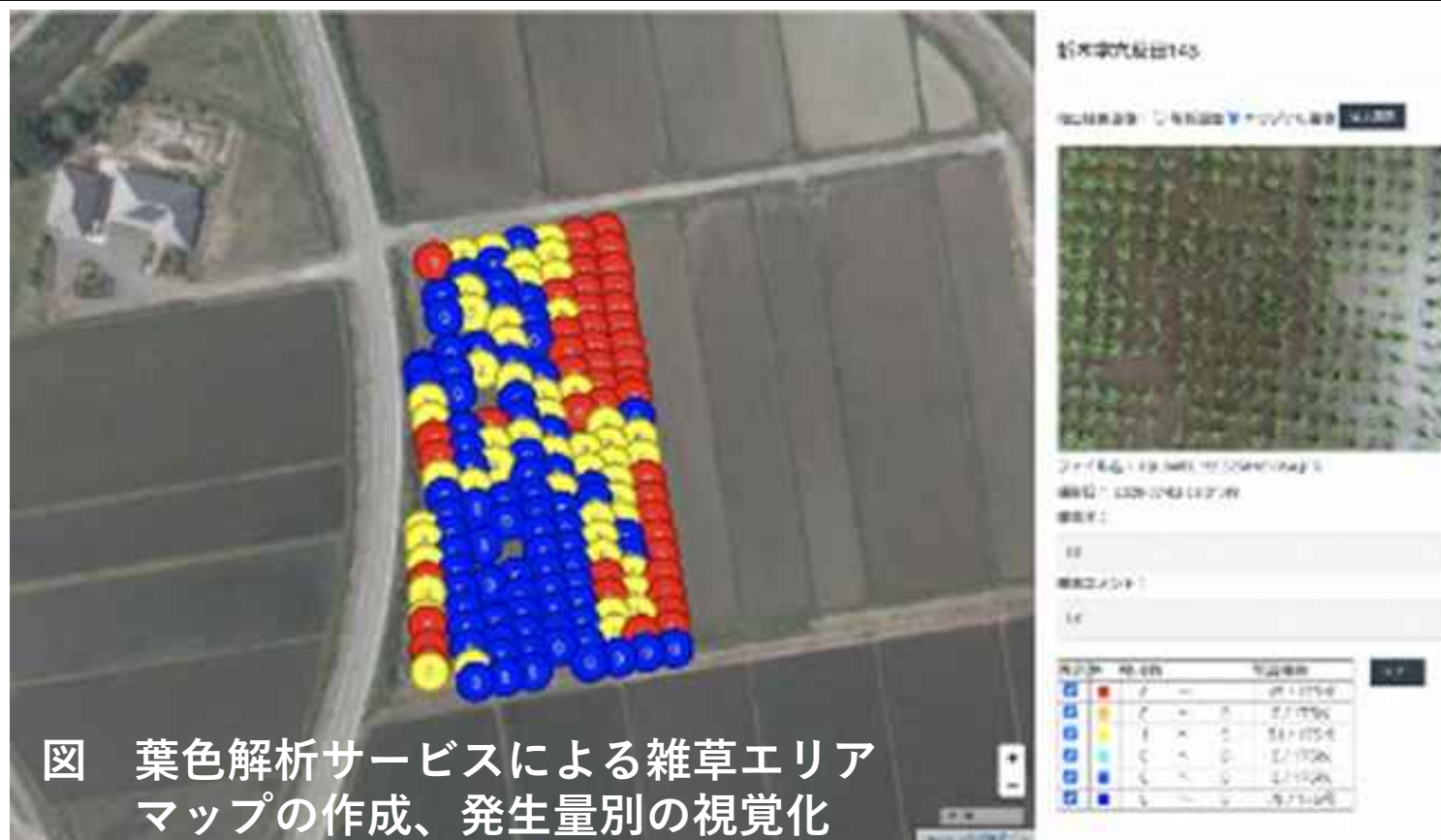


図 葉色解析サービスによる雑草エリアマップの作成、発生量別の視覚化

水田作における 化学肥料使用量の削減の事例

緑肥の活用

土壌診断に基づく施肥管理

センサーベース可変施肥技術

マップベース可変施肥技術

緑肥（菜花）を用いた環境保全型栽培

「スマート菜花米実証コンソーシアム」（福井県）成果報告書より

- 実証対象の生産法人は、福井県**特別栽培米認証制度**のコシヒカリを中心に「**さばえ菜花米**」**ブランド**で生産販売。「さばえ菜花米」は**菜花を緑肥栽培**し、春には一面の菜の花の景観を楽しむことができ、そのあとに**緑肥としてすきこんで有機肥料として活用**。
- 自動運転トラクター**での播種では**作業精度向上**。**ドローン利用**は**短時間で省力的**。
- 水稻の幼穂形成期に**ドローンによる空撮**を実施。
- コシヒカリの**補肥判断**には葉色が最も重視されるため、葉色値との相関が高い**VARI画像**を基にして、穂肥をN成分2kg/10a、1kg/10aの区を設定した結果、2kg/10a区で**収量が向上**。



自動運転トラクター
による播種作業



ドローン散播

スマート農機を用いた菜花の播種作業



菜花の鋤き込み作業



特栽コシヒカリの補肥判断

センサーベースによる可変施肥技術

「集落営農法人連合体形成に向けた経営体質強化・次世代人材育成コンソーシアム」（山口県）成果報告書より

- **土壌センサ搭載型可変施肥田植機**では、機械に搭載した2種類のセンサが、**作土深と土壌肥沃度**を田植えと同時に検知し、**施肥量を自動制御**。**減肥によるコスト削減**を図る。
- **倒伏の解消**により、収穫時には刈りやすく、作業時間の短縮に寄与。
- 山口県萩市の実証では、2年間平均で収量はほとんど変わらず、**施肥量は平均約20%削減**。
- 生育状態に合わせて最適量の追肥（施肥）を自動で行う、乗用型管理機をベースにした**スマート追肥システム**も開発されており、減肥を実証している事例もある。



土壌センサ搭載型可変施肥田植機

<https://www.iseki.co.jp/smart/kahen/>より

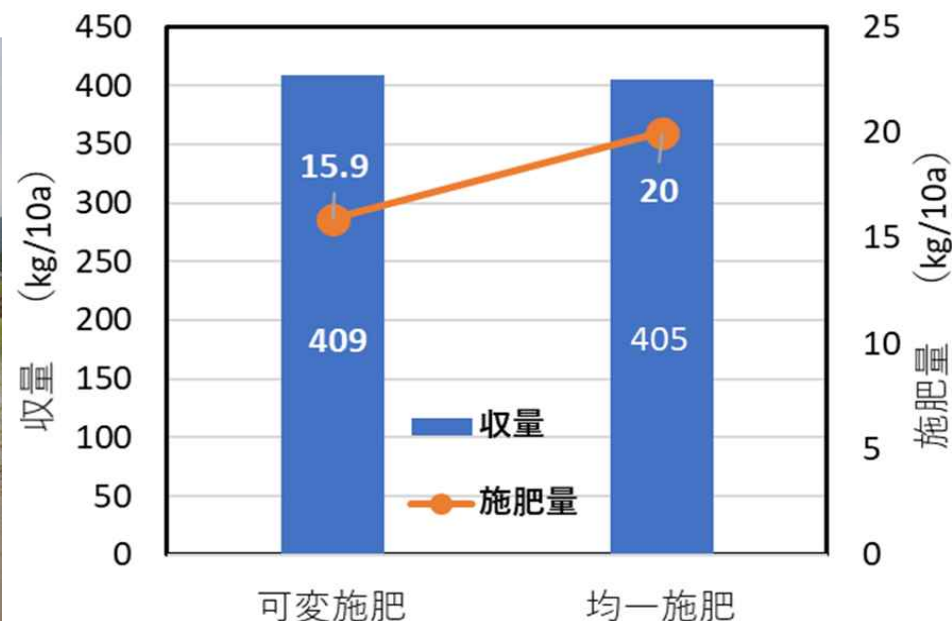


図 可変施肥と均一施肥の比較

品種：コシヒカリ、2019,2020年の平均

※山口県萩市コンソの成果報告書より

土壌診断に基づく基肥施肥

「福成農園スマート農業実証コンソーシアム」（鳥取県）成果報告書より

- 主要4品種25圃場の**土壌診断**を実施。**リン酸、加里不足**が目立ち、表1のとおり施肥方針を計画。
- 表2のとおり、3品種で前年に比べて**収量は向上**し、2品種で目標を達成した。とくに、北陸193号は前年を約200kg/10a上回り、また、目標値を10%以上上回った。
- 営農管理システム**に圃場毎の**土壌分析結果と施肥データ、収量データ等を蓄積**。今後の施肥管理に活用する。

表1 令和3年産の主な施肥設計

リン酸不足圃場	基肥一発肥料の 配合比の見直し 、または 発酵鶏糞散布
加里不足圃場	穂肥時 加里配合資材利用 、または基肥で 発酵鶏糞散布

表2 可変施肥区の水稲収量

品種名	1年目（令和2年）		2年目（令和3年）		目標 (kg/10a)
	収量 (kg/10a)	目標 達成率 (%)	収量 (kg/10a)	目標 達成率 (%)	
しきゆたか	655	124	482	91	530
とよめき	476	90	484	91	530
きぬめすめ	460	87	538	102	530
北陸193号	658	84	864	110	782

注1) 北陸193号（飼料用米）は粳収量

注2) 早生品種（しきゆたか、とよめき）2年目（令和3年）は日照不足で登熟歩合が60～70%
台前半まで低下。

衛星リモセン画像に基づく追肥の効果（水稻）

「福成農園スマート農業実証コンソーシアム」（鳥取県）成果報告書より



- 衛星画像から葉色を推定し（解析サービス）、表に示した**施肥基準に基づいて追肥**を行った。実証圃場の2か年平均収量は主要4品種すべてで13～59kg/10a（2～12%）、平均27kg/10a増加した。
- 天候不順で**適切な時期に衛星画像の入手**が難しい場合があり、大きな課題。

表 施肥基準と追肥実施状況

品種	1年目			2年目		
	施肥基準*		追肥実施 ほ場数	施肥基準*		追肥実施 ほ場数
	推定葉色値 (SPAD)	追肥窒素量 (kg/10a)		推定葉色値 (SPAD)	追肥窒素量 (kg/10a)	
しきゆたか	35未満	3	0	35未満	3	0
	35～40未満	2	4	35～40未満	2	5
	40以上	0	0	40以上	1	6
とよめき	35未満	3	10	35未満	3	4
	35～40未満	2	6	35～40未満	2	7
	40以上	0	0	40以上	1	5
きぬむすめ	32.5未満	3	0	35未満	3	10
	32.5～35	2	1	35～40未満	2	3
	35～37.5未満	1.5	7			
	37.5～40未満	1	2			
	40以上	0	0	40以上	1	1
北陸193号	32.5未満	3.5	0	30未満	4	2
	32.5～35	3	0	32.5～35	3.5	3
	35～37.5未満	2.5	1	35～40未満	3	7
	37.5～40未満	2	9			
	40～45未満	1	0	40以上	2	0
	45以上	0	0			

* 基肥一発肥料を施用したうえで、葉色に基づき追肥を1回（穂肥）を行う
衛星画像に基づく穂肥診断で追肥不要と診断されたほ場はなかった

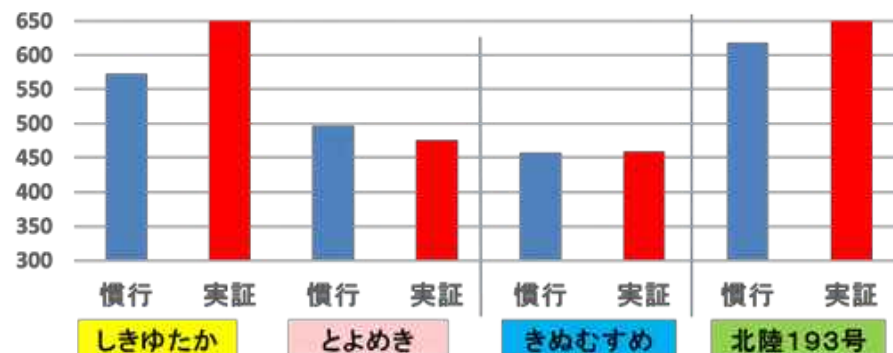


図1 衛星診断追肥による増収効果(1年目:R2年)

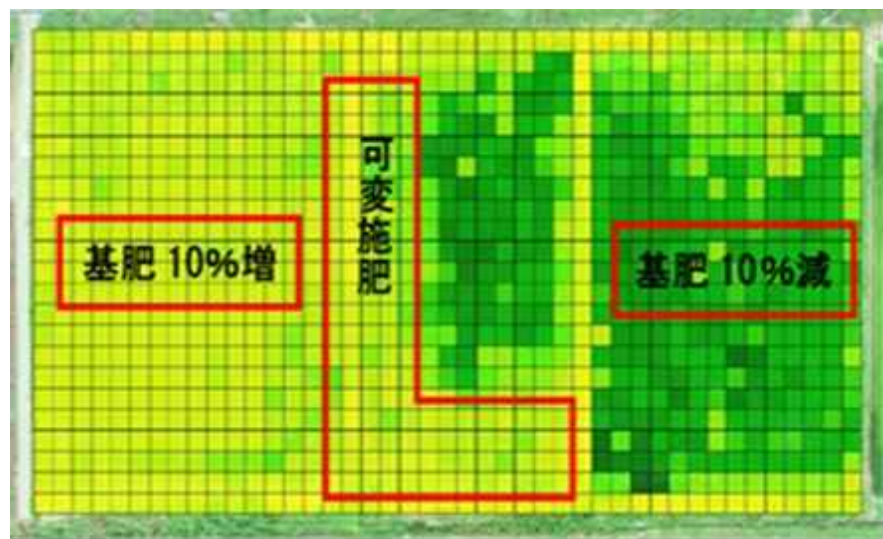


図2 衛星診断追肥による増収効果(2年目:R3年)

ドローンによる水稻葉色診断に基づく基肥可変施肥

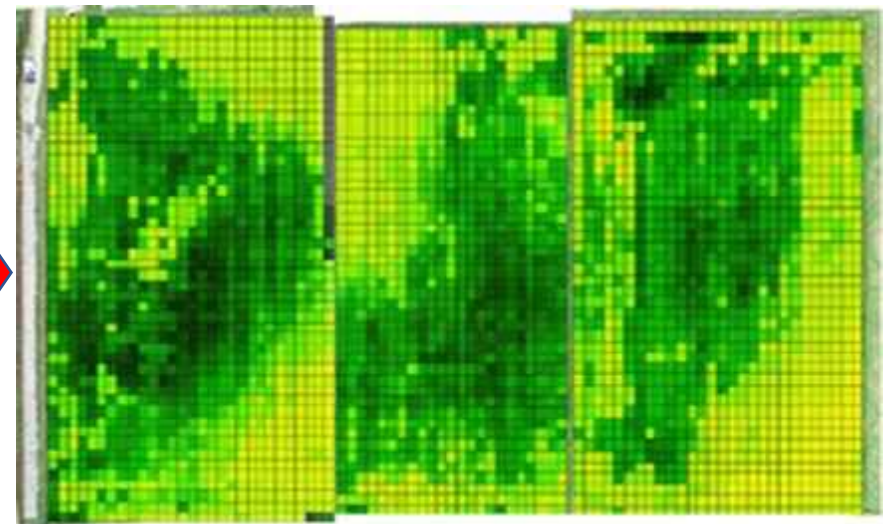
「広野スマート有機栽培実証コンソーシアム」（福島県）成果報告書より

- ドローンによる**葉色解析サービス**により、水稻葉色診断を実施。マップを作成。
- 水稻**葉色診断**結果、**土壌特性**調査、**収量コンバインによる圃場毎の収量等**を基に、基肥量を決定。前年（2020年）を基準として、左圃場：10%増肥、中圃場：同量（部分的に可変施肥）、右圃場：10%減肥。実証圃場は基盤整備2年目。
- 基肥を圃場毎に可変**したことにより、生育量や収量の圃場間差が小さくなり、**生育ムラの解消**を確認。



© 2022 SkymatiX, Inc.

2020年7月30日解析結果を基に施肥量増減



© 2022 SkymatiX, Inc.

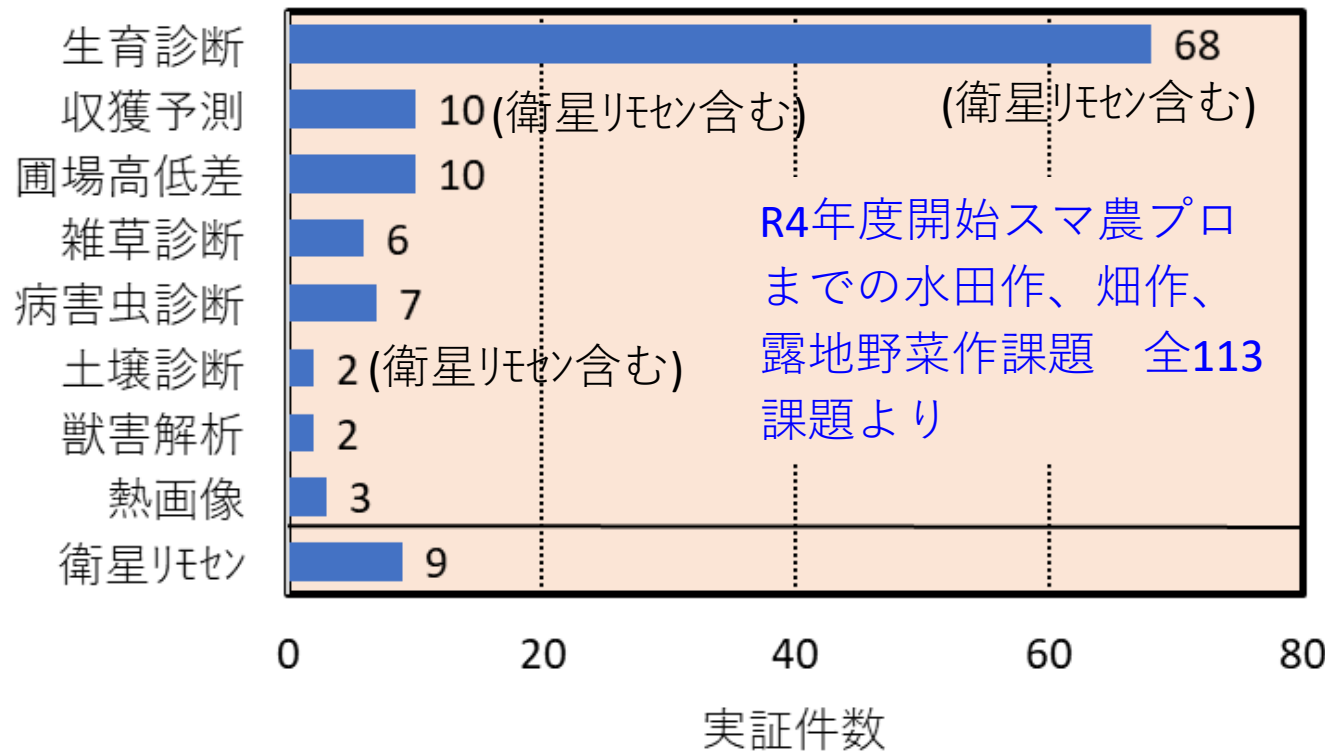
2021年7月31日解析結果

図 ドローンによる水稻葉色診断結果等に基づく基肥可変施肥の効果

環境保全を図る期待のスマート農業技術

リモートセンシングの取り組みの概要

- ・ドローンリモートセンシングは、スマ農プロの中で多くの課題で取り組まれ、**生育診断に基づく可変施肥**、**スポット散布**などに活用されている。また、露地野菜作では、**収量予測**、**収穫時期予測**に利用されている場合が多い。
- ・その他、**圃場高低差把握**による排水対策、**雑草エリア**の把握、**病害虫診断**による農薬スポット散布、**土壌診断**（衛星リモセン含む）、熱画像による**水分ストレス**把握などの実証が取り組まれており、今後の成果が期待される。**衛星リモセン**への期待も大きい。



スマ農プロにおけるドローンリモセンの目的別件数

リモセンに関する期待の 新技術

ドローンリモセン（石川）

- ・4,000haを対象とした麦大豆の生育診断、収穫予測
- ・1,000ha／日の処理と翌日共有

衛星リモセン（JA）

- ・1,100円／月の低価格サービス
- ・可変施肥機との連携

化学農薬使用量の削減

- ・作物列を検知して自動走行するなど、**高精度な除草ロボット**
- ・病害虫の**高精度な発生予察**、発生予察情報の**プラットフォーム化**
- ・病害虫発生または予兆の**センシングとスポット散布**技術

化学肥料使用量の削減

- ・**リモートセンシング**による**土壌診断技術**
- ・**減化学肥料**を図る高度な**可変施肥技術**
- ・**AI診断**に基づく**施肥マップ**の作成技術
- ・**ペレット堆肥**の活用



水田除草ロボットの事例

産地としての取り組み

- ・衛星リモートセンシングやドローン**リモートセンシングの産地対応**
- ・リモートセンシング**データ等の産地の関係者間での共有**
- ・化学農薬使用量、化学肥料使用量削減に向けた**産地の関係者での協議**

※関係者：生産者、行政・普及指導機関、研究機関、JA、企業等

スマート農業推進協議会の立ち上げ

スマート農業の**現場実装の加速化**に向けて、スマート農業に取り組んでいる**先駆者たちの知見を結集**し、技術・知見を波及させていくために、本協議会が設立されました。農研機構Webサイト上に協議会のサイトを常設し、**会員の皆様からの情報を随時収集・提供**してまいります。

また、会員の中から、スマート農業技術の普及・実装に積極的にご対応いただける方を**スマートサポートチーム**のメンバーとし、お持ちの**スマート農業技術や知見について、詳細な情報を発信**してまいります。

スマート農業技術に関わる様々な立場の皆様の積極的な参加をお待ちしております。入会をご希望の方は会員登録フォームから登録をお願いいたします。

<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/suishin-kyogikai/index.html> より

スマート農業推進協議会 会員募集のご案内

今秋、スマート農業に取り組んでいる先駆者たちの知見を結集し、技術・知見を波及させていくため、スマート農業推進協議会が立ち上がります。**ご賛同いただける会員を募集**いたします。

また、スマート農業推進協議会員の中から、技術の導入や活用を検討している経営体や産地を支援する**スマートサポートチーム（通称：スマサポ）のメンバー**になって**いただける方も募集**いたします。

スマート農業のさらなる現場実装を実現するため、スマート農業実証プロジェクトに参加し、技術・ノウハウを培われた皆様におかれましては、ぜひご協力をお願いします。

協議会の取組内容（農研機構HP上に協議会ページを公開）



繋がる

・全国のメンバーと交流
や情報交換



情報発信

・実証成果や技術情報の発信
・イベント情報の発信

協議会会員とスマサポ
の登録はこちらから



協議会会員のみの登録
はこちらから



スマートサポートチームの取組内容



サポート

・スマサポメンバーのリスト
を公表し、マッチング
をよりスムーズに
・スマート農業に取り組む
経営体・産地をサポート



情報発信

・技術・製品の詳細な
情報をリストに掲載
・スマサポとしての実
績を発信



イベント

・スマサポとしての取組内
容を広く周知するため、
アグリビジネス創出フェ
ア等のイベントに参加

- ◎ スマート農業技術を広げ、魅力を高める！
- ◎ スマート農業で日本の農業をもっと元気に！！

【問い合わせ先】農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究推進課 03-3502-7438
農研機構 スマート農業事業推進室 smartA-kyogi@naro.affrc.go.jp

農林水産省

ご清聴ありがとうございました。

無断転載を禁止します。
本資料中の数値は、解析中のため今後変わることがあります。

農研機構は、みなさまと共に食と農の未来を創ります。